



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE
DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y
CONSTRUCCIÓN**

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

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

TEMA:

**PROTOTIPO DE PARED A BASE DE KEVLAR, FIBRAS DE
CARBONO, FIBRA DE VIDRIO Y RELLENA DE BLOQUES EPS PARA
VIVIENDAS SOCIOECONÓMICAS EN GUAYAQUIL**

TUTOR:

MSC. ING. VALENCIA BURGOS ÁNGEL ALAN

AUTORAS:

COTTO LUCIO JOSSELYNE VICTORIA

MACAS SANCHO ANGIE YAMILETH

GUAYAQUIL – ECUADOR

2021



REPOSITARIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA		
FICHA DE REGISTRO DE TESIS		
TÍTULO Y SUBTÍTULO: Prototipo de pared a base de kevlar, fibra de carbono, fibra de vidrio y rellena de bloques EPS para viviendas socioeconómicas en Guayaquil.		
AUTOR/ES: Cotto Lucio Josselyne Victoria Macas Sancho Angie Yamileth	REVISORES O TUTORES: MSc. Ing. Ángel Alan Valencia Burgos	
INSTITUCIÓN: Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil	Grado obtenido: Tercer nivel de grado	
FACULTAD: Ingeniería, Industria y construcción	CARRERA: Ingeniería Civil	
FECHA DE PUBLICACIÓN: 2021	N. DE PAGS: 93	
ÁREAS TEMÁTICAS: Arquitectura y construcción		
PALABRAS CLAVE: Kevlar, fibra, carbono, vidrio, bloques EPS.		
RESUMEN: El presente proyecto de titulación se realizó con el objetivo de que se evidenciará la falta de accesibilidad a una vivienda propia del cantón Guayaquil; lo que se propone es el diseño de un prototipo de pared a base de kevlar, fibra de carbono, fibra de vidrio, rellena con bloques EPS estos materiales tendrán que cumplir con la resistencia necesaria para su utilización, innovando la industria de la construcción. El presente estudio es de carácter teórico, experimental, incluye revisión bibliográfica la cual ha dado acceso a desarrollar la tecnología utilizada. El trabajo de campo corresponde al diseño de un prototipo de pared y de laboratorio ya que es allí donde se midió su resistencia. La investigación se realizó en Guayaquil Provincia del Guayas, con materiales que se pueden obtener fácilmente.		
N. DE REGISTRO (en base de datos):	N. DE CLASIFICACIÓN:	
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):		
ADJUNTO PDF:	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
CONTACTO CON AUTOR/ES: Cotto Lucio Josselyne Victoria Macas Sancho Angie Yamileth	Teléfono: 0996679419 0995776746	E-mail: jcottol@ulvr.edu.ec amacass@ulvr.edu.ec
CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:	Mae. Ing. Civil. Alex Bolívar Salvatierra Espinoza Decano de Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción. Teléfono: 259-6500 Ext. 260 E-mail: asalvatierrae@ulvr.edu.ec	

CERTIFICADO DE SIMILITUDES

Tesis V3

INFORME DE ORIGINALIDAD

7 %	7 %	0 %	1 %
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.ulvr.edu.ec Fuente de Internet	4 %
2	Submitted to Universidad Laica Vicente Rocafructe de Guayaquil Trabajo del estudiante	1 %
3	vipresa.com.ec Fuente de Internet	<1 %
4	es.horseen.com Fuente de Internet	<1 %
5	Submitted to Universidad Nacional de Colombia Trabajo del estudiante	<1 %
6	1library.co Fuente de Internet	<1 %
7	sanysum.com Fuente de Internet	<1 %
8	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1 %

9	www.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
10	www.recercat.net Fuente de Internet	<1 %
11	es.wikipedia.org Fuente de Internet	<1 %
12	pratp.upr.edu Fuente de Internet	<1 %
13	www.moralurbanidadycivica.com Fuente de Internet	<1 %
14	www.unesco.org Fuente de Internet	<1 %
15	www.usistemas.cl Fuente de Internet	<1 %
16	ruidera.uclm.es Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias Apagado

Excluir bibliografía

Apagado


Ing. Ángel Valencia, MGP

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES

El (Los) estudiante(s) egresado(s) COTTO LUCIO JOSSELYNE VICTORIA; MACAS SANCHO ANGIE YAMILETH , declara (mos) bajo juramento, que la autoría del presente proyecto de investigación, “PROTOTIPO DE PARED A BASE DE KEVLAR, FIBRA DE CARBONO, FIBRA DE VIDRIO Y RELLENA DE BLOQUES EPS PARA VIVIENDAS SOCIOECONÓMICAS EN GUAYAQUIL”, corresponde totalmente a el(los) suscrito(s) y me (nos) responsabilizo (amos) con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, comoproducto de la investigación realizada.

De la misma forma, cedo (emos) los derechos patrimoniales y de titularidad a la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil, según lo establece la normativa vigente.

Autor(es)

Firma:

COTTO LUCIO JOSSELYNE VICTORIA
C.I. 1205134495

Firma:

MACAS SANCHO ANGIE YAMILETH
C.I. 0704412857

CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Proyecto de Investigación “PROTOTIPO DE PARED A BASE DE KEVLAR, FIBRA DE CARBONO, FIBRA DE VIDRIO Y RELLENA DE BLOQUES EPS PARA VIVIENDAS SOCIOECONÓMICAS EN GUAYAQUIL”, designado(a) por el Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción de la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil.

CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado en todas sus partes el Proyecto de Investigación titulado: “PROTOTIPO DE PARED A BASE DE KEVLAR, FIBRA DE CARBONO, FIBRA DE VIDRIO Y RELLENA DE BLOQUES EPS PARA VIVIENDAS SOCIOECONÓMICAS EN GUAYAQUIL”, presentado por los estudiantes COTTO LUCIO JOSSELYNE VICTORIA; MACAS SANCHO ANGIE YAMILETH como requisito previo, para optar al Título de INGENIERO CIVIL, encontrándose apto para su sustentación.

Firma:



MSC. ÁNGEL ALAN VALENCIA BURGOS
C.I. 1204535775

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por protegerme durante todo mi camino y darme fuerzas para superar cada obstáculo y dificultades a lo largo de toda mi vida. A mi madre, María Alexandra Lucio Erazo, que con su demostración de una madre ejemplar me ha enseñado a no desfallecer, ni rendirme ante nada y siempre perseverar a través de sus sabios consejos apoyándome y enseñándome que cada sacrificio siempre valdrá la pena.

A mi sobrina, Alessia Angeline Mariño Ramírez por ser mi inspiración y motivación de seguir adelante. A mi tía Rosa por su apoyo incondicional y por demostrarme la gran FE que tienen en mí.

Gracias infinitas a todas las personas que fueron participes con sus buenos deseos para mi formación profesional.

Josselyne Victoria Cotto Lucio

AGRADECIMIENTO

Gracias a Dios por protegerme, brindarme salud y sabiduría durante todo este proceso, gracias a mi familia en especial a mi madre por apoyarme en cada decisión, proyecto y así poder cumplir con excelencia en el desarrollo de esta tesis.

A mi hija por ser el pilar fundamental de mi vida para lograr esta meta, no ha sido fácil el camino hasta ahora, pero gracias a todas las personas que de alguna manera me han ayudado hasta poder cumplir esta meta, a través de su amor, conocimiento, bondad y apoyo. Les agradezco y hago presente mi afecto hacia todos ustedes, mi gran familia.

Angie Yamileth Macas Sancho

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de investigación a mi bella y respetada madre, María Alexandra Lucio Erazo, por ser mi pilar fundamental; muchos de mis logros te los debo a ti, entre los que se incluye este.

Gracias por hacer esto posible mami...

Josselyne Victoria Cotto Lucio

DEDICATORIA

Dedico mi tesis a mi hija, a mi madre y a mi esposo por apoyarme en cada etapa de la realización de este proyecto. Este triunfo es para ustedes.

Angie Yamileth Macas Sancho

INDICE GENERAL

FICHA DE REGISTRO DE TESIS	II
CERTIFICADO DE SIMILITUDES.....	III
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES.....	V
CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR.....	VI
CERTIFICO:	VI
AGRADECIMIENTO	VII
AGRADECIMIENTO	VIII
DEDICATORIA.....	IX
DEDICATORIA.....	X
INDICE GENERAL	XI
INDICE DE TABLAS.....	XV
INDICE FIGURAS	XVI
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	3
DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	4
1.3 SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA.....	4
1.4. OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN	4
1.4.1 <i>Objetivo general</i>	4
1.4.2 <i>Objetivo específicos</i>	4
1.5 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	5
1.6 DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	6
1.7 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	7
1.8 VARIABLES.....	7
1.8.1 <i>Variable independiente</i>	7
1.8.2 <i>Variable dependiente</i>	7

1.9	LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	7
CAPÍTULO II		8
2.1	MARCO TEÓRICO	8
2.1.1	<i>Antecedentes:</i>	8
2.1.2	<i>Historia de la mampostería</i>	9
2.1.3	<i>Aspectos históricos de las estructuras de mampostería</i>	11
2.2	MARCO REFERENCIAL	13
2.3	MARCO CONCEPTUAL	16
2.3.1	<i>El kevlar y su resistencia</i>	16
2.3.2	<i>Stephanie Kwolek: Más fuerte que el acero</i>	16
2.3.3	<i>Resistencia a la tracción</i>	17
2.3.4	<i>Resistencia Balística</i>	17
2.3.5	<i>Resistencia a pinchazos y cortes</i>	18
2.3.6	<i>Resistencia al calor</i>	18
2.3.7	<i>Fibra de carbono en el mundo de la construcción</i>	19
2.3.8	<i>Fibra de vidrio</i>	19
2.3.9	<i>Bloques EPS</i>	20
2.3.10	<i>Pared</i>	21
2.4	MARCO LEGAL	22
2.4.1	<i>Plan Nacional para el BUEN VIVIR 2013 – 2017</i>	22
2.4.2	<i>Objetivo 3. Mejorar la calidad de vida de la población.</i>	22
2.4.3	<i>Mampostería Estructural – NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN</i> <i>(NEC)</i>	22
2.4.4	<i>Propiedades mecánicas de la mampostería.</i>	22
2.4.5	<i>Determinación de la resistencia de la mampostería a la compresión f'_m</i>	22
2.4.6	<i>Norma ASTM C518 (Resistencia térmica)</i>	23
2.4.7	<i>NTE INEN 1782 2009. Textiles, fibras y clasificación</i>	24
CAPITULO III.....		25
MARCO METODOLOGICO		25
3.1	TÉCNICAS	26
3.1.1	<i>Experimento</i>	26
3.1.2	<i>Ensayo a la compresión:</i>	26

3.1.3 Ensayo #1	26
- MATERIALES PARA LA ELABORACIÓN DEL PROTOTIPO DE PARED.....	26
3.1.4 Preparación de los materiales	26
3.1.5 Desarrollo del experimento (Ensayo#1)	27
3.1.6 Resultados del Prototipo #1	28
3.1.7 Desarrollo del experimento (Ensayo #2)	29
3.1.8 Resultados del prototipo #2.....	30
3.1.9 Desarrollo del experimento (Ensayo #3)	30
3.1.10 Resultados del prototipo #3.....	32
3.1.11 Desarrollo del experimento (Ensayo #4)	32
3.1.12 Resultados del prototipo #4.....	34
3.2 ENSAYO A LA FLEXIÓN.....	34
3.2.1 Ensayo #1	34
3.2.2 Materiales para la elaboración del prototipo de pared.....	34
3.2.3 Preparación de los materiales	35
3.2.4 Desarrollo del experimento (Ensayo #1)	35
3.2.5 Resultados del prototipo #1.....	36
3.2.6 Desarrollo del experimento (Ensayo #2)	37
3.2.7 Resultados del prototipo #2.....	38
3.2.8 Desarrollo del experimento (Ensayo#3)	38
3.2.9 Resultados del prototipo #3.....	40
3.2.10 Desarrollo del experimento (Ensayo #4)	40
3.2.11 Resultados del prototipo #4.....	42
CAPÍTULO IV	43
PROPUESTA	43
4.1 FUNDAMENTACIÓN DE LA PROPUESTA.	43
4.2 DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA.....	43
4.3 MATERIA PRIMA.....	43
4.4 PREPARACIÓN DE MATERIALES.....	44
4.5 PROPUESTA FINAL.....	47
4.6 ENSAYO A LA COMPRESIÓN.....	48
4.6.1 Materiales para la elaboración.....	48
4.6.2 Procedimiento	48

4.7 ENSAYO A LA FLEXIÓN	51
4.7.1 Materiales para la elaboración.....	51
4.7.2 Procedimiento	52
4.8 PRESUPUESTO DE MATERIALES UTILIZADOS.....	54
4.9 DATOS OBTENIDOS EN LOS ENSAYOS Y PRUEBAS DE LABORATORIO.....	54
4.9.1 Pruebas de laboratorio	54
4.9.2 Ensayo a la compresión	54
4.9.3 Ensayo a la flexión	55
4.9.4 Tabla de representación en kg/cm ²	56
4.9.5 Resistencia a la compresión.....	56
4.9.6 Resistencia a la flexión.....	56
4.10 Parámetros que debe cumplir un bloque de hormigón y prototipo de pared a base de kevlar, fibra de carbono, fibra de vidrio y rellena de bloques EPS para viviendas	57
CONCLUSIÓN	58
RECOMENDACIONES.....	60
BIBLIOGRAFÍA	61
4.13 ANEXOS 1.....	63
4.14 ANEXO 2.....	64
4.15 ANEXO 3.....	65
4.16 ANEXO 4.....	66
4.17 ANEXO 5.....	67
4.18 ANEXO 6.....	68
4.19 ANEXO 7.....	69
4.20 ANEXO 8.....	70
4.21 ANEXO 9.....	71
4.22 ANEXO 10.....	72
4.23 ANEXO 11.....	73
4.14 ANEXOS 12.....	74
4.15 ANEXOS 13.....	75

INDICE DE TABLAS

<i>TABLA 1. LÍNEA DE INVESTIGACIÓN.</i>	7
<i>TABLA 2. PRESUPUESTO DE MATERIALES</i>	54
<i>TABLA 3. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LA MUESTRA.</i>	55
<i>TABLA 4. RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE LAS MUESTRAS:</i>	55
<i>TABLA 5. PARÁMETROS</i>	57

INDICE FIGURAS

Figura 1. <i>Historia de la Mampostería</i>	10
Figura 2 <i>Mampostería reforzada</i>	11
Figura 3. <i>Apilamiento de piedras naturales</i>	12
Figura 4. Estructura de mampostería construida con piezas artificiales	13
Figura 5. <i>Elaboración de la muestra</i>	13
Figura 6. Adoquines con estopa de coco y fibras de vidrio	14
Figura 7. <i>Láminas de fibra de coco</i>	15
Figura 8. <i>Fibra de carbono</i>	16
Figura 9. <i>Stephanie Kwolek: guantes de Kevlar</i>	17
Figura 10. <i>Enlaces de Hidrógeno</i>	17
Figura 11. <i>Cadenas moleculares</i>	18
Figura 12. <i>Resistencia al calor</i>	18
Figura 13. <i>Fibra de Carbono</i>	19
Figura 14. <i>Fibra de vidrio</i>	20
Figura 15. Sistema Constructivo: Unidades Modulares de Poliestireno Expandido (EPS).....	21
Figura 16. Recortes de las fibras de vidrio, carbono y kevlar.....	27
Figura 17. <i>Capa de resina en fibra de vidrio</i>	28
Figura 18. <i>Corrosión del bloque EPS</i>	29
Figura 19 . <i>Colocación del kevlar</i>	30
Figura 20. Lámina de aluminio sobre el bloque EPS.....	31
Figura 21. <i>Desniveles de los materiales</i>	32
Figura 22. Secado de la fibra de vidrio y kevlar	33

Figura 23. Desprendimiento de la fibra de vidrio del bloque EPS.....	34
Figura 24. <i>Recortes de las fibras de vidrio</i>	35
Figura 25. <i>Resina</i>	36
Figura 26. <i>Desnivel de la fibra de carbono</i>	37
Figura 27. Colocación de resina y secante a la fibra de vidrio	38
Figura 28. Aplicación de resina y secante a fibra de vidrio	39
Figura 29. <i>Hundimiento en bloque EPS</i>	40
Figura 30. <i>Colocación de resina y secante</i>	41
Figura 31. <i>Fibra de vidrio y kevlar</i>	42
Figura 32. <i>Socavación en la mitad del diseño</i>	42
Figura 33. <i>Materiales para utilizar</i>	44
Figura 34. <i>Resina y Secante</i>	44
Figura 35. <i>Corte del bloque EPS</i>	45
Figura 36. <i>Corte de la fibra de vidrio</i>	45
Figura 37. <i>Corte del kevlar</i>	46
Figura 38. <i>Preparación del engrudo</i>	46
Figura 39. <i>Corte de la fibra de carbono</i>	47
Figura 40. <i>Colocación de la lámina de aluminio</i>	49
Figura 41. <i>Mezcla de resina y secante</i>	49
Figura 42. <i>Puesta de kevlar con engrudo y fibra de vidrio con resina y secante</i>	50
Figura 43. <i>Implementación de la fibra de carbono encima de las fibras de vidrio y kevlar</i>	50
Figura 44. <i>Prototipo listo para ingresar a laboratorio</i>	51
Figura 45. <i>Ligero barrido de kevlar con resina y secante</i>	52
Figura 46. <i>Barrido de resina con secante en la fibra de vidrio</i>	53

INDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1. <i>RESULTADO EN KG/CM2 DEL ENSAYO A LA COMPRESIÓN</i>	56
GRÁFICO 2. <i>RESULTADO EN KG/CM2 DEL ENSAYO A LA FLEXIÓN</i>	56

INTRODUCCIÓN

El proyecto presentado a continuación está en la búsqueda de un nuevo prototipo de revestimiento haciendo una comparación con lo tradicional respecto a la construcción; la investigación consiste en un prototipo de pared fabricado con materia prima tales como la fibra de vidrio, fibra de carbono, kevlar y bloques EPS, verificando con sus propiedades para que dichos materiales logren desplegar resistencias esperadas para adecuarlas en paredes de viviendas socioeconómicas de la ciudad de Guayaquil.

