

UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI  
EXTENSIÓN CANTAURA  
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL



**ELABORACIÓN DE MEZCLA SUSTENTABLE CON CONCHA DE MOLUSCOS  
(*Crassostrea rhizophorae* Y *Crassostrea virginica*) PARA LA  
FABRICACIÓN DE BLOQUES DE TABIQUERÍA,  
TECHOS Y ENTREPISO.**

Realizado por:

**Flores Rodríguez, Gilberto Antonio      Contreras Guevara, Edison Miguel**

Trabajo de grado presentado ante la Universidad de Oriente como  
requisito parcial para optar al Título de:

**INGENIERO CIVIL**

**Cantaura, Diciembre de 2019**

UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI  
EXTENSIÓN CANTAURA  
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL



**ELABORACIÓN DE MEZCLA SUSTENTABLE CON CONCHA DE MOLUSCOS  
(*Crassostrea rhizophorae* Y *Crassostrea virginica*) PARA LA  
FABRICACIÓN DE BLOQUES DE TABIQUERÍA,  
TECHOS Y ENTREPISO.**

---

Prof. Álvarez, Jesús  
Tutor Académico

Trabajo de grado presentado ante la Universidad de Oriente como  
requisito parcial para optar al Título de:

**INGENIERO CIVIL**

**Cantaura, Diciembre de 2019**

UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI  
EXTENSIÓN CANTAURA  
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL



**ELABORACIÓN DE MEZCLA SUSTENTABLE CON CONCHA DE MOLUSCOS  
(*Crassostrea rhizophorae* Y *Crassostrea virginica*) PARA LA  
FABRICACIÓN DE BLOQUES DE TABIQUERÍA,  
TECHOS Y ENTREPISO.**

El jurado hace constar que ha asignado a esta tesis la calificación de:

**APROBADO**

---

Prof. Rojas, Laurimar  
Jurado Principal

---

Prof. Martínez Jhonatan  
Jurado Principal

---

Prof. Jesús Álvarez  
Tutor Académico

Trabajo de grado presentado ante la Universidad de Oriente como  
requisito parcial para optar al Título de:

**INGENIERO CIVIL**

**Cantaura, Diciembre de 2019**

## RESOLUCIÓN

De acuerdo al artículo 41 del Reglamento de Trabajos de Grado:

***"Los trabajos de grado son de exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente y solo podrán ser utilizados a otros fines, con el consentimiento del Consejo de Núcleo quien lo participará al Consejo Universitario, para su autorización".***



## **DEDICATORIA**

A Dios, por ser mi guía, mi fortaleza, y por estar presente en cada paso de este camino que me permitiste emprender, por haberme dado salud, vida y voluntad necesaria para emprender mis estudios, permitiéndome llegar a superar todos los objetivos a lo largo de mi carrera Universitaria, así como, vencer los obstáculos más difíciles que en esta se me presentaron.

A mis padres Eduardo Flores y Litamar Rodríguez, por su amor, apoyo incondicional y enseñanzas.

A mí tía Marisela Rodríguez por brindarme siempre su apoyo incondicional y estar siempre presente.

A mi hermana Edlitmar Flores por brindarme su apoyo siempre.

A mi novia Verónica Salazar que me ha brindado todo su apoyo y amor incondicional desde hace más de tres años.

A mis profesores y compañeros de estudio, a mis amigos y demás familiares que estuvieron a mi lado en el paso a paso de mi vida Universitaria, aquellas que de alguna u otra forma fueron contribuyentes con mi desarrollo académico.

**Gilberto A. Flores R.**

## **DEDICATORIA**

A mi Dios Todopoderoso, por bendecirme y fortalecerme con tu guía en cada una de mis decisiones tomadas a lo largo de este camino recorrido.

A mi madre Virmida Guevara, por siempre inculcarme que la disciplina y la constancia son los factores principales para alcanzar los sueños.

A mi familia, por todo el cariño, apoyo moral y la confianza depositada en mí.

**Edison M. Contreras G.**

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios Todo poderoso, por brindarme una salud plena y las fuerzas para no rendirme y poder enfrentar el día a día como estudiante universitario, por colocar a las personas correctas en el momento oportuno, por darme la voluntad y el conocimiento necesario para enfrentar este reto, por demostrarme que existes en mi vida con detalles como estos.

A mi madre Virmidia Guevara, por tu amor infinito, por ser el pilar fundamental en mi vida, por todo el sacrificio hecho para ofrecerme los recursos necesarios para llevar a cabo mis estudios, por apoyarme en cualquier circunstancia a pesar de las adversidades, por tener tanta fe en mí, por ser mi ejemplo de lucha y el motivo que me impulsa a cumplir mis metas.

A mi hermana Keidad Guevara, por el apoyo incondicional para ayudarme a cumplir este desafío, por la confianza en mí sin poner en duda el compromiso con mi carrera universitaria, porque a pesar de la distancia siempre estás dispuesta y con esas mismas ganas que cuando te fuiste de ver realizado mi sueño.

A mi abuela Olivia Medina, por todo el cariño recibido, por todos tus consejos y por tanta fe en mí.

A mi asesor Prof. Jesús S. Álvarez, por aceptar la tutoría de este proyecto y contribuir en el desarrollo del mismo al compartir tus conocimientos y experiencia, aclarando así todas nuestras interrogantes. Gracias por prestarnos las instalaciones y equipos de tu empresa.

A laboratorios Técnicu c.a, por permitirnos realizar el ensayo de resistencia a la compresión de los bloques.

A Nielsis Sifontes y su familia por el apoyo brindado en su empresa bloquera Fary c.a.

A mi compañero de tesis Gilberto flores y su familia por el apoyo y toda la amabilidad para conmigo.

A todas aquellas personas, que ayudaron de manera directa o indirecta en la realización de este proyecto y mi formación académica, con los cuales compartí buenos momentos.

A cada uno de mis profesores, quienes compartieron conmigo sus conocimientos, nutriendo de esta manera mi crecimiento como estudiante.

A la Casa más Alta, Universidad de Oriente, por permitirme ser parte de la generación de profesionales productivos para el país.

**Edison M. Contreras G.**



## **AGRADECIMIENTOS**

Primeramente, a Dios por ser mi guía y protector en todo momento, por proporcionarme la motivación, sabiduría y fuerzas necesarias para cumplir todas mis metas, para ti las gracias infinitas. De igual manera agradecido con mis Padres por estar presente en todo momento, ofrecerme su apoyo y brindarme la oportunidad de tener una buena educación.

A mi hermana Edlitar Flores por brindarme su apoyo incondicional en todo momento, por estar siempre a mi lado en cada una de mis metas fijadas.

A mi tía Marisela Rodríguez por apoyarme incondicionalmente en todo, por estar presente siempre o la necesitaba, por darme ánimos cuando más los necesite y por ser una segunda madre para mí, gracias.

A mi novia, Verónica Salazar, por ser mi compañera y amiga, por brindarme su amor y motivación cada día, por comprender mis ausencias, por haber hecho de mi meta su meta, y por ayudarme cuando lo he necesitado.

A mi compañero de tesis Edison Contreras, por ser mi dupla en el cumplimiento de esta meta, por su constancia y buen ánimo ante cualquier dificultad.

Agradecido con el profesor, amigo y tutor académico Jesús Salvador Álvarez, por brindarme su apoyo en todo momento, por ser pieza fundamental en el desarrollo de mi carrera tanto como profesor y amigo.

Agradezco a la empresa Ténisuca Técnicas del Suelo C.A y todo el personal que en este labora, quienes nos brindaron su ayuda en el desarrollo del proyecto.

A agradezco a todos los profesores de Ingeniería Civil de mi casa de estudio Universidad De Oriente Extensión Cantaura, los cuales fueron y seguirán siendo de gran importancia para mí ya que contribuyeron enormemente en el arduo camino del aprendizaje, eternamente agradecido por su excelencia

A mis amigos y colegas, por haber sido mis compañeros de estudio, por estar conmigo en las buenas y malas compartiendo buenos y malos momentos gracias.

**Gilberto A. Flores R.**

UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI  
EXTENSIÓN CANTAURA  
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL



**ELABORACIÓN DE MEZCLA SUSTENTABLE CON CONCHA DE MOLUSCOS  
(*Crassostrea rhizophorae* Y *Crassostrea virginica*) PARA LA  
FABRICACIÓN DE BLOQUES DE TABIQUERÍA,  
TECHOS Y ENTREPISO.**

**Tutor:**

Prof. Álvarez, Jesús.

**Autor (es):**

Flores, Gilberto.

Contreras, Edison.