Con estos materiales aspiramos que se muestre que en la construcción se puede tener la facultad de dar nuevas respuestas globales, elaborando un material que cumpla con las características para distribución y comercialización.

Una de las importancias de este proyecto es minimizar la contaminación ambiental, dar a conocer los beneficios y uso del diseño a fabricar, que forma parte del proyecto de investigación además de resaltar las medidas y funciones, bajo las normativas establecidas.

Actualmente en la construcción se destacan por la implementación de nuevos proyectos innovadores, escogiendo materiales reciclados u otro tipo que vayan de la mano y sean compatibles al momento de ejecutarlo. Por esta razón en este presente proyecto nos inspiramos en realizar un prototipo de pared y en optar por unos materiales no utilizados en la construcción para hacer de este algo más innovador, haciendo cada ensayo correspondiente y siempre teniendo como gran ayuda las normas de construcción del Ecuador. En esta investigación se analizará la resistencia y el comportamiento de cada material y poder dar respuestas a nuevos estándares globales en la construcción,

En definitiva, aspiramos que la realización de este proyecto sea de agradable aceptación ya que nunca se ha hecho con la combinación de todos los materiales ya mencionados. Este proyecto de investigación se elaboró mediante la creación de cuatro capítulos en los cuales se explica el paso a paso la realización del diseño; en el primer capítulo se toma en cuenta lo que es el planteamiento del problema, objetivos generales y específicos, justificación, entre otros.

En el segundo capítulo redactamos temas, teorías, historias que han escrito varios autores acerca de cada material; además incluye conceptos de suma importancia de las fibras, sus

propiedades y sus componentes; sin dejar a un lado también incluye las normas ecuatorianas de la construcción NEC para hacer la comparación de resistencia del prototipo de pared para viviendas socioeconómicas. El tercer capítulo consiste básicamente en el método de investigación utilizado, técnicas, detalle del desarrollo del experimento, resultados de cada uno de los ensayos que se realizó.

Y el último capítulo que es el cuarto se describe todo el procedimiento del experimento del prototipo de pared, además en este capítulo identificamos la muestra que es óptima para que sea una propuesta de investigación, se adjunta el presupuesto de todo lo que se gastó en materiales. También consta de las conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO I

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Planteamiento del problema

Las viviendas tradicionales en la actualidad presentan un inconveniente que tiene relación con el tema estético. De hecho, el alto precio que representa los materiales para un prototipo de paredes de la casa conlleva a que las personas opten por dejar a un lado el tema estético de su vivienda y se conformen con la composición estructural de la vivienda, influyendo esto tanto en su calidad de vida y los espacios dignos que meritan cada uno de ellos.

Sin embargo, la baja obtención de materiales que cumplan la capacidad y aprobación de las paredes de los hogares, puede presentar complicaciones en otros aspectos, tales como la aprobación del paso de la humedad o exhibir las áreas contaminadas, elementos externos dañinos para la vida humana y para todo el ámbito urbano.

En el Ecuador se observa la carencia de acompañamiento en proyectos que se emplee el uso de materiales de creación con desechos naturales como materia prima, esto se comprueba mediante el estudio en el mercado sobre la venta de productos que sirvan para acabados de las casas, lo cual produce el encarecimiento de los precios finales de la obra. Entre otros aspectos, hay una inmensa variedad de marcas que día a día compiten en calidad, pero esto no interviene en los nuevos productos innovadores que nos permiten reducir costos.

El proceso para la obtención del cemento es el causante del 7% de todas las emisiones de dióxido de carbono (CO₂), este porcentaje es mayor al del que produce en combustión todos los camiones del mundo. Para la obtención del cemento se produce la descomposición de dos elementos los cuales son: la piedra caliza y materiales calcáreos, mediante todo este proceso se origina el Clinker.

La inhalación de la fibra de vidrio es un inconveniente grave, ya que sus partículas tienen la posibilidad de alojarse en los pulmones, ocasionando perjuicios y afectando la aptitud de respiración. Algunas láminas de fibra de vidrio tienen dentro forma de hilo, lo que incrementa el compromiso de sufrir cáncer.

Mientras la manta aislante de fibra de vidrio se encuentre en estado impecable no representa peligros para la salud; por el opuesto, cuando su integridad se ve perturbada por la humanidad o

algún agente de afuera que deteriore su composición, las fibras se fraccionan en pequeñas partículas.

Las fibras de carbono se rompen de modo sencillo por el estiramiento (menos del 2% de alargamiento); las fibras tienen la oportunidad de transformarse en triza que puede ser redimido al aire externo. De no ser controladas, estas fibras microscópicas generan un conflicto probable para la salud ya que desarrollan alteración en la piel y en las membranas y mucosas del sistema respiratorio.

La causa primordial del inconveniente del EPS radica en que crea cantidad considerable de residuos, ocupa enormes volúmenes provocando contaminación visual y su descomposición puede demorar entre 100 y 500 años dependiendo el tamaño del EPS.

1.2 Formulación del problema

¿De qué manera contribuirá a las viviendas de la ciudad de Guayaquil el uso de estos materiales en una pared?

1.3 Sistematización del problema

- ¿Qué información tendríamos que obtener de los materiales que se emplearán en la elaboración de una pared?
- ¿Cuáles son las características y propiedades que se obtendría al usar materiales como el kevlar, fibras de vidrio y carbono y bloques EPS en la elaboración de una pared?
- ¿Cuál será el beneficio con la elaboración de una pared de kevlar, fibra de carbono y vidrio; rellena de bloques EPS, ¿De una pared tradicional?

1.4. Objetivos de investigación

1.4.1 Objetivo general

- Diseñar un prototipo de pared a base de kevlar, fibras de carbono y vidrio; rellena de bloques EPS para viviendas socioeconómicas en Guayaquil.

1.4.2 Objetivo específicos

- Recopilar información de kevlar, fibras de carbono y vidrio; rellena de bloques EPS a través de bibliografía existente en las redes.

- Analizar las características y propiedades de kevlar, fibras de carbono y vidrio; rellena de bloques EPS. Mediante pruebas empíricas y de laboratorio.
- Elaborar una pared a base de kevlar, fibras de carbono y vidrio; rellena de bloques EPS.

1.5 Justificación de la investigación

El concepto de vivienda adecuada se relaciona con las condiciones de sostenibilidad y la garantía de mecanismo no discriminatorios que garanticen el acceso a servicios fundamentales.

En la actualidad la industria de la ingeniería ha ido avanzando, con el fin de minimizar costos, mejorar acabados o reducir contaminación ya que en gran parte de las estructuras de construcción generan un gran problema al medio ambiente, ya sea en la fabricación o en las herramientas a utilizar. Se tiene en cuenta que para la construcción se extrae el 40% de los materiales existentes de la naturaleza.

En nuestro país y el resto de los países se ha venido utilizando las paredes tradicionales ya sea de ladrillo o bloque, pero cada una de estas tienen algunas desventajas, pueden provocar filtraciones de agua sino se tienen en cuenta la buena continuidad a la superficie al momento de colocar la capa de revoque hidrófugo, tener poca resistencia de carga, o no evitar la aislación térmica.

Debido a la ausencia de un análisis entre estas alternativas de diseño, surge el interés de esta investigación por la necesidad de conocer la manera más práctica, exacta y económica para el diseño de una pared hecha a base de materiales resistentes como lo son el kevlar, las fibras y los bloques EPS, también se requiere la comprobación de las características que mediante la combinación de todos estos elementos juntos logren la fabricación de paredes de casas de interés popular en la localidad de Guayaquil, esta investigación también permite el avance de proyectos de originalidad, a través de estos fundamentos se exige una sociedad con fuentes que mejoren al avance sostenible. Determinar las virtudes y herramientas del diseño a realizar, forma parte también del presente proyecto, tomando en cuenta también las medidas estandarizadas y funcionalidades, bajo normas ya conocidas y el registro de procesos.

Una de las ventajas de la fibra de vidrio que es un material muy utilizado actualmente porque posee una avanzada representación muy alta a la que ofrecen los materiales tradicionales

que tienen como finalidad costos muy elevados y con menor tiempo de utilidad, la fibra de vidrio se ha considerado en uno de los materiales más utilizados en el mundo de la construcción.

La importancia de la distribución de la fibra de carbono trasciende a sus propiedades, características ya que es un material transformador. La principal propiedad de la fibra de carbono es que resiste a altas temperaturas, a rozaduras y aislante de la electricidad, es mucho más resistente que el acero o al aluminio debido a su gran dureza. El refuerzo estructural de la fibra de carbono se adapta a una instalación fácil, resistente a la corrosión, la cual no requiere mantenimiento, con un corto periodo de construcción y cuenta con un peso ligero, sin influencia en la estructura original. También en el mercado implica un bajo costo rentable en comparación con el método tradicional.

Una de las características primordiales del kevlar es su fantástica resistencia a la tracción que va cerca a los 3.5GPa, la resistencia que presenta este material y de otras poliacrilamidas similares se debe a la guía de sus líneas moleculares en dirección del eje de la fibra. La propiedad de esta fibra hace que su resistencia química sea un material muy empleado en equipos para la protección.

1.6 Delimitación de la investigación

Campo: Educación Superior, Tercer Nivel.

Área Ingeniería Civil

Aspecto: Investigación experimental

Tema: Prototipo de pared a base de kevlar, fibras de carbono, fibra de vidrio; rellena de bloques EPS para viviendas socioeconómicas en Guayaquil.

Delimitación espacial: Guayaquil

Delimitación temporal: 6 meses

1.7 Hipótesis de la investigación

Prototipo de pared a base de materiales naturales como el kevlar, fibras de carbono, fibras de vidrio; rellena de bloques EPS para así disminuir la contaminación del medio ambiente y para viviendas socioeconómicas en Guayaquil.

1.8 Variables

1.8.1 Variable independiente

Prototipo de pared a base de kevlar, fibras de carbono y de vidrio; rellena de bloques EPS

1.8.2 Variable dependiente

Viviendas socioeconómicas en Guayaquil.

1.9 Línea de investigación

Tabla 1

Línea de investigación.

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN		
ULVR	FIIC	SUBLINEA
Urbanismo y ordenamiento territorial aplicando tecnología de construcción eco-amigable, industria y desarrollo de las energías renovables	Materiales innovadores de Construcción	Materiales de construcción

Nota: En esta tabla se refiere a los materiales empleados y bajo qué línea de investigación se encuentra el proyecto.

Fuente: Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil

CAPÍTULO II

2.1 Marco teórico

2.1.1 Antecedentes:

Para cumplir los objetivos de este proyecto de investigación, se da a conocer los materiales que son elementos que forman cualquier cosa o producto, desde el principio de la civilización, los materiales de construcción han sido utilizados por el hombre para un mejor estilo de vida. Los productos de los que se ha servido el hombre a lo largo de la historia para mejorar su nivel de vida son fabricados a base de materiales, la vivienda es una edificación cuya principal función es ofrecer refugio a las personas.

Algunas investigaciones de los últimos años han estudiado el empleo de materia prima como es las fibras de carbono y vidrio en la construcción.

Los primeros indicios del material de la fibra de vidrio se dieron hace más de los mil años, comenzó en la época de los egipcios donde realizaron ensayos para la obtención de la fibra de vidrio, se dice que, por un incidente ocasional, unos beduinos calentaban comida sobre unas piedras y hallaron diminutos filamentos de vidrios, formados por la fusión de la arena con el fuego.

En el año 1958 Roger Bacon creó las fibras de mayores rendimientos de carbono, se desarrolló inicialmente para la industria aeronáutica y espacial con el pasar de los años se extendió y su utilización la aplican para diversos campos. En la década de los 70 con un arduo trabajo en experimentos encontraron materias primas que condujeron a emplear como alternativa a la fibra de carbono a partir de la transformación del petróleo, esta fibra contaba con un 85% de carbono y una alta resistencia a la flexión. En la actualidad podemos observar que su uso también es utilizado en el mundo de la construcción.

En el año 1965 DuPont empezó con la comercialización por lo que el material es muy resistente y su mecanización es difícil. El descubrimiento fue de gran avance en crecimiento de nuevos materiales poliméricos.

Como sucede con la mayoría de los descubrimientos, el poliestireno apareció en nuestras vidas por casualidad, a principios del año 1839. El estireno es una molécula que se encuentra de forma natural en la resina de liquidámbar común, árbol originario del Mediterráneo Oriental, los egipcios usaban una resina para embalsamar a los muertos, la baja descomposición del componente

lo hacía muy útil para el proceso. Finalmente llegamos a 1951 cuando BA SF desarrolló el poliestireno expandible que hoy se conoce como EPS bajo la marca comercial Styropor. (Knauf Industres, 2017)

Los materiales son elementos que forman cualquier cosa o producto, desde el principio de la civilización, los materiales de construcción han sido utilizados por el hombre para un mejor estilo de vida. Los productos de los que se ha servido el hombre a lo largo de la historia para mejorar su nivel de vida son fabricados a base de materiales, la vivienda es una edificación cuya principal función es ofrecer refugio a las personas.

Las sociedades del Caribe de la parte interna de nuestro hermano país Colombia son sectores construidos con materia prima natural como cimentación estructural de fuste, con techos protectores con dos caídas, elaboradas con hojas de palmar de la comunidad, con una cimbra hecha de esterillas guadua relleno de distintas materias de procedencia vegetal.

Los añejos habitantes de la zona diversificaron desde hace muchos años emplear la caña guadua, implementando desde un principio el “Bahareque Rustico” y esterilla para una mejor sostenibilidad al encofrado común de los distintos materiales compactando a golpes mediante un instrumento pesado y grueso llamado pisón.

Los principales métodos en la industria de la construcción a nivel mundial en la actualidad son las viviendas de troncos y prefabricadas que llegan a la industrialización, se emplea el uso de la estructura metálica de acero, juntando los materiales.

Las viviendas de troncos tienen un significativo en el modo de la construcción ya que estas casas eran de antaño y eran habitadas por europeos.

2.1.2 Historia de la mampostería

Se dice que la mampostería fue inventada hace aproximadamente 15,000 años por un nómada, cuando, al no encontrar refugio natural para protegerse, decidió apilar piedras para formar el lugar donde guardarse.



Figura 1. Historia de la Mampostería
Fuente: (Aguilar, 2016)

Entre 1820 y 1840, se usa por primera vez una mampostería reforzada y se inventa el horno de producción continua. En 1923 el departamento de obras públicas del gobierno de la india publicó una serie de pruebas que tomaron dos años en su desarrollo, lo que marcó el comienzo del desarrollo moderno de la mampostería de ladrillo reforzada.

Filippi formalizó sus descubrimientos en un pequeño manual de diseño que sirvió de referencia para las construcciones de 1930. También apareció la mampostería de ladrillo con huecos lo que facilita la colocación de acero de refuerzo en su interior. Entre 1850 y 1870 se inventa y patenta el bloque de concreto, el ladrillo sílico-calcáreo y el concreto armado. En 1824 se inventa y patenta el cemento Portland. Entre finales del siglo XVIII y el siglo XIX en 1976 se patenta el cemento romano que era una cal hidráulica.

Por necesidad de sobrevivencia se logró desarrollar la mampostería, así mejorar la calidad de vida de los primeros habitantes.

La mampostería se desarrolló por el mortero de barro, en el tiempo de las primeras aldeas. Estos vestigios se encuentran desde las Islas de Aram, en Irlanda hasta Catal Hüyük en Anatolia. El mismo sistema fue utilizado 10,000 años después por los Incas. (Aguilar, 2016)



Figura 2. Mampostería reforzada
Fuente: (Aguilar, 2016)

La forma cónica se repite y se presenta en lugares distantes en momentos de desarrollo semejantes; estas unidades se encuentran en muros construidos en Mesopotamia con una antigüedad de 7000 años y en la zona de la zona de la costa norte de Perú, en Huaca Prieta con antigüedad de 5000 años.

En el año 25 a.C., se construyeron muros con el nuevo mortero de cal de acuerdo con el relato de Vitruvio y esos se entran en Baia y Pitouli en los alrededores del monte Vesubio.

“El primer templo de forma sumeria fue edificado en la ciudad de Uruk (2900 a.C.) este primer zigurat está construido enteramente con adobes unidos con capas de betún”. (Aguilar, 2016)

Desarrollaron formas estructurales variadas que se aplicaron según las necesidades de aspiraciones:

- Muros de contención: Empleando lajas de piedra de forma alargada para una vez acomodadas interactúan por fricción con el peso del terraplén.
- Grandes pirámides: La pirámide del sol en Teotihuacan fue construida hacia el año 500 a.C., y tiene un núcleo de adobes que soporta el revestimiento de piedra.
- Edificios cubiertos: Durante el periodo clásico en Teotihuacan se depuró la técnica de construcción de soportes prismáticos.

2.1.3 Aspectos históricos de las estructuras de mampostería

Desde épocas remotas, el hombre ha tenido la necesidad de tener un espacio que le permita protegerse de las inclemencias del medio ambiente. El hombre primitivo que inicialmente usaba las cavernas como refugios, comienza a construir viviendas artificiales debido a la necesidad de

trasladarse de un lugar a otro. A medida que el hombre se torna sedentario, entre los años 8000 y 4000 a.C., se realizó el apilamiento de piedras, lo cual permitía protegerse de los peligros en su entorno y a través de esto se comenzó con las primeras estructuras construidas.



Figura 3. *Apilamiento de piedras naturales*
Fuente: (Oscar, 2005)

El desarrollo de la mampostería como materiales de construcción dio lugar a la utilización del barro como mortero, lo que facilitó apilar y acomodar de mejor manera las piedras con formas irregulares. Durante esta etapa muy probablemente se posibilitaron los primeros asentamientos humanos de importancia.

Una vez que los constructores aprendieron que la piedra resiste mejor si se le coloca en la edificación en la misma posición que tenía en el yacimiento de donde fue extraída, comienzan a utilizar piezas labradas. Debido a la falta de piedras naturales en el cuarto milenio a.C., los sumerios iniciaron la fabricación de piezas naturales de arcilla y paja, mediante el uso de moldes que se dejaban secar al sol. Dentro de este esquema, el molde fue una herramienta instrumental para el avance de la construcción de estructuras de mampostería, ya que permitió la fabricación rápida y práctica de las piezas. Además, el uso del molde permitió que las piezas fueran de tamaño y forma uniforme, concediendo mayor libertad para la construcción de edificaciones y monumentos.

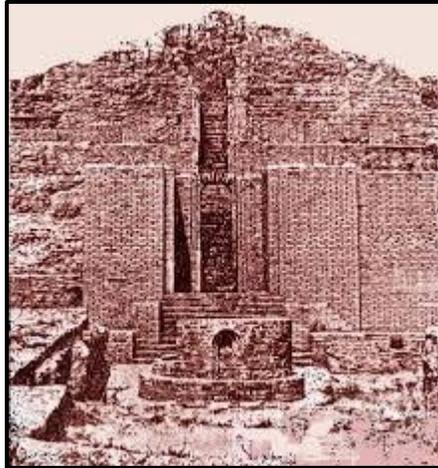


Figura 3. Estructura de mampostería construida con piezas artificiales
Fuente: (Oscar, 2005)

2.2 Marco Referencial

Según (Valdiviezo Ramirez & Vera Falcones, 2019). Elaboración de paneles de revestimiento para paredes a base de fibra de vidrio y estopa de coco para viviendas de interés social en la ciudad de Guayaquil. Universidad de Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, Ecuador.

“Es muy importante desarrollar este proyecto por la radicación en la reutilización de desechos para beneficios de la sociedad, indican que utilizaran una técnica que permitirá comprobar la factibilidad del componente del revestimiento, analizando el comportamiento de la resistencia a la compresión, humedad, temperatura, entre otros.”

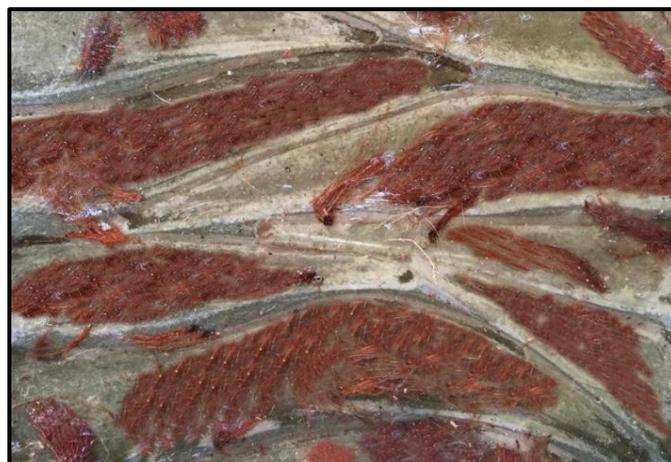


Figura 4. Elaboración de la muestra
Fuente: (Valdiviezo Ramírez & Vera Falcones, 2019)

Otro proyecto de mayor importancia es de Ing. Civil Jofre Martínez quien realizó un análisis comparativo del adoquín convencional y de un prototipo al que agregó fibras orgánicas e inorgánicas la que contaba con la fibra de vidrio y la estopa de coco, como conclusión de estos elementos dieron como resultado la elevación de la resistencia del material con considerables porcentajes presentados a continuación: con los ensayos realizados se determina que la resistencia a compresión característica aumenta con todos los tipos de fibras, al adicionar 0,1% de fibra de polipropileno aumenta la resistencia 22% al adicionar estopa de cocoa en 0,2% su resistencia aumenta 13% y con la adición del 0,2% de fibra de vidrio la resistencia incrementa en 9% a los 28 días de edad. (Martínez, 2016)



Figura 5. *Adoquines con estopa de coco y fibras de vidrio*
Fuente: (Martínez, 2016)

Factibilidad de la industrialización de productos con la fibra de coco. García (2015) realizó un análisis experimental y descriptivo:

Se determinó que la corteza de este fruto al ser procesada aporta a la reducción de desechos contaminantes, además destaca la utilidad de este elemento en particular en la construcción, esta afirmación la determina al considerar su propiedad termo acústica.



Figura 6. Láminas de fibra de coco
Fuente: (García, 2015)

Rosado (2018) autor del estudio comparativo de los controles de calidad de los proyectos y obras de construcción en Europa, caso de estudio quien expresa que:

Incorporación de técnicas de gestión de calidad a los procesos de ejecución de obras supondrán con toda seguridad, la inclusión en los procesos constructivos de salvaguardas y garantías de satisfacción de la normativa concerniente de usuario – cliente con posterioridad a la recepción de las obras.

Según Guglielmo (2017) en su informe sobre los residuos orgánicos en la construcción menciona que: “el primer paso para tener en cuenta es trabajar con los gobiernos replanteando los códigos de construcción y regulaciones para que los residuos sean vistos como recursos, brindando así la oportunidad de reutilizar a escala industrial”

Por otro lado, los autores colombianos Beltrán & Martínez (2017) de la tesis Comparación de prototipo de fachadas termoacústicas fabricadas con fibras vegetales para vivienda unifamiliar con fachada de tipo estándar de concreto vaciado indican que:

Durante el proceso de investigación lograron identificar dos fibras con excelente potencial para el desarrollo de la temática abordada, que hoy en día son consideradas por un gran número de industrias como desechos orgánicos; entre ellas se encuentran la fibra de coco, que en los últimos años en países como Brasil se ha convertido en un contaminante en las playas debido a su mala disposición.

De acuerdo con el trabajo realizado por Bandezú (2018), se verifica que los paneles de fibra de vidrio es un material fibroso que es obtenido al hacer fluir el vidrio fundido a través de una pieza de agujeros demasiados finos en forma vertical, sin embargo, cuando el vidrio se solidifica tiene flexibilidad para ser usado como fibra.

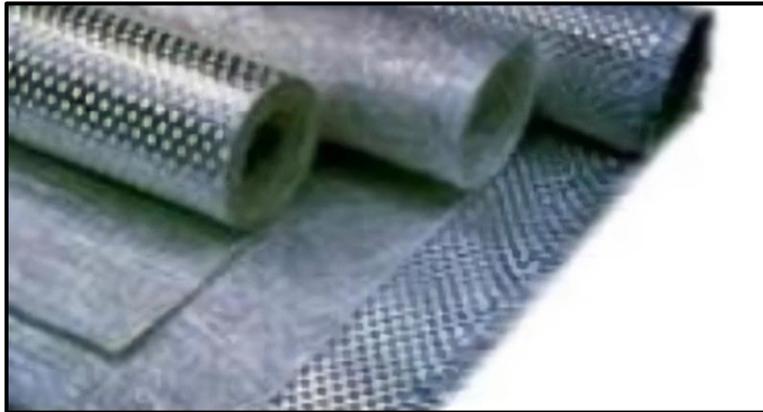


Figura 7. Fibra de carbono
Fuente: (Bandezú, 2018)

2.3 Marco conceptual

2.3.1 El kevlar y su resistencia

El kevlar es resistente a altas temperaturas por los tejidos elaborados a partir del hilo, la característica principal es la materia perfecta para los tejidos diseñados para soportar altas temperaturas. El comportamiento en las temperaturas bajas es favorable por sus defectos de degradación de hasta los -195°C .

Es un material más liviano que el acero y tiene una mayor dureza, la resistencia del kevlar se debe al modo en que lo forman enlaces por puentes de hidrógeno entre las cadenas del polímero, además de eso absorbe energía antes de romperse.

2.3.2 Stephanie Kwolek: Más fuerte que el acero

Traspasamos los límites de la protección, el rendimiento y la fortaleza. Dupont (2019) afirma que:

Stephanie Kwolek fue una pionera en la investigación de polímeros y obtuvo varias patentes y premios a lo largo de su carrera. Su logro más notable fue el trabajo innovador que condujo a la creación de Kevlar, un material increíblemente fuerte que traspasa los límites de lo posible.



Figura 8. *Stephanie Kwolek: guantes de Kevlar*
Fuente: (Dupont, 2019)

2.3.3 Resistencia a la tracción

“La estructura del Kevlar está compuesta de varios enlaces entre cadenas. Estas cadenas están entrecruzadas con enlaces de hidrógeno, lo que genera una resistencia a la tracción diez veces mayor que la del acero con el mismo peso”. (Dupont, 2019)

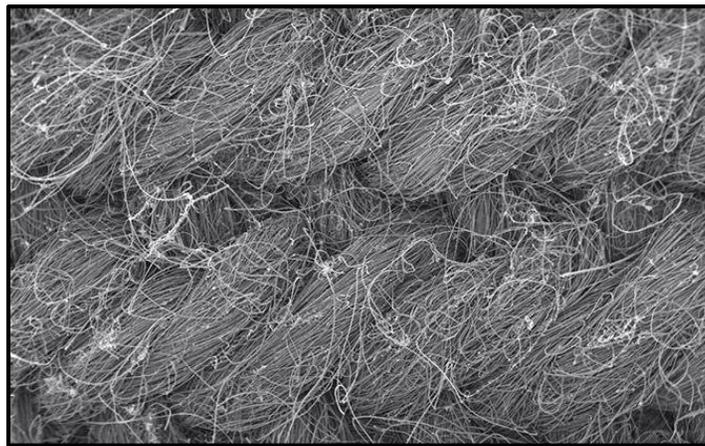


Figura 9. *Enlaces de Hidrógeno*
Fuente: (Dupont, 2019)

2.3.4 Resistencia Balística

“La fibra de Kevlar está hilada de manera tan hermética que es casi imposible separarlas. Cuando una bala u otro proyectil de alta velocidad impacta con kevlar, las fibras lo atrapan, absorben y disipan su energía”. (Dupont, 2019)

2.3.5 Resistencia a pinchazos y cortes

“Las cadenas moleculares totalmente extendidas y alineadas a la perfección dentro de la fibra de kevlar, esta proporcionada una fuente barrera de defensa contra tajos, cortes y pinchazos”. (Dupont, 2019)



Figura 10. Cadenas moleculares
Fuente: (Dupont, 2019)

2.3.6 Resistencia al calor

“Kevlar es resistente a las llamas de manera intrínseca y suministrada protección contra peligros térmicos hasta 425°C. Además, las fibras de kevlar no se derriten, gotean ni favorecen la combustión”. (Dupont, 2019)



Figura 11. Resistencia al calor
Fuente: (Dupont, 2019)

2.3.7 Fibra de carbono en el mundo de la construcción

Hoy por hoy se ha puesto en práctica una técnica de reforzamiento en base de textiles de fibra de carbono, el mismo que es utilizado como reforzamiento para aumentar la resistencia estructural en la construcción.

La fibra de carbono es la unión de miles de filamentos con diámetros entre 5 y 10 μm , se trata de una fibra sintética porque se fabrica a partir del poliacrilonitrilo (PAN). Los hilos del PAN entrelazados conforman la fibra de carbono. Sus propiedades mecánicas son similares a las del acero, adicionalmente es un material muy liviano, como el plástico con una densidad de 1755 kg/cm^3 . La fibra de carbono puede ser utilizada para reforzar vigas y restaurar su capacidad a la tensión.

Por otro punto un encamisado de la fibra de carbono en columnas se considera una mejor disposición porque restaura su capacidad para resistir esfuerzos de tensión cuando el acero ha dejado de ejercer su función y aumenta el confinamiento.

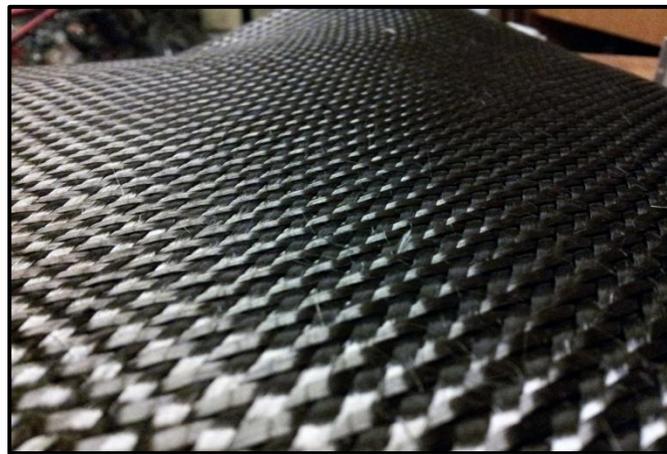


Figura 12. Fibra de Carbono
Fuente: (CarboSystem)

2.3.8 Fibra de vidrio

La fibra de vidrio presenta propiedades para uso como elemento estructural, tiene suficiente rigidez y resistencia como para soportar golpes y flexiones sin modificar sus propiedades. Es uno de los materiales más comunes tanto para construcción como para almacenamiento de líquidos.

Si requiere de un material apto para sostener elevadas cargas en combinación con el hormigón, sea de incorporar el requerimiento de resistencia ante los álcalis del hormigón, ante el problema actual de corrosión en las armaduras de las estructuras de hormigón, la fibra de vidrio

en la actualidad está siendo muy utilizada y tiene un número de creciente ascendente en las obras.



Figura 13. Fibra de vidrio
Fuente: Pintulac

2.3.9 Bloques EPS

Los bloques de Poliestireno Expandido se emplean como materia prima para llevar a cabo aligeramientos, caracterizaciones, entre otras. Con textura esponjosa que es empleado principalmente en las distintas zonas una de ellas la construcción, donde se utiliza principalmente como aislamiento térmico. Este material viene de la familia Termoplásticos como lo es el poliestireno. El volumen de este material más o menos es un 98% de aire y de materia sólida el 2%.

En la construcción el empleo de los bloques EPS como aislamiento térmico permite que no haya mucho consumo energía en la climatización de edificaciones.