Fecha: Diciembre de 2019

**RESUMEN**

La presente investigación tuvo como objetivo elaborar una mezcla sustentable con concha de moluscos de la especie (*Crassostrea rhizophorae* y *Crassostrea virginica*) para la fabricación de bloques de tabiquería, techos y entrepiso. Todo esto como una manera de impulsar el reciclaje de las conchas y promover el cuidado del ambiente. Para evaluar el comportamiento de los bloques fue necesario realizar diversos ensayos, tales como dimensionado de los bloques, absorción de agua, resistencia a la compresión, resistencia al impacto blando, resistencia al fuego, coeficiente térmico, y aplicación de frisado según las normas COVENIN 42-82, ASTM E695, ACI216.1-97 y MOP 1962. En el desarrollo de esta investigación, se emplearon insumos tales como cemento, arena y conchas de molusco de las especies (*Crassostrea rhizophorae* y *Crassostrea virginica*), con tamaños de partículas entre 2.4-23 mm. Para la fabricación de los bloques se utilizaron formaletas manuales, con los diseños de mezcla según dosificaciones 1:1,6:1,4 Cemento/concha molida/Concha y 1:1,2:1,6 Cemento/Arena de río/Concha. Los bloques con mejores resultados obtenidos fueron los realizados con la mezcla de dosificación 1:1,6:1,4, con una resistencia a la compresión de 10,08 Kg/cm<sup>2</sup> y una absorción de agua de 5,43 %, cabe destacar que el valor de resistencia a la compresión no cumplió con los parámetros establecido en la norma COVENIN 42:82, por lo que estos bloques no pueden ser clasificados por la misma.

**Palabras claves:** Reciclaje, concha, especie, ensayo, coeficiente.

## INDICE GENERAL

RESOLUCIÓN.....	iv
DEDICATORIA .....	v
AGRADECIMIENTOS .....	vii
RESUMEN.....	xi
INDICE GENERAL .....	xii
INDICE DE TABLAS.....	xix
INDICE DE FIGURAS .....	xxiii
INDICE DE GRAFICAS .....	xxiv
INTRODUCCIÓN.....	xxv
CAPITULO I.....	29
EL PROBLEMA .....	29
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	29
1.2 Objetivos de la investigación.....	32
1.2.1 Objetivo general .....	32
1.2.2 Objetivos específicos.....	32
1.3 Generalidades.....	33
1.3.1 Ubicación geográfica .....	33
1.3.2 Identificación de la empresa.....	34
1.3.3 Materiales utilizados .....	34
1.3.4 Maquinaria y herramientas .....	35
1.3.5 Ensayos.....	36
1.4 Justificación .....	36
CAPITULO II.....	38

MARCO TEORICO REFERENCIAL .....	38
2.1 Antecedentes de la investigación.....	38
2.2 Bases Teóricas Referenciales .....	40
2.2.1 La concha de molusco como material sustentable .....	40
2.2.2 Nuevos usos de las conchas de moluscos como material de construcción.....	42
2.2.3 Bloque hueco de concreto.....	42
2.2.4 Clasificación de los bloques huecos de concreto .....	45
2.2.4.1 Según los agregados .....	45
2.2.4.2 Según su uso.....	46
2.2.5 Requisitos que deben cumplir los bloques según la norma venezolana COVENIN 42-82 bloques huecos de concreto. ....	46
2.2.5.1 Apariencia y acabado .....	46
2.2.5.2 Dimensionales .....	47
2.2.5.3 Químicas.....	48
2.2.5.4 Mecánica .....	48
2.2.6 Componentes de los bloques de concreto a base de concha de molusco.....	49
2.2.6.1 Cemento .....	49
2.2.6.2 Agregados .....	54
2.2.6.3 El Agua .....	59
2.2.7 Morteros .....	60
2.2.7.1 Clasificación de los morteros .....	61
2.2.7.2 Propiedades de los morteros de cemento .....	63
2.2.8 Procedimientos de fabricación de los bloques huecos a base de concha de molusco. ....	64

2.2.8.1 Recepción y acopio de los materiales.....	64
2.2.8.2 Control de calidad de los materiales .....	65
2.2.8.3 Dosificación.....	66
2.2.8.4 Mezclado .....	67
2.2.8.5 Vaciado y moldeado .....	67
2.2.8.6 Fraguado .....	68
2.2.8.7 Curado .....	68
2.2.8.8 Secado y almacenamiento.....	69
2.2.9 Ensayos requeridos para medir las propiedades de los bloques fabricados a base de concha de molusco. ....	69
2.2.9.1 Dimensionado.....	69
2.2.9.2 Absorción de agua.....	69
2.2.9.3 Resistencia a la compresión .....	69
2.2.9.4 Resistencia al Impacto Blando.....	70
2.2.9.5 Resistencia al Fuego y Coeficiente de transmisión térmica .....	70
2.2.9.6 Aplicación de frisado.....	70
2.2.10 Contribución de la fabricación de bloques a base de conchas de moluscos a disminuir los pasivos ambientales ocasionados por estos residuos sólidos .....	71
2.2.3 Definición de términos básicos .....	71
CAPITULO III.....	74
MARCO METODOLÓGICO.....	74
3.1 Tipo de investigación .....	74
3.2 Nivel de investigación .....	75
3.3 Diseño de la investigación .....	75

3.4 Población y muestra.....	76
3.4.1 Población.....	76
3.4.2 Muestra .....	76
3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	77
3.5.1 Técnicas de recolección de datos .....	77
3.5.2 Entrevistas no estructuradas .....	77
3.5.3 La observación participante estructurada .....	78
3.5.4 Revisión Bibliográfica o Datos secundarios.....	80
3.6 Instrumentos de recolección de datos.....	80
3.6.2 Fichas Bibliográficas y resumen .....	82
3.6.3 Cámara Fotográfica y de video .....	82
3.6.4 Software Lulowin .....	82
3.7 Técnicas de análisis y procesamientos de datos .....	82
3.7.1 Análisis Cualitativo .....	82
3.7.2 Análisis Cuantitativo. ....	83
3.8 Flujograma de la metodología y su descripción. ....	83
3.8.1 Descripción del flujograma de la metodología.....	85
3.8.1.1 Recopilación de información.....	85
3.8.1.2 Pruebas exploratorias de la fabricación de los bloques: .....	86
3.8.1.3 Estudio de los agregados .....	87
3.8.1.4 Diseño de mezcla .....	88
3.8.1.5 Producción de los bloques.....	89
3.8.1.6 Curado y secado de los bloques producidos .....	91
3.8.1.7 Ensayos de calidad de los bloques.....	92

3.8.1.8 Contribución de la fabricación de bloques a base de conchas de moluscos a disminuir los pasivos ambientales en las zonas costeras del estado Anzoátegui.....	101
3.8.1.9 Análisis de precio unitario.....	101
3.8.1.10 Análisis e interpretación de los resultados.....	102
3.8.1.11 Conclusiones y recomendaciones.....	102
CAPITULO IV .....	103
ANALISIS E INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS.....	103
4.1 Descripción de la interacción de las conchas de moluscos con la mezcla arena/cemento hasta encontrar la mejor relación para la fabricación de un bloque. ....	103
4.1.1 Clasificación granulométrica y tamices de los agregados utilizados en la fabricación de los bloques.....	105
4.1.1.1 Módulo de finura .....	105
4.1.1.2 Tamiz y módulo de finura de la arena de río utilizada como agregado fino en la fabricación de los bloques.....	106
4.1.1.3 Tamiz y módulo de finura de la concha de molusco molida como sustituyente de la arena de río utilizada para agregado fino en la fabricación de los bloques. ....	106
4.1.1.4 Tamiz y módulo de finura de la concha de molusco utilizada como agregado grueso en la fabricación de los bloques. ....	106
4.1.2 Mezclas de cemento portland realizadas a base de concha de molusco (agregado grueso) y arena de río (agregado fino). ....	107
4.1.3 Mezclas de cemento portland realizadas a base de concha de molusco (agregado grueso) y concha de molusco molida como sustituyente de la arena (agregado fino).....	111
4.1.4 Denominación de las mezclas.....	113