La transformación del proceso de los bloques EPS facilita la amplia variación en las propiedades y en la densidad de sus materiales, permitiendo cualquier tipo de acabado interior o exterior. Aproximadamente un 25% en la estructura existiría un ahorro respecto a las construcciones tradicionales.



Figura 14. Sistema Constructivo: Unidades Modulares de Poliestireno Expandido (EPS)
Fuente: Arquitectura, 2015

2.3.10 Pared

En la construcción, las paredes se utilizan como elementos para delimitar o dividir espacios. Estas pueden construirse con muy diversos materiales. Sin embargo, actualmente los materiales más empleados son el ladrillo y el cartón yeso, siendo menos frecuentes la madera y sus derivados. Si bien en determinadas zonas del planeta menos desarrolladas aún siguen empleándose técnicas ancestrales como las paredes de piedra, adobe o tapial. En climas más benignos, las paredes pueden adoptar aspectos más ligeros y estar conformadas por todo tipo de plantas (como la caña de bambú).

Si la pared tiene función estructural se denomina pared maestra, muro portante o muro de carga. Las paredes o muros de hormigón casi nunca son solo un elemento delimitador, sino que comúnmente son también estructurales, soportando vigas, forjados o placas. También pueden hacerse paredes o muros portantes de bloques de hormigón o de ladrillo macizo, colocados con distintos aparejos, si bien existen paredes o muros de carga de muchos otros materiales.

Las paredes suelen tener tratamientos superficiales de acabado. Las de ladrillo se revisten con morteros de cemento, cal o yeso, que posteriormente se pintan. Las paredes de cartón yeso solo necesitan pintura, mientras que las de madera normalmente se protegen con barnices.

2.4 Marco legal

2.4.1 Plan Nacional para el BUEN VIVIR 2013 – 2017

El Plan Nacional del Buen Vivir (SENPLADES, 2017) en su objetivo 3 contempla el acceso a una vivienda adecuada como un eje fundamental. A continuación, se desarrolla dicho objetivo:

2.4.2 Objetivo 3. Mejorar la calidad de vida de la población.

- Garantizar el acceso a una vivienda adecuada, segura y digna.
- Promover la construcción de viviendas y equipamientos sustentables que optimicen el uso de recursos naturales y utilicen la generación de energía a través de sistemas alternativos.

Este proyecto también está basado en el objetivo 3 y 9 del Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS)

Objetivo 3. Garantizar una vida saludable y promover el bienestar para todos en todas las edades.

2.4.3 Mampostería Estructural – NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN (NEC)

2.4.4 Propiedades mecánicas de la mampostería.

La mampostería posee propiedades mecánicas intrínsecas, entre las que se citan las siguientes:

f_m Resistencia a compresión

f_v Resistencia a corte

f_x Resistencia a flexión

σ - ϵ Relación tensión deformación

La resistencia a tracción de la mampostería se puede despreciar en los cálculos.

2.4.5 Determinación de la resistencia de la mampostería a la compresión f_m

La resistencia a compresión de la mampostería se puede determinar de dos maneras:

- Experimental

- Teórica

Para el efecto se aplicarán los procedimientos establecidos en la norma ACI 530 u otros procedimientos aplicables.

2.4.6 Norma ASTM C518 (Resistencia térmica)

4.1 La resistencia térmica (valor R) se determina con el método de prueba estándar del sector ASTM C518.

4.2 Este método de prueba proporciona un medio rápido para determinar las propiedades de transmisión térmica en estado de aislamiento térmicos y otros materiales con un alto nivel de precisión cuando el aparato se ha calibrado adecuadamente.

4.3 Las propiedades de transmisión térmica de las muestras de un material o producto dado pueden variar debido a la variabilidad de la composición del material; ser afectado por la humedad u otras condiciones: cambia con el tiempo, cambia con la temperatura media y la diferencia de temperatura y dependen de la historia térmica previa. Por lo tanto, debe reconocerse que la selección de valores típicos de las propiedades de transmisión térmica representativa de un material en una aplicación particular debe basarse en la consideración de estos factores y no se aplicará necesariamente sin modificación a todas las condiciones de servicio.

4.3.1 Como ejemplo, este método de prueba establece que las propiedades térmicas se obtendrán en muestras que no contengan humedad libre, aunque en servicio estas condiciones pueden no cumplirse. Aún más básica es la dependencia de las propiedades térmicas de las variables, como la temperatura media y la diferencia de temperatura. Estas dependencias deben medirse o la prueba debe realizarse en condiciones típicas de uso.

4.4 Se debe tener especial cuidado en el procedimiento de medición para muestras que manifiesten homogeneidades apreciables, anisotropías, rigidez o especialmente alta o baja resistencia al flujo de calor. El uso de un aparato medidor de flujo de calor cuando hay puentes térmicos presentes en la muestra puede dar resultados muy poco confiables. Si el puente térmico está presente y es paralelo al flujo de calor, los resultados obtenidos pueden no tener ningún significado. También son necesarias consideraciones especiales cuando las mediciones se realizan a temperaturas altas o bajas, en presiones ambientales especiales que son inertes o peligrosos.

2.4.7 NTE INEN 1782 2009. Textiles, fibras y clasificación

Esta norma nos indica objetivos, definiciones, clasificación, térmicos y sus propiedades.

CAPITULO III

MARCO METODOLOGICO

En este proyecto aplicamos la observación, para llegar a realizar el análisis y elaboración del fenómeno a investigar, para poder determinar las características técnicas del objeto de estudio. En base a lo cual se generó el objetivo general, como el diseño de una pared hecha a base de kevlar, fibra de vidrio, fibra de carbono y rellena de bloques EPS lo cual nos permitirá evidenciar su comportamiento.

En este proyecto aplicaremos **según el nivel de profundización en el objeto de estudio el tipo de investigación experimental**, con el cual tenemos la pauta para detallar las características los materiales a utilizar sobre salen por su resistencia y durabilidad, no son tan dañinos para el medio ambiente.

De igual forma se declara **según el diseño la investigación experimental** donde se evidenciará la estrategia general que adopta para responder al problema de la fibra de vidrio y como sobresale por sus propiedades mecánicas y por ser un material mucho más ligero que el acero, por su capacidad aislante, resistencia, firmeza mucho mayor a los diferentes materiales como el acero, PVC, o aluminio. Además de evidenciar sus agentes resistentes a agresivos en condiciones extremas sin afectar a sus prestaciones.

Bloques EPS son sumamente duraderos, no son tóxicos, también tiene excelente versatilidad, aislamiento térmico, es muy ligero no adsorbe la humedad y puede ser reciclado para nuevos productos.

Para esta investigación se aplicó el método inductivo, es decir las autoras aplicaron sus propios pasos y etapas que debe seguir el prototipo. Una vez obtenido los diferentes diseños se procedió a verificar que cumplan con los resultados similares o superior de un bloque tradicional según la norma.

A través de los distintos ensayos realizados a los diferentes modelos diseñados, se fue obteniendo los resultados; y esto llevó a la conclusión que solo 10 diseños para este prototipo innovador de pared se necesitarán. Los resultados obtenidos en los dos últimos diseños fueron similares a la de un prototipo tradicional, por esta razón en lo que concierne a resistencia y flexión estos diseños pudieron ser aprobados.

Mientras en lo que respecta a el diseño obtenido de los últimos modelos, en estos también se mostró muy buena apariencia y estéticamente perfecto, ya que no se observa hilachadas de ninguna fibra y no tuvo corrosión el bloque EPS.

3.1 Técnicas

Las técnicas que se ha utilizado en este proyecto de investigación:

3.1.1 Experimento

De acuerdo con la información obtenida previamente de los materiales a utilizar para nuestro proyecto de manera experimental, son la fibra de vidrio, fibra de carbono, kevlar y bloques EPS, esto se llevó a cabo de manera empírica, realizando algunos prototipos en los cuales hubo variación de su dosificación, a continuación, detallamos los distintos ensayos:

3.1.2 Ensayo a la compresión:

3.1.3 Ensayo #1

- Materiales para la elaboración del prototipo de pared

- Fibra de carbono
- Fibra de vidrio
- Kevlar
- Bloques EPS
- Resina
- Brocha de 2"
- Lija #60

3.1.4 Preparación de los materiales

Primero empezamos con una navaja del bloque EPS con las dimensiones 40cm x 20cm x 7cm, dichas medidas utilizada para el primer ensayo de compresión.

Luego se procedimos a limpiar las hilachas que sobresalen en la fibra de vidrio y así poder cortarla sin ningún inconveniente; el mismo procedimiento se realizó con la fibra de carbono. Después de obtener estos moldes se procedimos a cortar el kevlar con las mismas dimensiones antes mencionadas.



Figura 15. Recortes de las fibras de vidrio, carbono y kevlar
Elaborado por: (Cotto & Macas, 2021)

3.1.5 Desarrollo del experimento (Ensayo#1)

Para la ejecución de este prototipo de pared, utilizamos las siguientes dosificaciones en los distintos materiales antes mencionados:

- Bloques EPS (40cm x 20cm x7cm)
- Fibra de carbono (40cm x 20cm)
- Fibra de vidrio (40cm x 20cm)
- Kevlar (40cm x 20cm)
- Resina (60gr)
- Cepillo (1 unidad)
- Lija #60 (1 formato A4)

Primero seleccionamos nuestro bloque EPS previamente cortado con las dimensiones (40cm x 20cm x7cm); elegimos las caras que iban a ser utilizadas para este prototipo.

Antes de colocar los materiales pusimos en el envase pertinente la resina que se iba a utilizar, seguido procedimos a colocar una capa de kevlar solo en la cara exterior del prototipo y colocamos otra capa de resina (20gr) sobre este marial.

Después forramos el bloque EPS con una capa de la fibra de vidrio y en esta iba a estar aplicada una primera mano de resina (20gr) esperamos 20 minutos que seque.



Figura 16. Capa de resina en fibra de vidrio
Elaborado por: (Cotto & Macas, 2021)

Luego colocamos fibra de carbono en la cara exterior e inferior del diseño, la cual también fue cubierta por la última capa de resina (20gr).

Una vez terminando todo este procedimiento, dejamos reposar por 24 horas, en un lugar fresco.

3.1.6 Resultados del Prototipo #1

Como resultado de esta primera muestra, se pudo observar que el secado de este prototipo durante las 24 horas no fue suficiente, esto presentó un problema ya que por no tomar compactación entre los materiales estos empezaron a deformarse, por lo que fácilmente se visualizó que faltaba el secante en la preparación de la resina.

También se pudo observar que la resina al tomar contacto con el bloque EPS se empezó a carcomer, lo cual provocó desniveles en el molde del prototipo.



Figura 17. Corrosión del bloque EPS
Elaborado por: (Cotto & Macas, 2021)

3.1.7 Desarrollo del experimento (Ensayo #2)

Para la ejecución de este prototipo de pared, utilizamos las siguientes dosificaciones en los distintos materiales antes mencionados:

- Bloques EPS (40cm x 20cm x 7cm)
- Fibra de carbono (40cm x 20cm)
- Fibra de vidrio (40cm x 20cm)
- Kevlar (40cm x 20cm)
- Resina (110gr)
- Secante (40gr)
- Cepillo (1 unidad)
- Lija #60 (1 formato A4)

En este ensayo procedimos a cambiar el orden de colocación de los materiales. Primero tomamos el bloque EPS previamente cortado con las diferentes dimensiones (40cm x 20cm x 7cm); elegimos las caras con menos imperfecciones para ser utilizadas en este prototipo.

Seguido colocamos 1 lamina de fibra de carbono en todas las caras del prototipo para así evitar la corrosión del bloque EPS al momento de colocar la resina y el secante, ya que esta fibra tiene sus hilos más duros y con menor espacio entre sí. Colocamos con el cepillo la primera mano de resina (30gr) y secante (10gr), dejamos reposar por 5 minutos.

Luego procedimos a colocar una capa de kevlar solo en la cara exterior del prototipo y colocamos con el cepillo otra cara de resina (20gr) y secante (10gr) sobre este material.



Figura 18 . Colocación del kevlar
Elaborado por: (Cotto & Macas, 2021)

Después adjuntamos una capa de la fibra de vidrio en cada cara y en esta iba a estar aplicada obra mano de resina (60gr) y resina (20gr) esperamos 20 minutos a que seque.

Una vez terminado todo este procedimiento, dejamos reposar por 24 horas, en un lugar fresco.

3.1.8 Resultados del prototipo #2

En el ensayo #2 se pudo observar que el tema de secado de la fibra de vidrio y el kevlar mejoro, pero la fibra de carbono no evito en su totalidad la corrosión del bloque EPS al momento de aplicar la resina y secante.

Por lo que la fibra de carbono si presento irregularidades con su diseño y no quedo totalmente seco, ni se compacto con el bloque EPS.

3.1.9 Desarrollo del experimento (Ensayo #3)

Para la ejecución de este prototipo de pared, utilizamos las siguientes dosificaciones en los distintos materiales antes mencionados:

- Bloques EPS (40cm x 20cm x7cm)
- Fibra de carbono (40cm x 20cm)
- Fibra de vidrio (40cm x 20cm)
- Kevlar (40cm x 20cm)

- Resina (110gr)
- Secante (30gr)
- Cepillo (1 unidad)
- Lija #60 (1 formato A4)
- Lamina de aluminio (40cm x 20cm)

Al igual que en el primer ensayo se colocará los distintos materiales en el mismo orden. Primero tomamos nuestro bloque EPS previamente cortado con las dimensiones (40cm x 20cm x 7cm); elegimos las caras que con menos imperfecciones quedaron luego de utilizar la lija en los lados de este prototipo.

Seguido colocamos 2 láminas de aluminio en la cara externa e interna del prototipo, para así evitar la corrosión del bloque EPS.



Figura 19. Lámina de aluminio sobre el bloque EPS
Elaborado por: (Cotto & Macas, 2021)

Antes de colocar los demás materiales pusimos en el envase la mezcla de la resina y el secante que se iba a utilizar por cada cara.

Luego procedimos a colocar una capa de kevlar solo en la cara exterior del prototipo y colocamos con el cepillo otra capa de resina (50gr) y secante (10gr) sobre este material.

Después adjuntamos una capa de la fibra de vidrio en cada cara y en esta iba a estar aplicada otra mano de resina (30gr) y secante (10gr) esperamos 20 minutos a que más o menos se seque.

Luego colocamos fibra de carbono en la cara exterior e inferior del diseño, la cual también fue cubierta por ultima capa de resina (30gr) y secante (10gr).

Una vez terminado todo este procedimiento, dejamos reposar por 24 horas en un lugar fresco.

3.1.10 Resultados del prototipo #3

En el ensayo #3 se pudo observar que el tema de secado fue más rápido y eficiente. Las láminas de aluminio evitaron la corrosión del bloque EPS al momento de aplicar la resina y secante en las fibras.

El diseño del prototipo no quedó perfecto, ya que por los laterales de las caras se sobresalía algunas fibras, esto se produjo al momento de ir aplicando la resina y el secante en los materiales, ya que no tenían ningún anclaje que le termina estar estáticos por lo cual se movían de su lugar de origen.

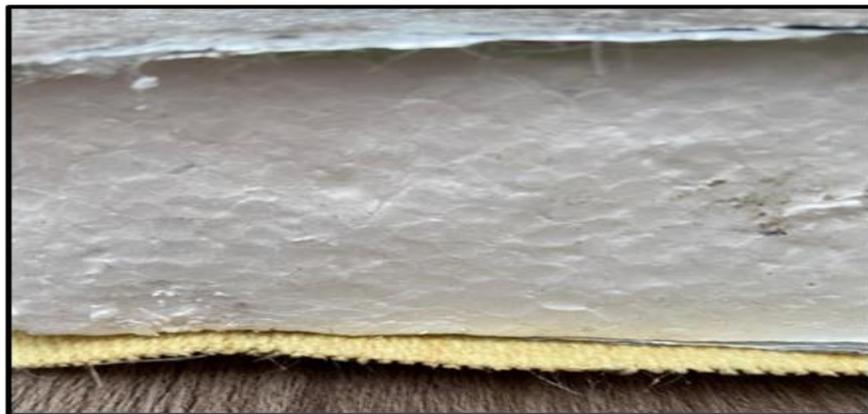


Figura 20. Desniveles de los materiales
Elaborado por: (Cotto & Macas, 2021)

3.1.11 Desarrollo del experimento (Ensayo #4)

Para la elaboración del cuarto prototipo de pared aumentamos las dosificaciones de la resina y secante, por otro lado, también cambiamos algunos materiales de los antes mencionados:

- Bloque EPS (40cm x 20cm x 7cm)
- Fibra de carbono (40cm x 20cm)
- Fibra de vidrio (40cm x 20cm)
- Kevlar (40cm x 20cm)

- Resina (150gr)
- Secante (30gr)
- Brocha (1 unidad)
- Sierra (1 unidad)
- Clavos (6 unidades)
- Lámina de aluminio (40cm x 20cm)

Al igual que en el ensayo anterior se colocará los distintos materiales en el mismo orden. Primero tomamos el bloque EPS previamente con sierra con las dimensiones (40cm x 20cm x 7cm); la sierra nos permitió tener unas caras más lisas casi sin ningún desnivel.