4.2 Caracterización de un prototipo de mezcla para la elaboración de un bloque hueco, teniendo como principal componente la concha de molusco.....	114
4.3 Realización de los ensayos para medir las propiedades de los bloques según las Normas correspondientes.....	119
4.3.1 Determinación de las propiedades físicas, químicas y mecánicas de los bloques; establecidas en la Norma COVENIN 42:82 .....	120
4.3.1.1 Dimensionado de bloques .....	120
4.3.1.2 Ensayos de absorción de agua.....	122
4.3.1.3 Ensayos de resistencia a la compresión .....	124
4.3.2 Análisis de las propiedades físicas, químicas y mecánicas de los bloques, mediante una comparación con los parámetros establecidos en la Norma COVENIN 42:82 .....	126
4.3.2.1 Dimensionado de los bloques.....	126
4.3.2.2 Absorción máxima .....	128
4.3.2.3 Resistencia a la compresión .....	130
4.3.2.4 Características de los bloques propuestos según la norma COVENIN 42-82.....	133
4.3.3 Determinación y análisis del ensayo de resistencia al impacto blando según lo establecido en la Norma ASTM E695.....	133
4.3.4 Determinación y análisis del ensayo de resistencia al fuego y coeficiente de transmisión térmica, según lo establecido en la norma ACI 216.1-97.....	143
4.3.5 Aplicación de frisado según lo establecido en la norma MOP 1962 “Revestimientos y Acabados en Paredes” .....	153

4.4 Contribución de la fabricación de bloques a base de conchas de moluscos a disminuir los pasivos ambientales en las zonas costeras del estado Anzoátegui.....	155
4.5 Presentación del análisis de precio unitario del bloque fabricado a base de conchas de moluscos y cotejarlo con los bloques convencionales existentes en el mercado, ejecutado con el “Software Lulowin” control de obras. ....	157
4.5.1 Análisis del precio unitario para el bloque de tabiquería a base de conchas de moluscos.....	158
4.5.2 Análisis de precio unitario para el bloque de techo y entrepiso a base de conchas de moluscos. ....	159
CAPITULO V .....	161
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	161
5.1 Conclusiones .....	161
5.2 Recomendaciones .....	163
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	165
HOJA DE METADATOS.....	171

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de los bloques según los agregados.....	45
Tabla 2. Dimensiones de los bloques de concreto.....	47
Tabla 3. Espesores mínimos para bloques Tipo A.....	47
Tabla 4. Espesores mínimos para bloques tipo B.....	48
Tabla 5. Absorción máxima.....	48
Tabla 6. Resistencia a la Compresión .....	49
Tabla 7. Componentes mineralógicos del cemento Portland .....	50
Tabla 8. Tipos de cemento Portland .....	53
Tabla 9. Clasificación de la arena según el módulo de finura (MF) .....	56
Tabla 10. Clasificación de los morteros según la consistencia o dosis de agua.....	62
Tabla 11. Clasificación de los morteros según la dosis de cemento .....	63
Tabla 12. Preguntas de investigación y preguntas de entrevista. ....	79
Tabla 13. Registro de cantidad de materiales usados para elaborar los bloques. ....	80
Tabla 14. Registro de conclusiones finales sobre los bloques prefabricados propuestos obtenidos de los ensayos. ....	81
Tabla 15. Datos de ensayo de absorción.....	94
Tabla 16. Datos de ensayo de resistencia a la compresión .....	95
Tabla 17. Descripción de los componentes del bloque.....	104
Tabla 18. Normas consultadas relacionadas con los componentes de los bloques producidos.....	105
Tabla 19. Clasificación de la arena según el módulo de finura (MF) .....	106
Tabla 20. Tanteos y proporciones de las mezclas .....	108
Tabla 21. Tanteos y proporciones de las mezclas. ....	112
Tabla 22. Denominaciones .....	114
Tabla 23. Dosificaciones de mezclas seleccionadas definitivamente ....	115
Tabla 24. Ajuste en obra por saco de cemento para dosificación de la mezcla BH-CC. ....	116

Tabla 25. Ajuste en obra por saco de cemento para dosificación de la mezcla BH-AC. ....	117
Tabla 26. Control de proceso de producción de bloques con mezcla BH-CC.....	118
Tabla 27. Control de proceso de producción de bloques con mezcla BH-AC.....	118
Tabla 28. Número y dimensiones de los bloques ensayados .....	119
Tabla 29. Dimensiones de bloques producidos con mezcla BH-CC.....	120
Tabla 30. Dimensiones de bloques producidos con mezcla BH-AC .....	121
Tabla 31. Dimensiones de bloques producidos con mezcla BH-C.....	121
Tabla 32. Absorción de agua de las muestras de mezcla BH-CC .....	122
Tabla 33. Absorción de agua de las muestras de mezcla BH-AC.....	123
Tabla 34. Absorción de agua de las muestras de mezcla BH-C.....	123
Tabla 35. Resistencia a la compresión de las muestra con mezcla BH-CC .....	124
Tabla 36 Resistencia a la compresión de las muestra con mezcla BH-AC .....	125
Tabla 37 Resistencia a la compresión de las muestras con mezcla BH-C .....	125
Tabla 38. Cuadro comparativo de las dimensiones de los bloques de mezcla BH-CC con dimensiones especificadas en la norma COVENIN 42-82.....	126
Tabla 39. Cuadro comparativo de las dimensiones de los bloques de mezcla BH-AC con las dimensiones especificadas en la norma COVENIN 42-82.....	127
Tabla 40. Cuadro comparativo de las dimensiones de los bloques de mezcla BH-C con las dimensiones especificadas en la norma COVENIN 42-82.....	127
Tabla 41. Cuadro comparativo de la absorción máxima de los bloques con mezcla BH-CC y los parámetros establecidos en norma COVENIN 42-82 .....	129

Tabla 42. Cuadro comparativo de la absorción máxima de los bloques con mezcla BH-AC y los parámetros establecidos en norma COVENIN 42-82 .....	129
Tabla 43. Cuadro comparativo de la absorción máxima de los bloques comunes de concreto BH-C y los parámetros establecidos en norma COVENIN 42-82 .....	129
Tabla 44. Cuadro comparativo de resistencia a la compresión de bloques con mezcla BH-CC y lo establecido en norma COVENIN 42-82 .....	131
Tabla 45. Cuadro comparativo de resistencia a la compresión de bloques con mezcla BH-AC y lo establecido en norma COVENIN 42-82.....	131
Tabla 46. Cuadro comparativo de resistencia a la compresión de bloques comunes de concreto BH-C y lo establecido en norma COVENIN 42-82 .....	131
Tabla 47. Energía de impacto en el bloque a diferentes alturas .....	134
Tabla 48. Resultados obtenidos en la primera ronda de resistencia al impacto blando de las muestras ensayadas (con un saco de 3 kg).....	134
Tabla 49. Resultados obtenidos en la segunda ronda de resistencia al impacto blando de las muestras ensayadas (con un saco de 3 kg).....	135
Tabla 50. Resultados obtenidos en la tercera ronda de resistencia al impacto blando de las muestras ensayadas (con un saco de 3 kg).....	136
Tabla 51. Resultados obtenidos en la cuarta ronda de resistencia al impacto blando de las muestras ensayadas (con una de madera de 3 kg) .....	137
Tabla 52. Resultados obtenidos en la quinta ronda de resistencia al impacto blando de las muestras ensayadas (con una esfera de metal de 3 kg).....	138
Tabla 53. Temperaturas registradas durante el ensayo de resistencia al fuego al bloque hueco BH-CC .....	144
Tabla 54. Temperaturas registradas durante el ensayo de resistencia al fuego al bloque hueco BH-AC.....	145

Tabla 55. Temperaturas registradas durante el ensayo de resistencia al fuego al bloque BH-C.....	146
Tabla 56. Clasificación de resistencia al fuego de las muestras ensayadas según ASTM E119.....	147
Tabla 57. Cálculo del coeficiente de transmisión térmica de los paneles .....	151
Tabla 58. Propiedades térmicas y de resistencia al fuego de los bloques ensayados.....	153
Tabla 59. Proporciones para mezclas de morteros para frisados .....	154
Tabla 60. Cantidad de material removido de la zona costera por número de bloques fabricados a base de conchas de moluscos. ....	156
Tabla 61. Precios de los bloques tradicionales. ....	157