Seguido colocamos 2 láminas de aluminio en la cara externa e interna del prototipo, para así evitar la corrosión del bloque EPS.

Antes de colocar los demás materiales pusimos en el envase la mezcla de la resina y el secante que se iba a utilizar por cada cara, luego procedimos a colocar una capa de kevlar solo en la cara exterior del prototipo y colocamos con la brocha otra capa de resina (50gr) y secante (10gr) sobre este material.

Después adjuntamos rápidamente una capa de la fibra de vidrio en cada cara antes de que se secase el kevlar para así poder colocar los clavos en los extremos y en medio del prototipo, en esta iba a estar aplicada otra mano de resina (50gr) y secante (10gr) esperamos 10 minutos a que se seque.



Figura 21. Secado de la fibra de vidrio y kevlar
Elaborado por: (Cotto & Macas, 2021)

Luego colocamos fibra de carbono en la cara exterior e inferior del diseño, la cual también fue cubierta por la última capa de resina (50gr) y secante (10gr).

Una vez terminado todo este procedimiento, dejamos reposar por 24 horas, en un lugar fresco.

3.1.12 Resultados del prototipo #4

En el ensayo #4 se obtuvo mayor estabilidad en los externos de los materiales, esto mejora el aspecto del diseño.

En este prototipo al dejarlo secar se pudo observar que el kevlar y las láminas de aluminio no se adhirieron bien al bloque EPS, por lo que al momento de ejercer una mínima presión sobre el prototipo estos materiales se separan entre sí.



Figura 22. *Desprendimiento de la fibra de vidrio del bloque EPS*
Elaborado por: (Cotto & Macas, 2021)

3.2 Ensayo a la flexión

3.2.1 Ensayo #1

3.2.2 Materiales para la elaboración del prototipo de pared.

- Fibra de carbono
- Fibra de vidrio
- Kevlar
- Bloque EPS
- Resina
- Brocha de 2"
- Lija #60

3.2.3 Preparación de los materiales

Primero empezamos moldeando con una navaja el bloque EPS con las dimensiones (53cm x 15cm x 7cm), dichas medidas utilizadas para el primer ensayo de compresión.

Luego procedimos a limpiar las hilachas que sobresalen en la fibra de vidrio y así poder cortarla sin ningún inconveniente; el mismo procedimiento se realizó con la fibra de carbono. Después de obtener estos moldes se procedió a cortar el kevlar con las mismas dimensiones ya antes mencionadas.

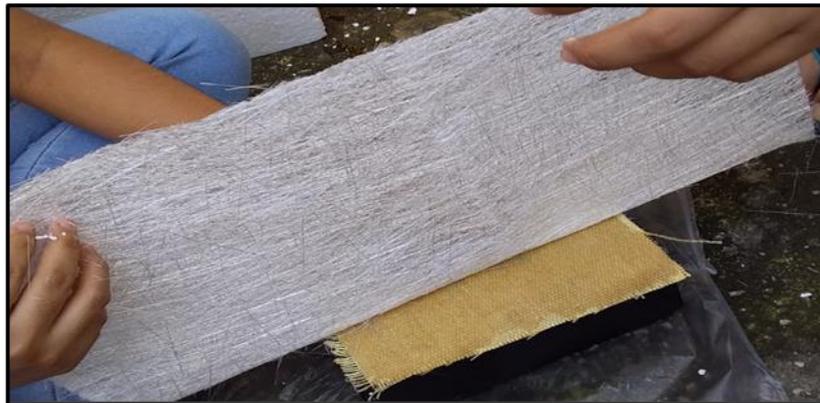


Figura 23. Recortes de las fibras de vidrio
Elaborado por: (Cotto & Macas, 2021)

3.2.4 Desarrollo del experimento (Ensayo #1)

Para la ejecución de este prototipo de pared, utilizamos las siguientes dosificaciones en los distintos materiales mencionados:

- Bloque EPS (53cm x 15cm x 7cm)
- Fibra de carbono (53cm x 15cm)
- Fibra de vidrio (53cm x 15cm)
- Kevlar (53cm x 15cm)
- Resina (90gr)
- Cepillo (1 unidad)
- Lija #60 (1 formato A4)

Primero tomamos nuestro bloque EPS previamente cortado con las dimensiones (53cm x 15cm x 7cm); elegimos las caras que iban a ser utilizadas para este prototipo. Antes de colocar los materiales pusimos en el envase pertinente la resina que se iba a utilizar, seguido procedimos

a colocar una capa de kevlar solo en la cara exterior del prototipo y colocamos otra capa de resina (40gr) sobre este material.



Figura 24. Resina
Elaborado por: (Cotto & Macas, 2021)

Después forramos el bloque EPS con una capa de la fibra de vidrio y en esta iba a estar aplicada una primera mano de resina (20gr) esperamos 20 minutos a que más o menos se seque.

Luego colocamos fibra de carbono en la cara exterior e inferior del diseño, la cual también fue cubierta por la última capa de resina (30gr).

Una vez terminado todo este procedimiento, dejamos reposar 24 horas, en un lugar fresco y seco.

3.2.5 Resultados del prototipo #1

Como resultado de esta primera muestra, se pudo observar que al igual del primer ensayo del prototipo de compresión el secado de este prototipo durante las 24 horas no fue suficiente, esto presento un problema ya que a no tomar compactación entre todos los materiales estos empezaron a deformarse, por lo que fácilmente se visualizó que faltaba el secante en la preparación de la resina.

También se pudo observar que la resina al tomar contacto con el bloque EPS se empezó a carcomer, lo cual provoco desniveles en el molde del prototipo.



Figura 25. Desnivel de la fibra de carbono
Elaborado por: (Cotto & Macas, 2021)

3.2.6 Desarrollo del experimento (Ensayo #2)

Para la ejecución de este prototipo de pared, utilizamos las siguientes dosificaciones en los distintos materiales mencionados:

- Bloque EPS (53cm x 15cm x 7cm)
- Fibra de carbono (53cm x 15cm)
- Fibra de vidrio (53cm x 15cm)
- Kevlar (53cm x 15cm)
- Resina (140gr)
- Secante (50gr)
- Cepillo (1 unidad)
- Lija #60 (1 formato A4)

En este ensayo se procedió a cambiar el orden de colocación de los materiales. Primero tomamos nuestro bloque EPS cortado con las dimensiones (53cm x 15cm x 7cm); seguido lijamos y elegimos las caras con menos imperfecciones para ser utilizadas en este prototipo.

Después colocamos 1 lámina de fibra de carbono en todas las caras del prototipo para así evitar la corrosión del bloque EPS al momento de colocar la resina y el secante, ya que esta fibra tiene sus hilos más duros y con menor espacio, entre sí. Colocamos con el cepillo la primera mano de resina (50gr) y secante (20gr), dejamos reposar por 5 minutos.

Luego procedimos a colocar una capa de kevlar solo en la cara exterior del prototipo y colocamos con el cepillo otra capa de resina (40gr) y secante (10gr) sobre este material.

Después adjuntamos una capa de la fibra de vidrio en cada cara y en esta iba a estar aplicada otra mano de resina (50gr) y resina (20gr) esperamos 20 minutos para que seque.



Figura 26. Colocación de resina y secante a la fibra de vidrio
Elaborado por: (Cotto & Macas, 2021)

Una vez terminado todo este procedimiento, dejamos reposar 24 horas en un lugar fresco.

3.2.7 Resultados del prototipo #2

En el ensayo #2 se pudo observar que el tema de secado de la fibra de vidrio y el kevlar mejoro, pero la fibra de carbono no evito en su totalidad la corrosión del bloque EPS al momento de aplicar la resina y secante.

Por lo que la fibra de carbono si presento irregularidades con su diseño y no quedo totalmente seco, ni se compacto con el bloque EPS.

3.2.8 Desarrollo del experimento (Ensayo#3)

Para la ejecución de este prototipo de pared, utilizamos las siguientes dosificaciones en los distintos materiales antes mencionados:

- Bloque EPS (53cm x 15cm x 7cm)
- Fibra de carbono (53cm x 15cm)
- Fibra de vidrio (53cm x 15cm)
- Kevlar (53cm x 15cm)
- Resina (140gr)
- Secante (50gr)

- Cepillo (1 unidad)
- Lija #60 (1 formato A4)
- Lámina de aluminio (53cm x 15cm)

Al igual que en el primer ensayo se colocará los distintos materiales en el mismo orden. Primero seleccionamos nuestro bloque EPS previamente cortando con las dimensiones (53cm x 15cm x 7cm); elegimos las caras que estén con menos imperfecciones que quedaron luego de utilizar la lija en los lados de este prototipo.

Seguido colocamos 2 láminas de aluminio en la cara externa e interna del bloque EPS.

Antes de colocar los demás materiales pusimos en el envase la mezcla de la resina y el secante que se iba a utilizar por cada cara.

Luego procedimos a colocar una capa de kevlar solo en la cara exterior del prototipo y colocamos con el cepillo otra capa de resina (50gr) y secante (20gr) sobre este material.

Después adjuntamos una capa de la fibra de vidrio con cada cara y en esta iba a estar aplicada otra mano de resina (40gr) y secante (10gr) esperamos 20 minutos a que se seque.



Figura 27. Aplicación de resina y secante a fibra de vidrio
Elaborado por: (Cotto & Macas, 2021)

Luego colocamos fibra de carbono en la cara exterior e inferior del diseño, la cual también fue cubierta por la última capa de resina (50gr) y secante (20gr).

Una vez terminado todo este procedimiento, dejamos reposar por 24 horas en un lugar fresco y seco.

3.2.9 Resultados del prototipo #3

En el ensayo #3 se pudo observar que el tema de secado fue más rápido y eficiente. Las láminas de aluminio evitaron la corrosión del bloque EPS al momento de aplicar la resina y secante en las fibras.

El diseño del prototipo no quedo perfecto, ya que por los laterales de las caras se sobresalía algunas fibras, esto se produjo en el momento de ir aplicando la resina y el secante en los materiales, ya que no tenían ningún anclaje que le termina estar estáticos por lo cual se movían de su lugar de origen.



Figura 28. Hundimiento en bloque EPS
Elaborado por: (Cotto & Macas, 2021)

3.2.10 Desarrollo del experimento (Ensayo #4)

Para la elaboración del cuarto prototipo de pared aumentamos las dosificaciones de la resina y secante, por otro lado, también cambiamos algunos materiales de los antes mencionados:

- Bloque EPS (53cm x 15cm x 7cm)
- Fibra de carbono (53cm x 15cm)
- Fibra de vidrio (53cm x 15cm)

- Kevlar (53cm x 15cm)
- Resina (160gr)
- Secante (60gr)
- Brocha (1 unidad)
- Sierra (1 unidad)
- Clavos (6 unidades)
- Lámina de aluminio (53cm x 15cm)

Al igual que en el ensayo anterior se colocará los distintos materiales en el mismo orden. Primero tomamos nuestro bloque EPS previamente cortado con sierra con las dimensiones (53cm x 15cm x 7cm); la sierra nos permitió tener unas caras más lisas casi sin ningún desnivel.

Seguido colocamos 2 láminas de aluminio en la cara externa e interna del prototipo, para así evitar la corrosión del bloque EPS.

Antes de colocar los demás materiales pusimos en el envase la mezcla de la resina y el secante que se iba a utilizar por cada cara, luego procedimos a colocar una capa de kevlar solo en la cara exterior del prototipo y colocamos con la bocha otra capa de resina (60gr) y secante (10gr) sobre este material.



Figura 29. Colocación de resina y secante
Elaborado por: (Cotto & Macas, 2021)

Después adjuntamos rápidamente una capa de la fibra de vidrio en cada cara antes de que se secase el kevlar para así poder colocar clavos en los extremos y en medio del prototipo, en esta

iba a estar aplicada otra mano de resina (40gr) y secante (10gr) esperamos 10 minutos a que se secará.



Figura 30. Fibra de vidrio y kevlar
Elaborado por: (Cotto & Macas, 2021)

Luego colocamos fibra de carbono en la cara exterior e inferior del diseño, la cual también fue cubierta por la última capa de resina (60gr) y secante (10gr). Una vez terminado todo este procedimiento, dejamos reposar por 24 horas.

3.2.11 Resultados del prototipo #4

En el ensayo #4 se obtuvo mayor estabilidad en los extremos de los materiales, esto mejora el aspecto del diseño. En este prototipo al dejarlo secar se pudo observar que el kevlar y las láminas de aluminio no se adhieren bien al bloque EPS, por lo que al momento de ejercer una mínima presión sobre el prototipo estos materiales se separan entre sí.



Figura 31. Socavación en la mitad del diseño
Elaborado por: (Cotto & Macas, 2021)

CAPÍTULO IV

PROPUESTA

4.1 Fundamentación de la propuesta.

Una de las principales características de este prototipo de pared es que se evalúa su módulo de flexibilidad y módulo de compresión el cual será adaptable acorde a las posibilidades, es decir, a través de los ensayos este prototipo obtuvo buenas propiedades mecánicas, entre ellas resistencia a la expansión bajo una fuerza aplicada.

El bloque EPS (60%), fibra de vidrio (20%), kevlar (10%) y fibra de carbono (10%); resina (70%) y secante (10%), el resultado del experimento artesanal con la ayuda de estos materiales para la adherencia de las partículas de las fibras nos dio un prototipo de baja densidad según normas ASTM C 518 para este tipo de resistencia térmica.

4.2 Descripción de la propuesta.

Como finalidad del presente proyecto de investigación fue conseguir un prototipo de pared innovador el cual de una manera adecuada y ventajosa cumpla con los parámetros de resistencia a la compresión y flexión, teniendo como aprovechamiento del bloque EPS, fibra de vidrio, fibra de carbono y kevlar como fuente para el proceso de transformación, incorporando en el mundo de la construcción un nuevo prototipo de pared con las fibras con fibras de vidrio, carbono y kevlar, se logró obtener resultados de baja densidad en el cual puede ser empleado como aislante térmico y paredes interiores divisorias según las normas NEC de Mampostería.

4.3 Materia prima.

Para el desarrollo del prototipo de pared propuesto, se necesita comprobar la disponibilidad de la materia prima en relación con las proporciones del elemento de pared; para esto nos dirigimos a un taller mecánico ubicado al sur de la ciudad de Guayaquil, donde pudimos acceder a la fibra de vidrio a un precio accesible, cada m² de fibra de vidrio a \$1.50; mientras cada m² de fibra de carbono a \$5. Por otro lado, el kevlar lo obtuvimos a \$120 el metro, y el bloque EPS a \$2 la unidad.



Figura 32. Materiales para utilizar
Elaborado por: (Cotto & Macas, 2021)



Figura 33. Resina y Secante
Elaborado por: (Cotto & Macas, 2021)

4.4 Preparación de materiales.

Como primer paso procedimos a cortar el bloque EPS en las medidas pertinentes para los respectivos ensayos de compresión las medidas son 40 x 20 x 7 cm mientras que para el de flexión es 53 x 15 x 7 cm.



Figura 34. Corte del bloque EPS
Elaborado por: (Cotto & Macas, 2021)

El siguiente paso fue cortar las fibras de vidrio, carbono y kevlar de igual medida para ambos ensayos. Y empezar con la preparación del engrudo.