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación de la empresa Alexcar C.A.....	33
Figura 2. Conchas de moluscos utilizadas en la fabricación de los bloques .....	35
Figura 3 Bloque de pared.....	43
Figura 4 Fabricación del cemento.....	51
Figura 5 Flujograma de la investigación.....	84
Figura 6 Mezclado de las conchas de moluscos.....	86
Figura 7 mezclado de las conchas de moluscos con agua y cemento ....	87
Figura 8 Bloque de mezcla con conchas de moluscos agua y cemento .	87
Figura 9 Mezclado de todos los materiales.....	89
Figura 10 Proceso de moldeado de la mezcla en formaleta manual. ....	90
Figura 11 Desmoldado de los bloques.....	90
Figura 12 Fraguado de los bloques. ....	91
Figura 13 Bloques curados y secados. ....	92
Figura 14 Dimensionado de los bloques.....	120
Figura 15 Ensayo absorción de agua .....	122
Figura 16 Prueba de resistencia a la compresión de los bloques propuestos. ....	124
Figura 17 . Resistencia al impacto del bloque BH-CC .....	140
Figura 18 Resistencia al impacto del bloque BH-AC .....	141
Figura 19 Resistencia al impacto del bloque BH-C.....	142
Figura 20 Prueba de resistencia al fuego bloque BH-CC .....	148
Figura 21 Prueba de resistencia al fuego bloque BH-AC.....	149
Figura 22 Prueba de resistencia al fuego bloque BH-C .....	150
Figura 23 Bloque de tabiquería con friso 1 cm.....	155

## INDICE DE GRAFICAS

Grafica 1 Tamiz y módulo de finura .....	107
Grafica 2 Porcentajes de materiales que componen la mezcla para la elaboración del bloque BH-CC.....	115
Grafica 3 Porcentajes de materiales que componen la mezcla para la elaboración del bloque BH-AC.....	116
Grafica 4 Comparación de los valores de absorción de agua de los bloques producido con la absorción máxima recomendada por la norma COVENIN 42-82. ....	130
Grafica 5 RESISTENCIA PROMEDIO DE LOS BLOQUES ESTUDIADOS .....	132
Grafica 6 Números de impactos que resisten los bloques .....	143
Grafica 7 RELACIÓN TIEMPO TEMPERATURA EN AMBOS LADOS DEL BLOQUE (BH-CC). ....	144
Grafica 8 RELACIÓN TIEMPO TEMPERATURA EN AMBOS LADOS DEL BLOQUE (BH-AC). ....	145
Grafica 9 RELACIÓN TIEMPO TEMPERATURA EN AMBOS LADOS DEL BLOQUE (BH-C).....	146
Grafica 10 Comparación de costos por unidad de los bloques de tabiquería.....	159
Grafica 11 Comparación de costos por unidad de los bloques de techo y entepiso.....	160



## INTRODUCCIÓN

Actualmente existen experiencias en la producción de concreto con materiales diferentes a los utilizados tradicionalmente, como son el caso de concretos realizados con escorias provenientes de la industria siderúrgica, silicatos expandidos, arcillas, escorias volcánicas, concretos celulares, así como concretos con conchas de moluscos en diferentes tamaños y fibras de madera, entre otros materiales. Los concretos producidos con residuos de concha de moluscos, son usados más que todo en la fabricación de morteros y elaboración de bloques, obteniendo buenos resultados según estudios realizados en Chile y Perú.

A su vez, los concretos con residuos de concha de molusco o en su efecto carbonato de calcio, presentaron características muy variables que dependen del tipo de especie utilizada en la producción de estos. Por esta razón, se aconseja el uso de conchas de moluscos de la especie (*Crassostrea rhizophorae* Y *Crassostrea virginica*), puesto que contiene más del 90 % de carbonato de calcio, una sustancia que no reacciona sobre el concreto y por lo tanto no afectan las propiedades del producto final.

También, una parte importante a la hora de elaborar el concreto es su dosificación, que nos permite determinar una aproximación de las proporciones que se requieren para tener la mezcla deseada, y las cuales deben ser comprobadas en el campo y por medio de ensayos de laboratorio. En experiencias obtenidas con concretos realizados con residuos de concha de molusco, la resistencia de estos tiene una variación al aumentar la relación cemento-concha, sin embargo, la relación agua-cemento es una de las características que más afecta la mezcla y la resistencia de la misma. Por esto, en el diseño de la mezcla, se debe tomar en cuenta las proporciones de cemento y agregados

adecuados, que nos permitan obtener un material que cumpla con las características deseadas para la fabricación de los bloques.

Por otro lado, los bloques huecos a base de concha de moluscos, constituirían una nueva alternativa como sistema constructivo. El beneficio principal en la fabricación de estos elementos sería el ecológico, ya que se reduciría la cantidad de desperdicios y contaminación producida en las costas del estado Anzoátegui principalmente en playa Caicara. Dicho lo anterior, se puede entender, porque las actividades constructivas están relacionadas con las repercusiones negativas en materia ambiental. Esta problemática se ha agudizado, en el momento en que la población comenzó a aumentar drásticamente a nivel mundial, lo que a su vez originó un incremento en la demanda de materiales de construcción, promoviendo el agotamiento de recursos naturales próximos, el aumento a la emisión de contaminantes y el aumento a la cantidad de residuos (González, 2012; pág.24).

Dicho lo anterior, es importante no dejar de insistir y seguir centrando los esfuerzos en mejorar la realidad actual en lo que a construcciones se refiere, mediante investigaciones y propuestas que tengan como objeto disminuir en lo posible, los costos y el impacto ambiental negativo producido por el hecho de construir, razón por la cual nace el presente trabajo de investigación.

Considerando que, el propósito general de esta investigación, es estudiar las propiedades de los bloques huecos a base de concha de moluscos de la especie (*Crassostrea rhizophorae* Y *Crassostrea virginica*), estos serán comparados y analizados con los parámetros establecidos en las normas correspondientes. Cabe destacar que los resultados obtenidos, serán una guía importante para el desarrollo de alternativas de mejora, tanto para el correcto reciclaje como para los

bloques elaborados, con los materiales propuestos. La presente investigación se divide en los siguientes capítulos:

**Capítulo I El Problema:** En este capítulo se presenta de manera específica el planteamiento del problema, los alcances, los objetivos de la investigación y las generalidades de la misma. También se manifiesta de manera clara la justificación y los parámetros requeridos para llevar a cabo este proyecto.

**Capítulo II Marco Teórico:** Este capítulo presenta los antecedentes de la investigación, realizados por otros investigadores, así como los aspectos teóricos que permiten proporcionar una base conceptual del tema investigado. También, se incluyen definiciones de términos básicos empleados en este trabajo.

**Capítulo III Marco Metodológico:** Este capítulo corresponde a la descripción de la metodología empleada en el desarrollo de la investigación, se señala el tipo, nivel y diseño de la investigación, la población y muestra, las técnicas e instrumentos de recolección de datos. Así como también, está incluida la metodología aplicada en las etapas de cada uno de los objetivos.

**Capítulo IV Análisis de los Resultados:** En este capítulo se presenta el análisis de los objetivos planteados, expresados por medio de tablas y gráficos, mediante los resultados arrojados por los ensayos realizados a cada uno de los bloques estudiados, los costos y el proceso de elaboración de los mismos, explicando los procedimientos para llevarlos a cabo.

**Capítulo V Conclusiones y Recomendaciones:** En este capítulo se presentan las conclusiones y recomendaciones pertinentes acerca de los resultados que se lograron obtener a lo largo del proceso de

investigación. Finalmente se presentan los anexos que amplían más la información del presente estudio.

## **CAPITULO I**

### **EL PROBLEMA**

#### **1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El impacto ambiental producido por la Industria de la construcción, forma una deuda que tendrán que afrontar las sociedades industrializadas de las futuras generaciones. Por tal motivo, el uso de residuos sólidos que se desechan, y sin valor comercial como material reciclado, ya es una realidad y también una de las mayores preocupaciones a nivel mundial (Acosta 2002). Es necesario utilizar otras alternativas para disminuir el déficit de recursos no renovables, para crear nuevos productos con menos inversión de materia prima. Por otro lado, en las costas de Caicara de Barcelona, y a lo largo de la Cordillera costera hasta Cariaco, se han formado un basural de conchas, caracoles, almejas y lapas, la cuales afectan el terreno ya que es un material contaminante.

Ciertamente, la acumulación de conchas en las costas orientales, viene generando impactos ambientales negativos en la región, tales como el incremento excesivo de desechos, el cual genera la disminución en la transparencia del agua, proliferación de las micro algas nocivas y finalmente la eutrofización del cuerpo de agua. Existe la necesidad de combatir este problema de contaminación que ocasionan estos desechos y reducir el efecto perjudicial. Sin embargo, los residuos son muy duraderos y permanecen mucho más tiempo que los animales de cuerpo blando que los producen, por tal motivo, al ser su período de degradación muy largo, se debe prevenir que la acumulación aumente.

En efecto, las conchas son el escudo protector de las partes blandas de los moluscos bivalvos, como las almejas, los mejillones y las ostras; con ellas se protegen de la disecación y de los depredadores. Además de ser un residuo cuyo costo de adquisición es más bajo que del agregado

normal; se deben aprovechar sus propiedades, entre ellas, dureza y considerable resistencia, como una buena opción para utilizarlo como agregado en la fabricación de bloques ecológicos (Valenzuela 2014).