Figura 35. Corte de la fibra de vidrio
Elaborado por: (Cotto & Macas, 2021)



Figura 36. Corte del kevlar
Elaborado por: (Cotto & Macas, 2021)



Figura 37. Preparación del engrudo
Elaborado por: (Comunitecnia, 2011)

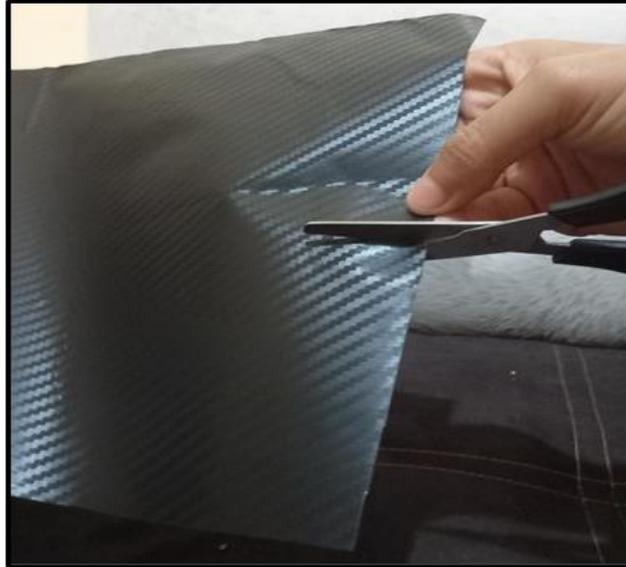


Figura 38. Corte de la fibra de carbono
Elaborado por: (Cotto & Macas, 2021)

4.5 Propuesta final.

En las anteriores pruebas se pudo observar que los materiales no actuaron como teníamos previsto, porque utilizamos unos materiales que no eran compatibles con las fibras, lo que se nos complicó el secado. Para la elaboración de las últimas pruebas en esta obtuvimos mejores resultados, ya que requerimos de otros materiales que ayude con facilidad el pegada de cada material a utilizar.

En este último experimento se realizó varias capas las cuales están demostradas de la siguiente forma:

- Primera capa, se coloca las láminas de aluminio y se hace un barrido de engrudo encima del bloque EPS.
- Segunda capa, se ubica el kevlar con los clavos de acero con otro barrido de resina con secante.
- Tercera capa, colocamos doble láminas de las fibras de vidrio y posteriormente la resina con secante.
- Cuarta y última capa de fibra de carbono añadimos otro barrido de resina con secante.

Nuestra intención es que el prototipo de pared tenga una mejor compresión y flexión teniendo en cuenta que para este ensayo se procedió a un mejor lijado del bloque EPS dándonos como resultado un mejor acabado de la superficie.

4.6 Ensayo a la Compresión.

4.6.1 Materiales para la elaboración

- Fibra de vidrio
- Fibra de carbono
- Kevlar
- Bloques EPS
- Resina 120 gr
- Secante 60 gr
- Engrudo
- Láminas de aluminio
- Brocha de 2"
- Lija #60
- Hoja de sierra 12/300 mm
- Clavos de acero 1 ½ pulg

4.6.2 Procedimiento

Como primer paso de nuestro prototipo de pared fue cortar los bloques EPS en las dimensiones de 40cm x 20cm x 7cm medidas utilizadas para los ensayos de compresión, ya que es una plancha de fibras a la cual se le hace un barrido de engrudo, resina 70 gr y secante 20 gr para colocar la primera capa de aluminio en las caras inferior y exterior.



Figura 39. Colocación de la lámina de aluminio
Elaborado por: (Cotto & Macas, 2021)



Figura 40. Mezcla de resina y secante
Elaborado por: (Cotto & Macas, 2021)

Se coloca la primera capa de kevlar en la cara externa del prototipo ayudándonos con los clavos de acero y a continuación un barrido de engrudo, esperamos unos 15 minutos para que se seque y así colocar la siguiente fibra de vidrio en ambas caras con una ligera pasada de resina de 70 gr con secante 20 gr.



Figura 41. Puesta de kevlar con engrudo y fibra de vidrio con resina y secante
Elaborado por: (Cotto & Macas, 2021)

Dejamos que corra el tiempo aproximadamente 30 minutos y procedimos con el pegado de la fibra de carbono en ambas caras externas e internas incluyendo la resina 70 gr y secante 20 gr.



Figura 42. Implementación de la fibra de carbono encima de las fibras de vidrio y kevlar
Elaborado por: (Cotto & Macas, 2021)

Colocamos una presión empírica y uniforme para proceder con el secado de los materiales, en el momento de la fabricación había una temperatura de 31°C y se dejó actuar el secado unas 24 horas.

Pasada las 24 horas observamos una buena implementación de los materiales y un buen diseño de prototipo apto para las muestras de laboratorio.

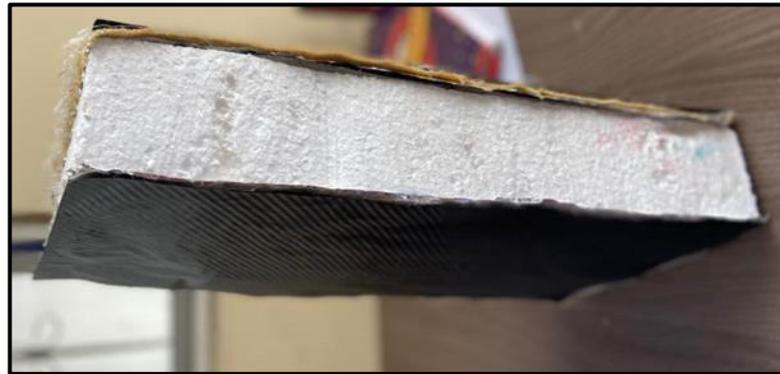


Figura 43. Prototipo listo para ingresar a laboratorio
Elaborado por: (Cotto & Macas, 2021)

4.7 Ensayo a la flexión

4.7.1 Materiales para la elaboración

- Fibra de vidrio
- Fibra de carbono
- Kevlar
- Bloques EPS
- Resina 240 gr
- Secante 60gr
- Engrudo
- Láminas de aluminio
- Brocha de 2"
- Lija #60
- Hoja de sierra de 12/300 mm
- Clavos de acero 1 ½ pulg

4.7.2 Procedimiento

En este ensayo tiene el mismo procedimiento del anterior, lo único que cambia son las medidas en las que se realiza el ensayo de flexión que son las siguientes: 53cm x 15cm x 7cm y procedemos con el barrido del engrudo, resina 80 gr y secante 20 gr para colocar la primera capa de aluminio en las caras inferior y exterior.

Siguiente paso colocamos la capa de kevlar en la cara externa del bloque EPS, y en sus partes inferiores colocando los clavos de acero y por consiguiente un barrido de engrudo, dejando pasar unos 15 minutos para que se seque y proceder a colocar la fibra de vidrio en ambas caras con una ligera pasada de resina de 80gr y secante 20 gr.



Figura 44 . Ligero barrido de kevlar con resina y secante
Elaborado por: (Cotto & Macas, 2021)



Figura 45. Barrido de resina con secante en la fibra de vidrio
Elaborado por: (Cotto & Macas, 2021)

Esperamos aproximadamente 30 minutos y continuamos con el pegado de la fibra de carbono en caras externas e internas, incluyendo la resina 80 gr y secante 20 gr. Pasada las 24 horas observamos una buena implementación de los materiales y un buen diseño de prototipo apto para las muestras de laboratorio.

4.8 Presupuesto de materiales utilizados

Tabla 2

Presupuesto de materiales

DETALLE	CANTIDAD	TOTAL
Kevlar	1 metro	\$120
Fibra de vidrio	1 metro	\$1,50
Fibra de carbono	1 metro	\$5,00
Bloques EPS	1 metro	\$2,00
Resina	1 litro	\$5,00
Secante	1 litro	\$2,50
Hoja de sierra	1 unidad	\$1,30
Clavos de acero 1 1/2	1 libra	\$1,10
Engrudo	1 libra	\$0,75
Lija	1 unidad	\$0,30
Brocha 2 ``	1 unidad	\$0,60
	TOTAL	\$140,05

Nota: Esta tabla muestra la descripción de los materiales utilizados con sus precios.

Elaborado por: (Cotto & Macas, 2021)

Para la realización del prototipo de pared tiene un monto de \$140,05 el mismo que fue usado en las 10 pruebas.

4.9 Datos obtenidos en los ensayos y pruebas de laboratorio

Lo recomendable sería hacer distintas pruebas, con las diez muestras del prototipo de pared elaborados con las medidas de 53cm x 15cm x 7cm para el ensayo de flexión y 40cm x 20cm x 7 cm para el de compresión y comprobar la resistencia de los antes mencionados ensayos, obteniendo como resultado lo siguiente:

4.9.1 Pruebas de laboratorio

4.9.2 Ensayo a la compresión

Los resultados se representan en la siguiente tabla, en donde podemos observar que el prototipo de pared a base de kevlar, fibra de vidrio, carbono y rellena de bloques EPS tiene una favorable resistencia a la compresión.

Tabla 3*Resistencia a la compresión de la muestra.*

Muestra	Fecha de rotura	Peso (gr)	Ancho (mm)	Longitud (mm)	Espesor (mm)	Área (mm ²)	Carga (Kn)	Resistencia (Mpa)	Resistencia Kg/cm ² (1Mpa=10,2kg/cm ²)
1	08/02/2021	480	200	400	70	28000	94,37	16,02	163,40
2	12/02/2021	480	200	400	70	28000	117,1	18,90	192,78
3	15/02/2021	480	200	400	70	28000	140,3	20,16	205,63
4	19/02/2021	480	200	400	70	28000	208,4	26,98	275,20
5	24/02/2021	480	200	400	70	28000	224,0	28,53	291,06

*Nota: Esta tabla muestra el registro de datos en ensayo de compresión**Elaborado por: (Cotto & Macas, 2021)*

4.9.3 Ensayo a la flexión

En la siguiente tabla que se muestra a continuación se reflejan los resultados del ensayo a la flexión obteniendo una favorable resistencia.

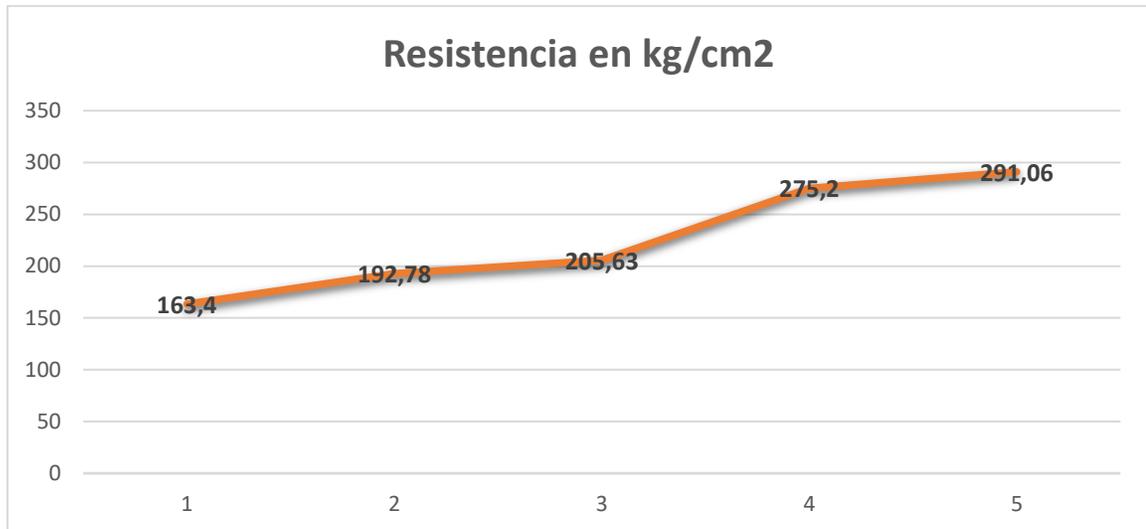
Tabla 4*Resistencia a la flexión de las muestras:*

Muestra	Fecha de rotura	Peso (gr)	Ancho (mm)	Longitud (mm)	Espesor (mm)	Área (mm ²)	Carga (Kn)	Resistencia (Mpa)	Resistencia Kg/cm ² (1Mpa=10,2kg/cm ²)
1	08/02/2021	502	150	530	70	37,100	8,70	0,80	8,16
2	12/02/2021	502	150	530	70	37,100	8,99	0,87	8,87
3	15/02/2021	502	150	530	70	37,100	9,15	0,92	9,38
4	19/02/2021	502	150	530	70	37,100	10,48	1,00	10,20
5	24/02/2021	502	150	530	70	37,100	11,60	1,02	10,40

*Nota: Esta tabla muestra el registro de datos en ensayo de flexión**Elaborado por: (Cotto & Macas, 2021)*

4.9.4 Gráficos de representación en kg/cm²

4.9.5 Resistencia a la compresión

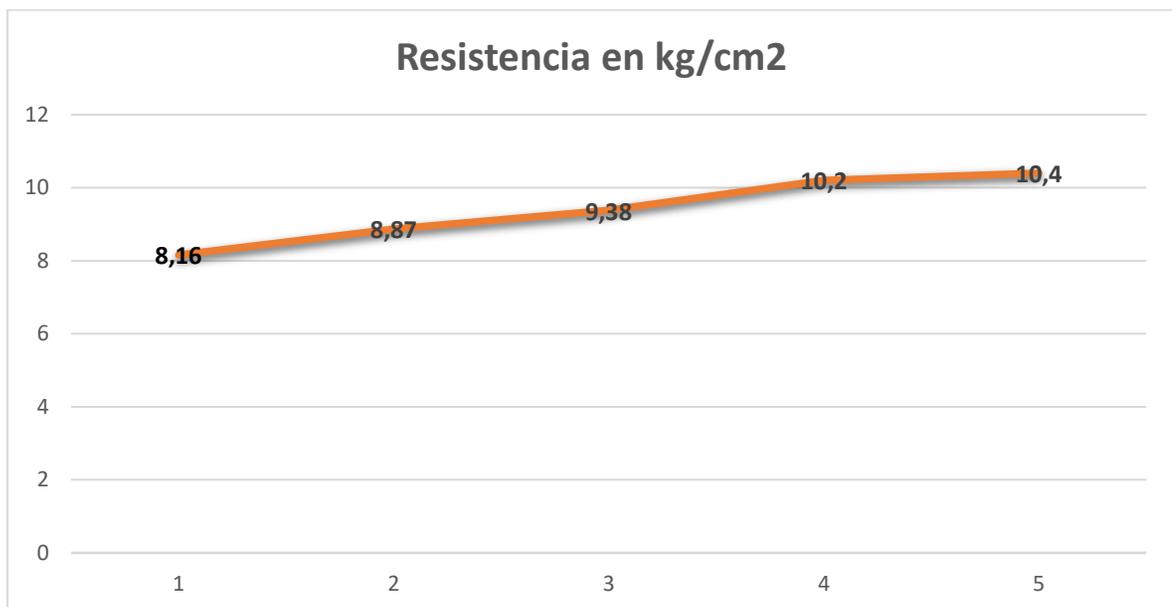


Nota: En este gráfico muestra como varía la resistencia a la compresión de las muestras.

Gráfico 1. Resultado en kg/cm² del ensayo a la compresión

Fuente: Ensayos de laboratorio. Elaborado por: (Cotto & Macas, 2021)

4.9.6 Resistencia a la flexión



Nota: En este gráfico muestra como varía a la flexión de las diferentes muestras.

Gráfico 2. Resultado en kg/cm² del ensayo a la flexión

Fuente: Ensayos de laboratorio. Elaborado por: (Cotto & Macas, 2021)

4.10 Parámetros que debe cumplir un bloque de hormigón y prototipo de pared a base de kevlar, fibra de carbono, fibra de vidrio y rellena de bloques EPS para viviendas

Tabla 5
Parámetros

Parámetros	Compresión kg/cm ²	Flexión kg/cm ²
Bloques de hormigón	219,06	35,40
Prototipo de pared a base de kevlar, fibra de vidrio, fibra de carbono y rellena de bloques EPS	291,06	10,40

*Nota: Esta tabla muestra los parámetros de cumplimiento de dos elementos.
Elaborado por: (Cotto & Macas, 2021)*

Según las normas NTE INEN 3066 en términos y definiciones en el punto 3.1 de hormigón, indique que:

“ Pieza prefabricada de hormigón simple, elaborada con cemento hidráulico, agua, áridos finos y gruesos, con o sin aditivos, en forma de paralelepípedo, con o sin huecos en su interior”

El bloque de hormigón presenta un valor de 219.06 kg/cm² de resistencia a la compresión, mientras que 35.40 kg/cm² en la flexión a los 28 días, el prototipo de pared a base de kevlar, fibras de carbono, fibra de vidrio y rellena de bloques EPS en el ensayo a la compresión supera los valores de un bloque de hormigón tradicional, mientras el ensayo a la flexión presentó resultados no tan similares a lo que dice la norma NTE INEN 3066. El prototipo de pared a base de kevlar, fibras de carbono y rellena de bloques EPS tiene un valor de 291.06 kg/cm² y 10.40 kg/cm² a la flexión a los 28 días.

CONCLUSIÓN

En el presente proyecto de investigación se concluye que la creación de este prototipo de pared solo funciona para interiores como paredes divisorias de áreas, como hoy en día funciona el gypsum, plywood entre otros materiales usados como mampostería en construcción.

El resultado es un análisis importante ya que se alcanzó a determinar qué tipo de proyectos implican a la comunidad y en general, como técnicos, empresas constructoras, entre otros, se logró que esta conclusión sea considerable mediante distintos experimentos que formaron parte de la verificación por ende este prototipo si podría tener apoyo de las empresas públicas y privadas que estén interesados en la innovación en cuanto a materiales; por lo que la compactación de esos materiales llaman mucho la atención tanto en su diseño como también expectativas para seguirlos usando en otros elementos estructurales de la construcción.

La adaptación de todos estos materiales ya antes mencionados para este nuevo diseño si fue posible, ya que cada uno de ellos presento una forma saludable y al momento de ejercer presión sobre ellos en el laboratorio, se pudo obtener buenos resultados de resistencia y flexión, para este es necesario la investigación con más profundidad de los valores dados para una mayor excelencia en los diferentes tipos de materiales.

En efecto, las características de los materiales utilizados para la elaboración del prototipo de pared, se logró recoger datos que son avalados para su uso, por medio de la investigación de similares proyectos que precisaron su utilización en materiales similares en el mundo de la construcción; en los objetivos de investigación da un cumplimiento a los procesos y observaciones en las muestras que delimitan un excelente prototipo.

Puntualizando los procesos para la obtención del prototipo se concluye de suma importancia realizar cuidado en las fases del secado de los materiales, ya que esto repercute en la apariencia del prototipo, el tiempo de secado al momento de aplicar cada capa de los distintos materiales utilizados para este diseño en el bloque EPS es de aproximadamente 15 minutos y 24 horas dejar actuar para tener un mejor resultado al momento de realizar los diferentes ensayos. También se llegó a la conclusión que este prototipo no es apto para viviendas socioeconómicas debido que para realizar este prototipo de pared se utilizó más dinero que en una tradicional, es decir el presupuesto de los materiales fue mayor que en comparación de un precio normal.

Los bloques EPS tiene agentes con aislación térmica, lo cual ayudaría a la disminución de la contaminación del medio ambiente por medio de la mitigación del uso del aire acondicionado.

De tal forma, el presente proyecto hace una contribución a la investigación científica, que tiene como demanda corroborar nuevas iniciativas de los materiales de construcción y así ir evolucionando en el mundo de la construcción con materiales nuevos que ayuden al medio ambiente y la calidad de vida de las personas.

RECOMENDACIONES

En cuanto a los procedimientos realizados se recomienda de manera preventiva, que durante todo el proceso hagan el uso de protección personal tales como mascarillas y guantes, de esta manera estaríamos evitando posibles perjuicios para la salud de quien elabora un proyecto experimental.

Se recomienda a futuros proyectos realizar más investigación sobre otros tipos de comportamientos de este nuevo prototipo de pared.

Respecto a los procedimientos utilizados para la elaboración de este prototipo se recomienda mejorar la adaptación de cada material utilizado y este debe ser realizado en un ambiente abierto ya que así no habría interferencias con otros materiales que puedan alterar los resultados del experimento.

Además, recomendamos tomar en cuenta al momento de realizar la mezcla de la resina y el secante utilizar dichos materiales en un recipiente metálico y de esta manera evitaríamos el desgaste de las medidas del envase antes mencionado: en lo que respecta en la mezcla se recomienda tener mucha precaución y agilidad con el tiempo porque los componentes de estas sustancias son muy agresivos y tienden a generar un secado posteriormente convirtiéndose en grumos.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, M. P. (13 de Septiembre de 2016). Obtenido de <https://prezi.com/kccym5s312k8/historia-de-la-mamposteria/>
- Aguilar, M. P. (13 de Septiembre de 2016). *Historia de la Mamposteria*. Obtenido de <https://prezi.com/kccym5s312k8/historia-de-la-mamposteria/>
- Bandezú. (2018). *Paneles de fibra de vidrio* .
- Beltran, U., & Martinez, C. (2017). *Comparación de prototipos de fachadas termo-acústicas fabricadas con fibra vegetales para vivienda unifamiliar con fachadas de tipo estándar de concreto vaciado*. Bogota: Universidad Católica de Colombia.
- Comunitecna. (Septiembre de 2011). Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=xGvtzgHPVM8>
- Cotto, J., & Macas, A. (2021). *Materiales del Proyecto* .
- Dupont. (2019). *Dupont*. Obtenido de <https://www.dupont.es/kevlar/what-is-kevlar.html#:~:text=Stephanie%20Kwolek%20fue%20una%20pionera,los%201%C3%A9mites%20de%20lo%20posible>.
- Dupont. (2019). *Resistencia Balística*. España: Dupont.
- Dupont. (2019). *Traspasamos los límites de la protección, el rendimiento y la fortaleza*. España: DUPONT.
- Garcia, S. (2015). (*Garcia S. , 2015*) *investigó sobre la factibilidad de la industrialización de productos con la fibra de coco, la investigadora realizó un análisis experimental y descriptivo, lo cual determinó que la corteza de este fruto al ser procesada aporta a la redu*. Guayaquil: Universidad Politécnica Salesiana .
- Guglielmo, C. (2017). *Residuos Orgánicos*. España: Retema.
- Knauf Industres. (2017). *Knauf Industres*.

Martínez, J. (2016). *Elaboración de paneles de revestimiento para paredes a base de fibra de vidrio y estopa de coco para viviendas de interés social en la ciudad de Guayaquil*. Guayaquil: Universidad Laica.

Oscar. (2005).

Rosado, R. (2018). *Comparativo de los controles de calidad de los proyectos y obras de construcción*. Cataluña: Universidad Politecnica de Cataluña.

Valdiviezo Ramirez, & Vera Falcones. (2019). *Elaboración de paneles de revestimiento para paredes a base de fibra de vidrio y estopa de coco para viviendas de interés social en la ciudad de Guayaquil*. Guayaquil: Universidad Laica Vicente de Rocafuerte.

4.13 Anexos 1

Grafica Textiles, fibras y clasificación

CDU: 677.1/5 ICS: 59.060	INEN	CIIU: 3211 TX 01.04-101																			
Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria	TEXTILES. FIBRAS. CLASIFICACIÓN.	NTE INEN 1 782:2009 Primera revisión 2009-06																			
<p>1. OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma clasifica las principales fibras utilizadas para textiles y otros propósitos, de acuerdo a su constitución u origen.</p> <p>1.2 Proporciona los nombres genéricos y las características de cada una de las fibras.</p> <p>2. DEFINICIONES</p> <p>2.1 Para los efectos de esta norma, se adoptan las definiciones contempladas en la NTE INEN 205.</p> <p>3. CLASIFICACIÓN</p> <p>3.1 Las fibras se clasifican de acuerdo a su origen en:</p> <p>3.1.1 <i>Fibras naturales</i></p> <p>3.1.2 <i>Fibras manufacturadas</i></p> <p>3.2 Las fibras naturales se dividen en:</p> <p>3.2.1 <i>Fibras vegetales</i></p> <p>3.2.1.1 <i>Fibras provenientes de semillas y frutos (ver tabla 1)</i></p> <p style="text-align: center;">TABLA 1. Fibras de semillas y frutos</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>NOMBRE COMÚN</th> <th>GÉNERO</th> <th>ESPECIE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">Akund</td> <td rowspan="2">Calotropis</td> <td>Gigantea</td> </tr> <tr> <td>Procera</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">Algodón</td> <td rowspan="4">Gossypium</td> <td>Arboreum</td> </tr> <tr> <td>Barbadense</td> </tr> <tr> <td>Herbaceum</td> </tr> <tr> <td>Hirsutum</td> </tr> <tr> <td>Coco</td> <td>Cocus</td> <td>Nucífera</td> </tr> <tr> <td>Kapok</td> <td>Ceiba</td> <td>Pentandra</td> </tr> </tbody> </table> <p>3.2.1.2 <i>Fibras provenientes de hojas (ver tabla 2)</i></p> <p style="text-align: right;"><i>(Continúa)</i></p> <p>DESCRIPTORES: Tecnología textil, fibras textiles, clasificación.</p>			NOMBRE COMÚN	GÉNERO	ESPECIE	Akund	Calotropis	Gigantea	Procera	Algodón	Gossypium	Arboreum	Barbadense	Herbaceum	Hirsutum	Coco	Cocus	Nucífera	Kapok	Ceiba	Pentandra
NOMBRE COMÚN	GÉNERO	ESPECIE																			
Akund	Calotropis	Gigantea																			
		Procera																			
Algodón	Gossypium	Arboreum																			
		Barbadense																			
		Herbaceum																			
		Hirsutum																			
Coco	Cocus	Nucífera																			
Kapok	Ceiba	Pentandra																			

Nota: En esta norma encontramos definiciones, descripción de fibras y clasificación

Fuente: Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria (2009)

4.14 Anexo 2

Fibras de hojas

NTE INEN 1 782

2009-06

TABLA 2. Fibras de hojas

NOMBRE COMÚN	GÉNERO	ESPECIE
Abacá	Musa	Textilis
Alfa (Esparto)	Stipa	Tenacissima
	Lygeum	Spartum
Aloe	Aloe	Socotrina
Aren	Arenga	Pinnata
Banana, plátano	Musa	Sapientum
		Paradisiaca
Banana, yuca	Yucca	Mohavensis Sarg
Chaparral yuca	Hesperoyucca	Whipplei
Chino bermejo	Agave	Palmaris Trel
Chino azul	Agave	Tequilana Weber
Chuchao	Furcraea	Andina
Corojo	Acrocomia	Sclerocarpa
Ensete edulis	Musa	Ensete
Espadin, Espadinum	Agave	Striata
Fique	Furcraea	Macrophylla
Formio	Phormium	Tenax
Gravata	Bromelia	Karatas
Henequén	Agave	Fourcroydes
		Letonae
Horan galla	Musa	Ensete
Ife	Sansevieria	Cylindrica
Java	Hibiscus	Sabdariffa
Jirica	Nolina	*sp
Macambira	Bromelia	Laciniosa
Maguey	Agave	Cantala Roxb
	Furcraea	Macrophylla
		Hexapetala
Mano largo	Agave	Palmaris Trel
Mezcal	Agave	Pseudotequilana
		Tequilana
Mocoro	Bactris	*sp
Nanas sabrong	Agave	Cantala Roxb
Olona	Touchardia	Latifolia Gaud
Palma	Yucca	Carnerosana
Palma, istle	Samuela	Carnerosana
Palma de Panamá	Carludovica	Palmata
Palmilla	Yucca	Elata Engelm
Pangane	Sansevieria	Kirkii Bak
Pasto de oso	Nolina	Interrata
	Yucca	Angustifolia
		Glauca Nutt
Pata de mula	Agave	Pesa-mulae
Piassava	Attalea	Funifera
	Vonitra	*sp
	Leopoldinia	Piassaba
	Raphia	Gigantea

(Continúa)

Nota: Descripción de las diferentes fibras de hojas
Fuente: Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria (2009)

4.15 Anexo 3

Fibras de hojas

NTE INEN 1 782

2009-06

(Continuación Tabla 2)

NOMBRE COMÚN	GÉNERO	ESPECIE
Pita	Furcraea	Gigantea
		Hexapetala
Pita, istle	Yucca	Treculeana
Piteira	Furcraea	Gigantea
Pochote	Ceiba	Aesculifolia
Poepoes	Agave	Cantala Roxb
Rafia	Raphia	Vinifera
		Ruffia
	Corypha	Utan
Samandoca	Hesperaloe	Funifera
Sansevieria	Sansevieria	Trifasciata Prain
Scaahuista	Nolina	*sp
Sisal	Agave	Sisalana
		Letonae
		Fourcroydes
Tampico	Agave	Lophantha Poselgeri
		Funkiana
Tequila	Agave	Tequilana
Tilo de Madagascar	Vonitra	*sp
Tucum	Astrocaryum	Tucuma
Tula istle, lechuguilla	Agave	Lophantha var poselgeri
Yacci	Agave	Sisalana

*sp = conjunto de especies no conocidas

3.2.1.3 Fibras provenientes del tallo o liber (ver tabla 3)

TABLA 3. Fibras del tallo o liber

NOMBRE COMÚN	GÉNERO	ESPECIE
Abutilon	Abutilon	Angulatum
		Avicennae
		Theophrasti
Ake-ire	Urena	Lobata
Ambari	Hibiscus	Cannabinus
Aramina	Urena	Lobata
Archer	Leopoldina	Piassaba
Arghan	Aechmea	Magdalenae André
Bambú	Bambusa	Guadua
Bamia	Urena	Lobata
Ban ochra	Urena	Lobata
Bariala	Sida	Micrantha Schrank
Barretero	Cytisus	Scoparius
	Spartium	Junceum
Benares	Crotalaria	Juncea

(Continúa)

Nota: Descripción de las diferentes fibras de hojas

Fuente: Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria (2009)

4.16 Anexo 4

Fibras del tallo o líber

NTE INEN 1 782

2009-06

(Continuación Tabla 3)

NOMBRE COMÚN	GÉNERO	ESPECIE
Bluish dogbane	Apocynum	Androsae Mifolium
		Cannabinum
Bolo-bolo	Urena	Lobata
Bromelia magdalenae	Aechmea	Magdalenae André
Bromelia longissima	Aechmea	Magdalenae André
Cabuya	Furcraea	Cabuya
Candillo	Urena	Lobata
Cáñamo	Cannabis	Sativa
Caroa	Neoglaziova	Variegata
Carrapicho	Urena	Lobata
Chingma	Abutilon	Theophrasti
Cocuiza	Agave	Hexapetala
	Furcraea	Humboldtiana
		Gigantea
		Geminispina Jacobi
Cousin rouge	Urena	Lobata
Crin vegetal	Chamaerops	Humilis
Culut culutan	Urena	Lobata
Dispopo	Agave	Cocui
Escobilla	Sida	Micrantha Schrank
Esonja vegetal	Luffa	Acutangula
Fibra de albardín	Cytisus	Scoparius
	Spartium	Junceum
Gambo	Hibiscus	Cannabinus
Guapilla	Agave	Falcata
Guaxima	Urena	Lobata
Guiazo	Urena	Lobata
Hierba china	Boehmeria	Nivea
Infuscata	Billbergia	Infuscata
Istle Jaumave	Agave	Funkiana
Juta paulista	Hibiscus	Kitaibelifolius
Kenaf	Hibiscus	Cannabinus
Kendyr	Apocynum	*sp
Kunjia	Urena	Sinuata Wedd
Lino	Linum	Usitatissimum
Maholtine	Abutilon	Periplocifolium
Malva	Sida	Micrantha Schrank
	Urena	Lobata
Malva relludo Uacima	Pavonia	Tomentosa
		Schimperia
		Malacophylla Wright
Malva velluda	Malache	Malacophylla
Ochra	Hibiscus	Esculentus

(Continúa)

Nota: Descripción de las diferentes fibras de tallo o libres

Fuente: Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria (2009)

4.17 Anexo 5

Fibras de tallo o libres

NTE INEN 1 782

2009-08

(Continuación Tabla 3)

NOMBRE COMÚN	GÉNERO	ESPECIE
Ortiga	Urtica	Dioica
		Urens
Ototo grande	Urena	Lobata
Paka	Urena	Lobata
Palmyra	Borassus	Flabellifer
Papoula de St Francis	Hibiscus	Radiatus
		Ferax
Piña	Ananas	Comosus
	Aechmea	Magdalenae André
Pita floja	Aechmea	Magdalenae André
Polompom	Thespesia	Lampas
		Populnea
Punga	Clappertonia	Ficifolia
	Triumfetta	Cordifolia
		Rhomboidea
Ramio	Boehmeria	Nivea
		Tenacissima
		Utilis
Rattan	Calamus	*sp
Retama	Cytisus	Scoparius
	Spartium	Junceum
Roselle	Hibiscus	Sabdariffa
Sunn	Crotalaria	Juncea
Toja	Urena	Lobata
Tossa	Corchorus	Olitorius
Uacima	Urena	Lobata
Urena	Urena	Lobata
		Sinuata
Yute	Corchorus	Capsularis
		Olitorius
		Theophrasti
Zada buack	Abutilon	Longiscupe
Zapupe	Agave	Zapupe
		Lespinassei
		Deweyana

*sp = conjunto de especies no conocidas

3.2.1.4 Fibras provenientes de palmas y misceláneas (ver tabla 4)

(Continúa)

Nota: Descripción de las diferentes fibras de tallo o libres

Fuente: Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria (2009)