Por otra parte, los altos costos de los materiales de construcción han generado la búsqueda de alternativas viables para confeccionar elementos constructivos. Cabe destacar que uno de estos materiales los constituye el bloque de concreto, cuyo valor monetario ha aumentado. Este hecho se debe entre otras cosas, al aumento del precio del cemento, arena y otros agregados utilizados para garantizar un producto óptimo con las características requeridas para sus diferentes usos.

Por otro lado, se utilizarán las conchas de moluscos como material principal en la elaboración de bloques huecos de concreto. A su vez, estas están compuestas en más del 90% de carbonato de calcio, los cuales son un ingrediente común en la mezcla de cemento. Además, se utilizan en muchas aplicaciones de ingeniería, también ayudará en la conservación del ambiente, debido que para la elaboración de estos bloques no se utilizará arena, conservando así las áreas de extracción de este material.

Por esta razón, un bloque elaborado a partir de conchas de moluscos/cemento, como sustituto de otro fabricado con arena/cemento o aliven/cemento y demás agregados, otorgará beneficios tecnológicos, ecológicos, económicos y, además, eliminar pasivos ambientales en zonas costeras, teniendo un desempeño similar a los ya existente en el mercado.

Por consiguiente, el presente estudio se llevará a cabo con el objetivo de evaluar la interacción de las conchas de moluscos de la especie (*Crassostrea rhizophorae* y *Crassostrea virginica*), típicas de las costas venezolanas desde playa Caicara Barcelona, Paseo de La Cruz hasta llegar a Mar El Paraíso, abarcando así toda la zona costera del

estado Anzoátegui. Esta investigación es experimental, ya que Arias (2006), la define como un proceso que consiste en someter a un objeto o grupo de individuos, a determinadas condiciones, estímulos o tratamiento, para observar los efectos o reacciones que se producen. El plan experimental constara de la elaboración de varios bloques elaborados con estos residuos, diseñando una mezcla para este fin.

No obstante, durante esta investigación se trabajará con diferentes pruebas; en primer lugar, se procederá a recolectar las conchas de moluscos, luego serán tratadas y limpiadas, se triturará una parte de estas para realizar los diferentes tanteos de mezclas, hasta así obtener una composición óptima para la realización de un bloque con este material y posteriormente, así someterlo a los diferentes ensayos, tales como dimensionado de los bloques, absorción de agua, resistencia a la compresión, resistencia al impacto blando, resistencia al fuego, coeficiente térmico, y aplicación de frisado según la normas COVENIN 42-82, ASTM E695, ACI216.1-97 y MOP 1962.

Anteriormente, en Venezuela no se han realizado otros estudios similares a esta investigación, ya que no se ha mencionado en ningún otro artículo, tesis de grado, proyecto o investigación, referente a elaboración de bloques con una mezcla cuyo principal agregado sea las conchas de moluscos, siendo este un estudio único en su clase en todo el país.

De igual manera, reutilizar los residuos de conchas de moluscos que se encuentran desperdiciados a lo largo de las costas del Estado Anzoátegui, las cuales ocupan una gran parte costera, según el Instituto de Investigaciones Agrícolas (INIA), El Instituto Socialista de la Pesca y Acuicultura (INSOPESCA), los cuales han establecido un monitoreo continuo a estos productos marinos.

Así mismo, resulta un aporte importante para la Universidad de Oriente en cuanto a la contribución de conocimientos nuevos se refiere, además servirá de referencia a próximas investigaciones a fines a la ingeniería civil, enfocada en la disciplina de materiales de construcción y estudios de nuevos materiales ecológicos.

## **1.2 Objetivos de la investigación**

### **1.2.1 Objetivo general**

Elaborar una mezcla sustentable con concha de moluscos (*Crassostrea rhizophorae* y *Crassostrea virginica*), para la fabricación de bloques de tabiquería, techos y entrepiso.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

- Describir la interacción de las conchas de moluscos con la mezcla arena/cemento hasta encontrar la mejor relación para la fabricación de un bloque, comparando los resultados obtenidos con los estándares requeridos por la norma venezolana COVENIN 42-82, bloques huecos de concreto.
- Caracterizar un prototipo de mezcla para la elaboración de un bloque hueco, modulado y estandarizado según la norma venezolana COVENIN 42-82 bloques huecos de concreto, teniendo como principal componente las conchas de moluscos.
- Realizar los ensayos de absorción de agua, resistencia a la compresión, dimensionado de los bloques, resistencia al impacto blando, resistencia al fuego, coeficiente térmico, y aplicación de frisado en base a lo establecido en las normas COVENIN 42-82, ASTM E695, ACI 216.1-97 y MOP 1962.
- Presentar un análisis de precio unitario del bloque fabricado a base conchas de moluscos y cotejarlo con los bloques convencionales



existentes en el mercado, ejecutado con el “Software Lulowin” control de obras.

- Determinar cómo contribuye la fabricación de bloques a base de conchas de moluscos a disminuir los pasivos ambientales ocasionados por estos residuos sólidos en las zonas costeras del estado Anzoátegui.

### 1.3 Generalidades

#### 1.3.1 Ubicación geográfica

La investigación se llevará a cabo dentro del territorio venezolano, en la Ciudad de Cantaura Estado Anzoátegui, como se muestra en la figura 1. Las fabricaciones de los bloques para el estudio se realizarán en la Empresa Concretos Alexcar, C.A. “Armando soluciones constructivas”, así como los ensayos para el estudio de las propiedades de los mismo, con el apoyo del Prof. Jesús Álvarez. En dicha empresa se cuenta con todos los implementos necesarios para llevar a cabo los diferentes estudios, prestando especial cuidado en cumplir con los parámetros establecidos en las normativas correspondientes.



**Figura 1. Ubicación de la empresa Alexcar C.A**

**Fuente: Google Maps, 2010**

### 1.3.2 Identificación de la empresa

La Empresa Concretos Alexcar, C.A. “Armando soluciones constructivas” es una empresa dedicada a la fabricación de prefabricados en concreto como columnas, balaústros, jardineras para ventanas, machones, pasamanos, pináculos, bancos entre otros destinados a satisfacer la demanda local, participando así de manera significativa en el desarrollo de la zona.

Con respecto a su proceso operativo, la empresa cuenta con las herramientas necesarias, que permite la elaboración del bloque de manera eficiente, así como de galpones que admiten el almacenaje adecuado de los materiales utilizados, y de un patio con suficiente área para alojar la cantidad de bloques producidos durante su secado.

### 1.3.3 Materiales utilizados

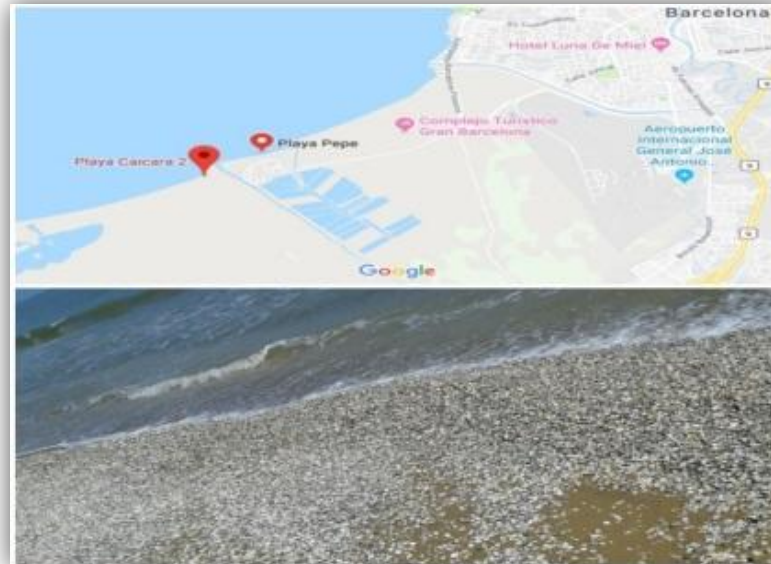
Para la fabricación de bloques huecos a base de concha de molusco se utilizaron los materiales que se especifican a continuación.

#### **Cemento**

La empresa proveedora es, (CSC) Corporación Socialista del Cemento.S.A. Venezolana de cemento, empresa del Estado. En la fabricación de los bloques, se usó cemento Portland Tipo I.