4.18 Anexo 6

Fibras de palmas y misceláneas

NTE INEN 1 782

2009-06

TABLA 4. Fibras de palmas y misceláneas

NOMBRE COMÚN	GÉNERO	ESPECIE
Abanico chino de palma	Livistona	Chinensis
Bass	Attalea	Funífera
	Vonitra	*sp
	Leopoldina	Piassaba
	Raphia	*sp
Broom corn	Sorghum	Bicolor Moench
Broom root	Muhlenbergia	Macroura
Buntal	Corypha	Utan Lam
Buri	Corypha	Utan Lam
Chambira	Astrocaryum	Chambira
Chilli	Ammandra	Natalia
Dum	Hyphaene	Thebaica Mart
Ejoo	Arenga	Pinnata
Fibra de totora	Typha	*sp
Gemuti	Arenga	Pinnata
Hierba de anguila	Zostera	Marina L
Kittool	Caryota	Urens L
Loofah	Luffa	*sp
Musgo	Tillandsia	Usneoides L
Nirucge	Mauritia	Flexuosa L
Palma Moriche	Mauritia	Flexuosa L
Palmito	Sabal	*sp
Palmito buri	Corypha	Utan Lam
Planta de papel de arroz	Tetrapanax	Papyriferus
*sp = conjunto de especies no conocidas		

3.2.2 Fibras animales

3.2.2.1 Fibras provenientes de glándulas sedosas (ver tabla 5)

TABLA 5. Fibras de glándulas sedosas

NOMBRE COMÚN	GÉNERO	ESPECIE
Byssus	Pinna	Nobilis
Eri	Phylosamia	Ricini
Muga	Antheraea	Assamensis
Seda	Bombyx	Mori
Seda Tussah	Antheraea	Mylitta
		Pernyi
		Yama-may
		Roylei
		Proylei

(Continúa)

Nota: Descripción de las diferentes palmas y misceláneas

Fuente: Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria (2009)

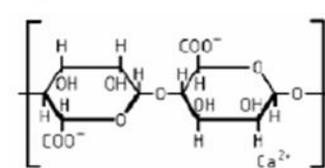
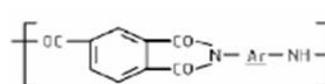
4.19 Anexo 7

Fibras orgánicas

NTE INEN 1 782

2009-06

TABLA 8. Fibras orgánicas

NOMBRE GENÉRICO	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN QUÍMICA	ESTRUCTURA QUÍMICA DE LA FIBRA
Acetato	CA	Fibra de acetato de celulosa en la cual menos del 92 %, pero al menos el 74 % de los grupos hidroxilo son acetilados.	<p>Acetato de celulosa:</p> $\left[C_6H_7O_2(OX)_3 \right]_n$ <p>Donde X = H o CH₃CO, y el grado de esterificación es al menos 2,22 pero menos que 2,76.</p>
Acrílico	PAN	Fibra compuesta de macromoléculas lineales teniendo en la cadena al menos 85 % en masa de unidades repetidas de acrilonitrilo.	<p>Poliacrilonitrilo:</p> $\left[\begin{array}{c} CH_2 - CH \\ \\ CN \end{array} \right]_n$ <p>y copolímeros de acrílico:</p> $\left[\begin{array}{c} (CH_2 - CH)_m - (CH_2 - C) \\ \qquad \qquad \\ CN \qquad \qquad X \\ \qquad \qquad \qquad Y \end{array} \right]_p$
Alginato	ALG	Fibra obtenida de las sales metálicas del ácido alginico.	<p>Alginato de calcio:</p> 
Aramida	AR	Fibra formada de macromoléculas lineales compuesta de grupos aromáticos unidos por enlaces amida o imida, al menos el 85 % de los enlaces amida o imida están directamente unidos a dos anillos aromáticos y el número de enlaces imida, si estos últimos están presentes, no exceden en el número de enlaces amida.	<p>Ejemplo 1:</p> $\left[OC - Ar - CO - NH - Ar - NH \right]_n$ <p>Ejemplo 2:</p>  <p>Nota. En el ejemplo 1, los grupos aromáticos pueden ser iguales o diferentes.</p>

(Continúa)

-9-

2009-442

Nota: Descripción de las diferentes fibras orgánicas

Fuente: Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria (2009)

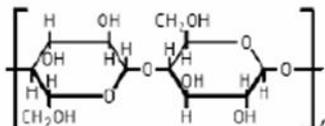
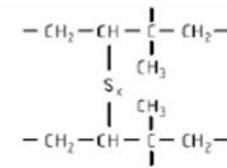
4.20 Anexo 8

Fibras orgánicas

NTE INEN 1 782

2009-06

(Continuación Tabla 8)

NOMBRE GENÉRICO	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN QUÍMICA	ESTRUCTURA QUÍMICA DE LA FIBRA
Clorofibra	CLF	Fibra compuesta de macromoléculas lineales; en la cadena más del 50% en masa es cloruro de vinilo o unidades de cloruro de vinilideno (más del 65 % en el caso en el cual el resto de la cadena está compuesta de acrilonitrilo, se excluyen las fibras modacrílicas).	Poli (cloruro de vinilo): $\left[\text{CH}_2 - \text{CHCl} \right]_n$ y Poli (cloruro de vinilideno): $\left[\text{CH}_2 - \text{CCl}_2 \right]_n$
Cupro ^d	CUP	Fibra de celulosa obtenida por el proceso cuproamónico.	Celulosa II: 
Elastano ^e	EL	Fibra compuesta de al menos 85 % en masa de un poliuretano segmentado y el cual, si se estira tres veces su longitud inicial, rápidamente revierte substancialmente a su longitud inicial cuando se quita la tensión.	Macromoléculas que tienen segmentos elásticos y rígidos alternados con repetición de grupo. $-O-CO-NH-$
Elastodieno ^{e, f}	ED	Fibra compuesta de poliisopreno natural o sintético, o de uno o más dienos polimerizados con o sin uno o más monómeros de vinilo, y el cual, si se estira tres veces su longitud inicial, rápidamente revierte substancialmente a su longitud inicial cuando se quita la tensión.	Poliisopreno natural extraído del látex de Hevea brasiliensis, vulcanizado: 
Fluorofibra	PTFE	Fibra formada de macromoléculas lineales compuesta de monómeros alifáticos de fluorocarbón.	Politetrafluoroetileno: $\left[\text{CF}_2 - \text{CF}_2 \right]_n$

(Continúa)

Nota: Descripción de las diferentes fibras orgánicas
Fuente: Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria (2009)

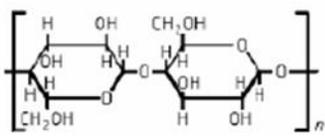
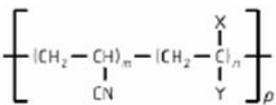
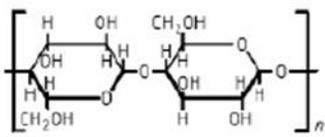
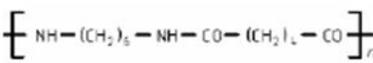
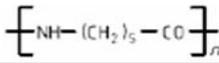
4.21 Anexo 9

Fibras orgánicas

NTE INEN 1 782

2009-06

(Continuación Tabla 8)

NOMBRE GENÉRICO	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN QUÍMICA	ESTRUCTURA QUÍMICA DE LA FIBRA
Lyocell	CLY	Fibra de celulosa obtenida por un solvente orgánico en un proceso de hilatura. Se entiende que: 1) un "solvente orgánico", es esencialmente una mezcla de productos químicos y agua; y 2) "proceso de hilatura", significa disolver e hilar sin la formación de un derivado.	Celulosa II: 
Modacrílico	MAC	Fibra compuesta de macromoléculas lineales teniendo en la cadena al menos 50 % y menos que el 85 % en masa de acrilonitrilo.	Copolímeros de acrílico:  <p>Si X = H y Y = Cl: poli (acrilonitrilo o cloruro de vinilo)</p> <p>Si X = Y = Cl: poli (acrilonitrilo o cloruro de vinilideno)</p>
Modal ^d	CMD	Fibra de celulosa que tiene una alta resistencia a la ruptura y un alto módulo de humedad. La resistencia a la ruptura B_c en el estado condicionado y la fuerza B_w requerida para producir una elongación de 5% en su estado húmedo son: $B_c \geq 1,3 (LD)^{1/2} + 2 LD$ $B_w \geq 0,5 (LD)^{1/2}$ donde LD es la densidad lineal promedio (masa por unidad de longitud) en decitex. B_c y B_w están expresados en centinewtons.	Celulosa II: 
Poliamida ^d o nylon	PA	Fibra compuesta de macromoléculas lineales teniendo en la cadena enlaces amida que se repiten, al menos 85 % de los cuales están unidos a unidades alifáticas o cicloalifáticas.	Adipamida de polihexametileno (poliamida 6-6):  <p>Policaproamida (poliamida 6): </p>

(Continúa)

Nota: Continuación del anexo 8

Fuente: Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria (2009)

4.22 Anexo 10

Fibras orgánicas

NTE INEN 1782

2009-06

(Continuación Tabla 8)

NOMBRE GENÉRICO	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN QUÍMICA	ESTRUCTURA QUÍMICA DE LA FIBRA
Polietileno ^o	PE	Fibra compuesta de macromoléculas lineales de hidrocarburos alifáticos saturados sin sustituir.	Polietileno: $\left[\text{CH}_2 - \text{CH}_2 \right]_n$
Poliéster	PES ^h	Fibra compuesta de macromoléculas lineales teniendo en la cadena al menos 85 % en masa de un éster de un diol y ácido tereftálico.	Poli (tereftalato del glicol de etileno): $\left[\text{O} - \text{C} - \text{C}_6\text{H}_4 - \text{C} - \text{O} - \text{O} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{O} \right]_n$
Poliimida	PI	Fibra de macromoléculas lineales sintéticas teniendo en la cadena unidades de imida que se repiten.	Poliimida: $\left[\text{N} - \text{C}(=\text{O}) - \text{C}_6\text{H}_4 - \text{C}(=\text{O}) - \text{N} - \text{R}_1 - \text{N} - \text{C}(=\text{O}) - \text{C}_6\text{H}_4 - \text{C}(=\text{O}) - \text{N} - \text{R}_2 - \text{N} \right]_n$ <p style="text-align: center;">R₁ = Aryl R₂ = Alkyl</p>
Polipropileno ^o	PP	Fibra formada de macromoléculas lineales compuesto de unidades de hidrocarburos alifáticos saturados en la cual uno de cada dos átomos de carbono tienen un grupo metilo, generalmente en una configuración isotáctica y sin substitución adicional.	Polipropileno: $\left[\text{CH}_2 - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} \right]_n$
Triacetato	CTA	Fibra de acetato de celulosa en la cual al menos el 92% de los grupos hidroxilo son acetilados.	Triacetato de celulosa: $\left[\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_2(\text{OX})_3 \right]_n$ <p>Donde X = H o CH₃CO, y el grado de esterificación está entre 2,76 y 3.</p>
Vinytal	PVAL	Macromoléculas lineales de poli (vinil alcohol) con diferentes niveles de acetalización.	Poli (vinil alcohol) acetalizado: $\left[\underset{\text{OH}}{\text{CH}_2 - \text{CH}} - \underset{\text{O} - \text{R} - \text{O}}{\text{CH}_2 - \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}} \right]_p$ <p>donde n > 0</p>

(Continúa)

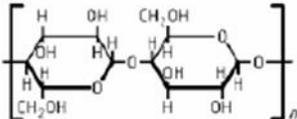
Nota: Continuación del anexo 8

Fuente: Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria (2009)

4.23 Anexo 11

Fibras orgánicas

(Continuación Tabla 8)

NOMBRE GENÉRICO	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN QUÍMICA	ESTRUCTURA QUÍMICA DE LA FIBRA
Viscosa ^a	CV	Fibra de celulosa obtenida por el proceso de viscosa.	<p>Celulosa II:</p> 

(d) El nombre rayón no ha sido usado en esta norma, porque este término se lo utiliza genéricamente para las fibras de celulosa en algunos países, no tiene el mismo significado en todas partes.

(e) Forma parte de la clase de elastofibras.

(f) El término caucho se usa en algunos casos.

(g) La definición de poliamida dada en esta norma, está relacionada únicamente con los usos comerciales y técnicos (por ejemplo, nilón) de las fibras manufacturadas en las que se aplica; esto no tiene el propósito de cubrir todos los compuestos de poliamida (de los cuales los productos denominados aramidas representan un tipo especial, y es solamente la continuación de un nombre de fibra establecido en el momento en que las fibras de poliamidas diferentes a las alifáticas no se habían desarrollado).

(h) El mismo código es usado para la sulfona de poliéter en la ISO 1043 (plásticos).

(i) Forma parte de la clase de las poliolefinas.

3.3.2 Fibras inorgánicas (ver tabla 9)

TABLA 9. Fibras inorgánicas

NOMBRE GENÉRICO	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN QUÍMICA
Carbón	CF	Fibra que contiene al menos 90 % en masa de carbón, obtenida mediante carbonización térmica de precursores orgánicos de la fibra.
Fibra de metal ^f	MTF	Fibra obtenida del metal.
Vidrio ^h	GF	Fibra, en forma textil, obtenida por el estiramiento del vidrio fundido.

(j) Las fibras pueden ser recubiertas con metales, en este caso se describen como fibras metalizadas y no fibras de metal.

(k) En algunos países europeos, este producto es también llamado silionne cuando está en la forma de filamentos continuos y veranne cuando está en la forma de fibras cortadas.

(Continúa)

Nota: Continuación del anexo 8

Fuente: Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria (2009)

4.14 Anexo 12

Informe de rotura a la compresión.



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES & CONSTRUCCIONES
Especializados en Mecánica de Suelos

ROTURA A LA COMPRESION DE BLOQUE

Obra: Tesis prototipo de pared a base de kevlar, fibra de carbono, fibra de vidrio y rellena de bloques EPS.

Ordena: Josselyne Victoria Cotto Lucio y Angie Yamileth Macas Sancho.

Lugar: Guayaquil

Fecha: 24-02-2021

Datos del elemento:

Muestra: Proporcionada por el cliente

Procedencia: Proporcionado por cliente

Tipo: Textura Lisa

Forma: Rectangular

Largo/Ancho/Alto: Variable



Resultados de la Prueba:

Bloque N°	Fecha de Rotura	Peso Gr	Color	Carga Kn	Resistencia Mpa
M1	08-02-2021	480	Varios	94.37	163.40
M2	12-02-2021	480	Varios	117.12	192.78
M3	15-02-2021	480	Varios	140.33	205.63
M4	19-02-2021	480	Varios	208.41	275.20
M5	24-02-2021	480	Varios	224.07	291.06

Luis E. Figueroa R.
Ingeniero Civil

Guayaquil: Costanera 1209 y Laureles (Urdesa)
Tel: 2886360 - 2882086 - 0991210963
E-mail: lemco.lf@gmail.com

1

Sta Elena: Cdla. Brisas de Ballenita CA 5 s/n
CA 61 (Ballenita) TelFax: 2953686 - 090642991
E-mail: lemco.ip@gmail.com

Nota: Resultado de pruebas de laboratorio del ensayo a compresión

Fuente: Ensayos de laboratorio *Elaborado por: (Cotto & Macas, 2021)*

4.15 Anexo 13

Informe de rotura a la flexión.



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES & CONSTRUCCIONES
Especializados en Mecánica de Suelos

ROTURA A LA FLEXIÓN DE BLOQUE

Obra: Tesis prototipo de pared a base de kevlar, fibra de carbono, fibra de vidrio y rellena de bloques EPS.
Ordena: Josselyne Victoria Cotto Lucio y Angie Yamileth Macas Sancho.

Lugar: Guayaquil
Fecha: 24-02-2021

Datos del elemento:

Muestra: Proporcionada por el cliente
Procedencia: Proporcionado por cliente
Tipo: Textura Lisa
Forma: Rectangular
Largo/Ancho/Alto: Variable



Resultados de la Prueba:

Bloque N°	Fecha de Rotura	Peso Gr	Color	Carga Kn	Resistencia Mpa
M1	08-02-2021	502	Varios	8.70	8.16
M2	12-02-2021	502	Varios	8,99	8.87
M3	15-02-2021	502	Varios	9.15	9.38
M4	19-02-2021	502	Varios	10.48	10.20
M5	24-02-2021	502	Varios	11.60	10.40

Luis E. Figueroa R.
Ingeniero Civil

Guayaquil: Costanera 1209 y Laureles (Urdesa)
Tel: 2886360 - 2882086 - 0991210963
E-mail: lemco.lf@gmail.com

1

Sta Elena: Cdla. Brisas de Ballenita CA 5 s/n
CA 61 (Ballenita) TelFax: 2953686 - 090642991
E-mail: lemco.ip@gmail.com

Nota: Resultado de pruebas de laboratorio del ensayo a la flexión
Fuente: Ensayos de laboratorio *Elaborado por: (Cotto & Macas, 2021)*