#### **Agregados**

La concha de molusco empleada es de la especie (*Crassostrea rhizophorae* Y *Crassostrea virginica*), esta fue recolectada en la costa venezolana del estado Anzoátegui, específicamente en playa Caicara Barcelona, la cual se encuentran como desecho a lo largo de esta. Cabe destacar que este material antes de ser utilizado como agregado, debe ser lavado y secado para eliminar cualquier materia orgánica. (Figura 2).



**Figura 2. Conchas de moluscos utilizadas en la fabricación de los bloques**

**Fuente: Autores**

### **Agua**

El agua utilizada proviene del acueducto de la población de Cantaura, esta se considera adecuada porque no afecta la calidad de la mezcla diseñada.

#### **1.3.4 Maquinaria y herramientas**

Se empleó el uso de la siguiente maquinaria y herramientas:

- Molino pulverizador modelo FS 160 3 hp con capacidad de triturar las conchas de molusco hasta llevarlas al tamaño requerido para la fabricación de los bloques.
- Molde para bloque Paul Iron BC 15 cm hecho a la medida, con dimensiones de 15 cm de ancho, 40 cm de largo y 19 cm de alto

construido con planchas metálicas aceradas de primera calidad, y con soldadura microwire profesional para producir bloques en serie.

- Molde para bloque de techo con pestaña Paul Iron BC 15 hecho a la medida, con dimensiones de 15 cm de ancho, 40 cm de largo y 19 cm de alto para producir bloques en serie.

### **1.3.5 Ensayos**

- Los ensayos de resistencia a la compresión se realizaron en la empresa Tecnisuca “Técnicas del suelo” ubicada en la ciudad de Cantaura estado Anzoátegui, esta empresa se encarga de realizar ensayos de calidad en el área de suelos, concreto y asfalto.

- Los ensayos de dimensionado de los bloques, absorción de agua, resistencia al impacto blando, resistencia al fuego, coeficiente térmico, y aplicación de frisado, se realizaron en la empresa Alexcar ubicada en la ciudad de Cantaura estado Anzoátegui, donde se cuenta con los equipos necesarios para su realización.

### **1.4 Justificación**

Los productos a base de cemento y residuos de concha de molusco, pueden emplearse satisfactoriamente para la construcción de paredes y tabiques, en los forjados de techos y entrepisos; se emplean también para morteros. La presente investigación, constituye una oportunidad de conocer las potencialidades del uso productivo de los residuos de concha de molusco. Además, la propuesta representa una medida de acción para la disminución de los pasivos ambientales ocasionados por este material en las costas del estado Anzoátegui, estimularía la conservación del medio ambiente y la utilización de este residuo mediante una tecnología limpia, que es la clave para lograr un desarrollo industrial ecológicamente sostenible.

Por lo tanto, una de las aportaciones es en cuanto a las ventajas que ofrece el reciclaje de materiales como la concha de molusco, los cuales se consideran residuos acumulados de manera masiva en las costas, por lo que al ser incorporados a la industria de la construcción se ayudaría a eliminarlos, lo que además reduciría los precios de elaboración de los bloques al ser materiales abundantes que no poseen valor comercial.

Cabe destacar, que se espera que el costo de transporte de este material hasta el sitio de elaboración de los bloques, conlleve un porcentaje de ahorro en comparación con el traslado de materiales usados en bloques tradicionales. Esto debido a que la concha de molusco es un elemento más liviano que los materiales convencionales para la fabricación de bloques.

De igual modo, el proyecto de fabricación de bloques huecos de cemento a base de concha de molusco, está orientado a proponer unidades constructivas de conveniente comportamiento, a través de ajustes de mezclas. Alternativa que, de ser factible en términos de calidad y economía; constituiría una solución constructiva al alcance de un numeroso grupo de personas, cuya demanda de materiales de construcción no puede ser abastecida por los altos costos de sistemas constructivos tradicionalmente utilizados hasta ahora.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEORICO REFERENCIAL**

Se realizó una búsqueda a nivel local, regional, nacional e internacional de información de trabajos de investigación anteriormente ejecutados, que tengan concordancia con el tema en estudio, para que sirva de soporte y consulta en la elaboración de esta investigación, por lo tanto, se describirán los trabajos con mayor similitud con el tema a tratar.

#### **2.1 Antecedentes de la investigación**

Batista (2013), en Brasil, estudió que las conchas de las ostras y otros bivalvos son transformadas en bloques para la construcción, en el marco del proyecto Bloco Verde, de la empresa Blocaus Pre-Fabricados, contemplada por el Programa de Subvenção à Inovação em Micro y Pequeñas Empresas de Santa Catalina (PAPPE). El material sustituye gran parte de la arena y del concreto utilizado para la producción de los bloques, volviéndolos más livianos y con mejores resultados acústicos. El trabajo anterior, permitirá un buen desarrollo de la investigación, diseño, calculo, redacción y guía, en la elaboración de nuevos bloques, sustituyendo materiales comunes por materiales ecológicos, en este caso conchas de moluscos, en la elaboración de los nuevos prototipos que se plantean en el presente proyecto.

Por otro lado, Nguyen (2013), hizo un estudio donde se verificó la capacidad de absorción que tienen las conchas, lo cual determina la cantidad de agua a utilizar. También se muestra la influencia de la distribución, forma y tamaño de las partículas de las conchas, siendo estos parámetros muy importantes para lograr una resistencia a la compresión aceptable. En los reemplazos de tamaños de 4mm, resultó una mezcla menos resistente que el diseño con agregados naturales, debido a la forma plana y además la parte hueca de la partícula hace

difícil el relleno con la pasta de cemento. Estos dos factores hicieron que la resistencia a compresión sea menor que la muestra de control.

Por lo tanto, este estudio se realizó con el propósito de analizar, interpretar y estudiar la capacidad de absorción de agua, tamaño de las partículas y resistencia a la compresión de los elementos fabricados con la mezcla a base de conchas de moluscos, para así obtener un patrón admisible en la elaboración de un bloque ecológico.

Siguiendo, Alonso (2012), comento que en Venezuela existe iniciativas por parte de algunas instituciones, como es el caso del Centro de Apoyo a la Inventiva Tecnológica, del estado Mérida, donde el tecnólogo Alonso Méndez, ha diseñado y construido una máquina extrusora, capaz de procesar y reciclar desechos sólidos inorgánicos, para el área de la construcción. La extrusora produce la materia prima para la fabricación de bloques livianos y de alta resistencia, muy apropiados para edificar viviendas y caminarias en espacios urbanos.

En consecuencia, el aporte de este investigador permitió, obtener información acerca de cómo procesar y reciclar las conchas de moluscos, y así obtener un material inorgánico ideal para la fabricación de bloques ecológicos, que cumplan con todos los requisitos establecidos en las normas correspondientes, y de esta forma obtener un prototipo apropiado en relación al propuesto en el presente proyecto.

Desde otro punto de vista, Gámez (2011), estudio que los métodos tradicionales de construcción, los bloques de concreto se producen prácticamente en todo el mundo, debido a su alta calidad y a la demanda de materiales económicos de construcción. Unas amplias variedades de materias primas pueden utilizarse para producir unidades de concreto, en diferentes tamaños y formas. Las principales materias primas usadas para producir bloques de concreto son el cemento, la arena y diversos agregados. El artículo anterior, ayudara a obtener la información

necesaria para tener una noción más amplia acerca de los diferentes métodos de fabricación de bloques y sus distintos tipos de materiales con los cuales son elaborados.

De igual manera, Zuluaga (2013), realizó una investigación donde se evaluó el comportamiento del concreto elaborado con desechos de Icopor, los cuales fueron recuperados de almacenes y fruterías, siendo la mayoría empaques de alimentos y electrodomésticos, esto con el objeto de reducir el volumen de vertidos en los rellenos sanitarios urbanos. Para determinar su funcionabilidad, se trituró el Icopor y se incluyó en 3 mezclas de concreto con diferentes proporciones como reemplazo del agregado fino, para luego realizar ensayos de asentamiento, resistencia a la compresión, módulo de elasticidad y módulo de rotura a los 28 días.

Los resultados obtenidos fueron similares al compararlos con mezclas de concreto convencional, por lo que se concluyó que el concreto elaborado con este material como sustituto del 20% del agregado fino tiene potencial para ser utilizado como material de construcción de elementos estructurales.

Finalmente, el aporte significativo de esta investigación es en cuanto a la información teórica que brinda, debido a que los nuevos conocimientos expuestos sirven para sustentar el presente trabajo de investigación. Además de motivar a buscar soluciones en materia de construcción e innovación, como lo es el uso de materiales no convencionales en los diseños de mezclas de concreto y los buenos resultados que se podrían obtener tanto técnico como económicamente.

## **2.2 Bases Teóricas Referenciales**

### **2.2.1 La concha de molusco como material sustentable**

Las conchas de molusco han sido tratadas como residuo por la mayoría de los países productores y se han depositado o bien en tierra, o



bien bajo las aguas próximas a la costa de los mares. Ambas opciones generan un fuerte impacto ambiental. Las conchas-residuo contienen restos de materia orgánica que se descompone (tanto en el depósito en tierra como en el subacuático), provocando malos olores y la proliferación de micro organismos e insectos.

Así mismo, en el caso terrestre, se producen lixiviaciones que contaminan las aguas y un impacto visual que puede tener incluso consecuencias económicas al darse sobre todo en poblaciones costeras, para las que el turismo supone una importante fuente de ingresos. En el caso del vertido en el mar, la situación es peor, pues se sepulta irremediabilmente toda forma de vida que pudiese existir en la zona. En muchas ocasiones estos vertidos se producen de manera ilegal, ya que el depósito en vertedero controlado puede resultar muy costoso y los volúmenes de residuo generado son enormes.

De manera semejante, se encontró un caso de reutilización de la concha de molusco como subproducto. En Corea, ante el crecimiento exponencial de la cantidad de residuo generado y la imposibilidad de encontrar espacio para su adecuado vertido, se ha venido fomentando desde la administración la utilización de la concha de ostra como fertilizante aun sin resultar económicamente rentable (se ha llegado a reutilizar hasta un 30% de la concha generada). Por otro lado, en Nigeria, las conchas de bígaro se utilizan ya de manera tradicional para la fabricación de concreto. Sin embargo, este uso carecía hasta hace pocos años de estudios técnicos que lo avalasen, por lo que siempre fue considerado como una práctica poco profesional motivada en exclusiva por la escasez de áridos gruesos en la zona costera de dicho país.

Otros países también han utilizado las conchas para algún fin, pero de manera minoritaria, como puede ser el caso de Nueva Zelanda, donde se ha empleado en la construcción de cortafuegos, o Dinamarca, donde

se ha utilizado como material granular aislante en cubiertas y soleras de viviendas (Checa,2012).

### **2.2.2 Nuevos usos de las conchas de moluscos como material de construcción**

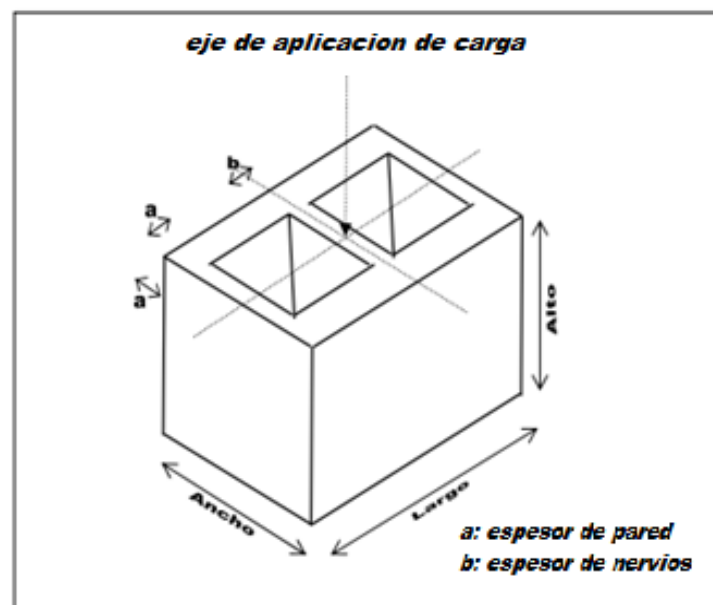
En los últimos años, con el objetivo de dar una salida eficaz y rentable a las conchas de molusco, se han producido numerosos estudios que han concluido en la posibilidad de uso de la concha como subproducto en multitud de ámbitos. Entre las aplicaciones estudiadas se encuentran la fertilización y mejora de suelos, la depuración de aguas, la obtención de calcio y la reutilización como áridos de construcción. Diferentes estudios muestran las posibilidades de utilización de la concha de ciertos moluscos como el bígaro, el berberecho, la ostra, el mejillón o la almeja, en la fabricación de materiales ligados para construcción, como son hormigones y morteros (Checa,2012).

De igual manera, según lo mencionado anteriormente por checa (2012), estos artículos nos darán un indicio de que el uso de las conchas de moluscos como material de construcción, es factible para la elaboración de bloques, utilizando como principal agregado estos residuos, generando así una expectativa positiva en la investigación, y valiendo también como material de apoyo en las diferentes aplicaciones, donde ya se utiliza la concha de molusco como material de construcción ecológico e innovador.

### **2.2.3 Bloque hueco de concreto**

Según norma COVENIN 42:82 el bloque hueco de concreto: “Es un elemento simple de forma paralelepípedo octogonal con perforaciones paralelas a una de las aristas”.

Los bloques huecos de concreto se producen prácticamente en todo el mundo debido a su alta calidad y a la demanda de materiales económicos de construcción. Unas variedades de materias primas pueden utilizarse para producir unidades de concreto por miles, en diferentes tamaños y formas. Las formas y tamaños de los bloques huecos de concreto han sido estandarizados para asegurar una uniformidad en las construcciones. Las partes del bloque hueco son las paredes y los nervios. En la figura 3, se ilustran las dimensiones del bloque de pared y el eje de carga, así como los espesores de paredes y nervios.



**Figura 3. Bloque de pared**  
**Fuente: Autores**

De modo que, la fabricación de los bloques huecos de concreto responde a la necesidad de abaratar costos en la construcción de paredes, muros de albañilería, techos y entrepisos, creándose así un material de dimensiones mayores que los ladrillos cerámicos, los cuales son un material muy utilizado en la industria de la construcción.

Además, el sistema constructivo con bloques huecos de concreto sólo es capaz de trabajar a la compresión, para solucionar este defecto se utilizan refuerzos que consisten en barras de acero ubicadas en sentido longitudinal y/o transversal debido a que este material es capaz de resistir los esfuerzos de tracción y flexión, obteniéndose un sistema flexible que resiste esfuerzos de cualquier naturaleza. Estos refuerzos pueden ir incorporados en los huecos de los bloques, en el mortero de pega entre hiladas, o enmarcar la albañilería con elementos de hormigón armado, como pilares y vigas.

Los bloques de concreto, que son elementos modulares y pre moldeados, están dentro de la categoría de mampuestos que en obra se manipulan a mano, y son especialmente diseñados para la albañilería confinada y armada. Los bloques de concreto se emplean en la construcción de muros para viviendas (exteriores e interiores), muros de contención, entre otros.

Según Arrieta (2001), la albañilería confinada con bloques de concreto, de manera similar que cuando se utiliza ladrillo cerámico, requiere de vigas y columnas de confinamiento. En el caso de la albañilería armada con bloques de concreto, se requiere de acero de refuerzo vertical regularmente distribuido, a lo largo del muro, en los alvéolos de las unidades; por su parte, el acero de refuerzo horizontal, cuando es necesario, se aloja en las juntas pudiendo, los bloques, presentar o no detalles para su colocación.

Así mismo, la ventaja con este tipo de unidad de albañilería es que por su tamaño proporciona una economía en el tiempo de ejecución, en la utilización de mano de obra y en la cantidad de mortero necesaria, lo que conduce a un abaratamiento del costo de producción, además reduce el número de juntas.

Por otra parte, la transmisión de calor a través de los muros es un problema que se presenta, dependiendo del clima actual en la zona, bien sea por su alta o baja temperatura, siendo así más conveniente el empleo de cavidades con aire en el interior de los muros permitiendo que se formen ambientes más agradables (p.5).

## 2.2.4 Clasificación de los bloques huecos de concreto

De acuerdo a la norma COVENIN 42:82 se presentan las siguientes clasificaciones.

### 2.2.4.1 Según los agregados

En la fabricación de bloques huecos de concreto los agregados empleados pueden ser normales o livianos, o una mezcla combinada de ambos. (Ver Tabla 1).

**Tabla 1. Clasificación de los bloques según los agregados**

Bloque	Agregados	Peso
Pesado	Normales	>2000 kg/m <sup>3</sup>
Semipesados	Normales y livianos	1400 kg/m <sup>3</sup> y 2000 kg/m <sup>3</sup>
Livianos	Livianos	<1400 kg/m <sup>3</sup>

**Fuente: COVENIN 42-82**

**Pesados:** Bloque fabricado con agregados normales. El peso unitario del concreto seco es mayor de 2000kg/m<sup>3</sup>.

**Semipesados:** Bloque fabricado con una mezcla de agregados normales y livianos. El peso unitario del concreto seco es entre 1400kg/m<sup>3</sup> y 2000kg/m<sup>3</sup>.

**Livianos:** Bloque fabricado con agregados livianos. El peso unitario del concreto seco es menor de 1400kg/m<sup>3</sup>.

#### **2.2.4.2 Según su uso**

El bloque de concreto es utilizado ampliamente en la construcción, pero sus principales aplicaciones están dadas por la posibilidad de ser empleados en muros simples o divisorios, muros estructurales, paredes exteriores o interiores. De acuerdo su uso, los bloques se clasifican de la siguiente manera:

**Tipo A (COVENIN 42:82):** Bloques para paredes de carga, expuestas o no a la humedad.

Clase A1: Para paredes exteriores, bajo o sobre el nivel del suelo y expuestas a la humedad.

Clase A2: Para paredes exteriores, bajo o sobre el nivel del suelo y no expuestas a humedad.

**Tipo B (COVENIN 42:82):** Bloques para paredes que no soportan cargas o para paredes divisorias.

Clase B1: Para paredes expuestas a la humedad.

Clase B2: Para paredes no expuestas a la humedad.

#### **2.2.5 Requisitos que deben cumplir los bloques según la norma venezolana COVENIN 42-82 bloques huecos de concreto.**

##### **2.2.5.1 Apariencia y acabado**

Los bloques deben ser sólidos y libres de grietas que no sean las especificadas a continuación:

**Para bloques tipo A:** No deben presentar grietas paralelas a la carga. Si aparecen imperfecciones están no deben ser más del 5% del pedido, siempre y cuando las grietas perpendiculares a la carga que aparezcan no tengan una longitud mayor a 2,5 cm.

- **Para bloques tipo B:** Pueden presentar grietas menores producidas en la fabricación o fragmentos producidos en el manejo.

### 2.2.5.2 Dimensionales

Las dimensiones de largo, alto y ancho, usuales de los bloques huecos de concreto, se indican en tabla 2. Pueden fabricarse bloques con otras dimensiones siempre y cuando cumplan con lo especificado en la norma COVENIN 42:82. Los espesores mínimos para paredes nervios de bloques se especifican en las tablas 3 y 4. La máxima tolerancia en cualquier dimensión es de 0,3 cm.

**Tabla 2. Dimensiones de los bloques de concreto**

Denominación ordinaria (cm)	Dimensiones normales (cm)	Dimensiones modulares (cm)
10	39x19x9	40x20x10
15	39x19x14	40x20x15
20	39x19x19	40x20x20
25	39x19x24	40x20x25
30	39x19x29	40x20x30

**Fuente: COVENIN 42:82**

**Tabla 3. Espesores mínimos para bloques Tipo A**

Tipo de bloque	Espesor de pared (cm)	Espesor de nervios (cm)
10	1,9	1,9
15	2,2	2,2
20	2,5	2,5
25	2,8	2,8
30	3,2	2,8

**Fuente: COVENIN 42:82**

**Tabla 4. Espesores mínimos para bloques tipo B**

Tipo de bloque	Espesor de pared (cm)	Espesor de nervios (cm)
10	1,3	1,3
15	1,5	1,5
20	1,7	1,7
25	1,9	1,9
30	2,2	1,9

**Fuente: COVENIN 42:82**

### 2.2.5.3 Químicas

- **Absorción máxima:** la máxima absorción determinada de acuerdo al ensayo especificado en la Norma COVENIN 42:82 para cada tipo de bloque, se indica en la tabla 5.

**Tabla 5. Absorción máxima**

Tipo de bloque	Pesado %	Semipesado %	Liviano %
A 1 – A2 Y B1	14	16	12
B2	No tiene ensayo de absorción		20

**Fuente: COVENIN 42:82**

### 2.2.5.4 Mecánica

Resistencia a la compresión: la resistencia mínima a la compresión, determinada de acuerdo a lo especificado en la norma COVENIN 42:82, a los 28 días de fabricados, es la indicada en la tabla 6.



**Tabla 6. Resistencia a la Compresión**

Tipo de bloque	Promedio 3 bloques (kg/cm <sup>2</sup> )	Mínimo 1 bloque (kg/cm <sup>2</sup> )
A1	70	55
A2	50	40
B1-B2	30	25

**Fuente: COVENIN 42:82**

Los bloques después de ser convenientemente curados por medio de métodos aprobados, deben tener una resistencia a la compresión igual o mayor al 80% de los valores especificados en la tabla 6.

## **2.2.6 Componentes de los bloques de concreto a base de concha de molusco.**

### **2.2.6.1 Cemento**

Porrero (2009) expresa que, el cemento es el componente activo del concreto e influye en todas las características de este material. Sin embargo, el cemento constituye aproximadamente sólo un 10 a un 20% del peso del concreto, siendo el 80 a 90% de materiales restantes el que condiciona la posibilidad de que se desarrollen las propiedades del concreto. En la práctica, también son decisivas la calidad de los agregados y las proporciones entre los componentes.

Ahora bien, el cemento se obtiene a partir de materias primas abundantes en la naturaleza. Su elaboración se realiza en plantas industriales de gran capacidad, en donde debe ser controlado estrictamente, lo que redundará en su calidad y en la confiabilidad que sobre él pueda tener el usuario (p.91)

**Constitución:** según Porrero (2009), el cemento Portland o cemento simplemente, es una especie de cal hidráulica perfeccionada. Se produce haciendo que se combinen químicamente unas materias de carácter ácido

(sílice y alúmina principalmente) provenientes de arcillas, con otras de carácter básico (primordialmente cal) aportadas por calizas. Esta reacción tiene lugar entre las materias primas, finamente molidas, calentadas en hornos a temperaturas de semifusión (p.91). El producto resultante no es una especie química o mineralógica única, sino una mezcla compleja de minerales artificiales cuyas denominaciones y fórmulas se dan en la tabla 7.

**Tabla 7. Componentes mineralógicos del cemento Portland**

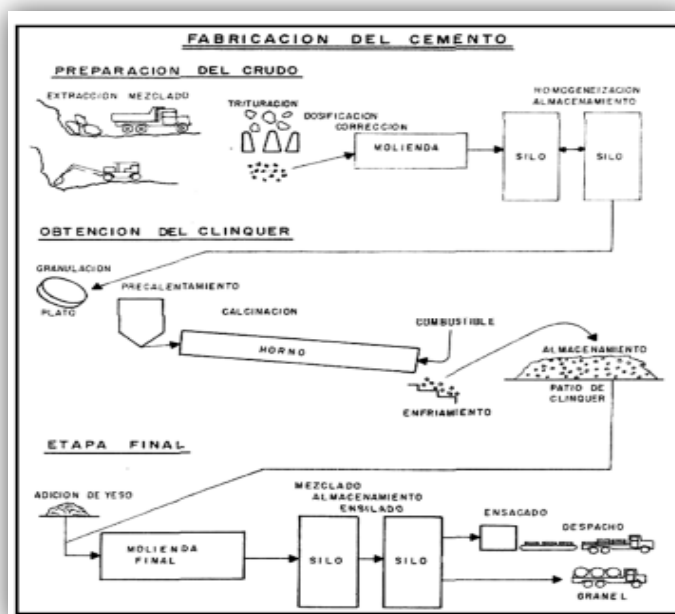
Componente	Fórmula química	Fórmula abreviada
Silicato tricíclico	$3\text{CaO} - \text{SiO}_2$	C3S
Silicato dicálcico	$2\text{CaO} - \text{SiO}_2$	C2S
Aluminato tricálcico	$3\text{CaO} - \text{Al}_2\text{O}_3$	C3A
Ferro aluminato	$4\text{CaO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{FeO}$	C4FA
Yeso	$\text{CaSO}_4 - 2\text{H}_2\text{O}$	Y
Álcalis	$\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$	N + K
Magnesia	MgO	M
Cal libre	$\text{CaO} + \text{Ca}(\text{OH})_2$	C.L.
Residuo insoluble	$\text{SiO}_2 + \text{R}_2\text{O}_3$	R.I.

**Fuente: Porrero, 2009**

**Proceso de fabricación:** Según Porrero (2009), el material que sale del horno de la fábrica de cemento en su primera molienda que se llama "klinker" o "clinker"; éstos son trozos redondos, de mayor o menor tamaño, formados por conglomerados, debido a la semifusión a que estuvo sometido el polvo de las materias primas iniciales. Este clinker debe ser molido de nuevo a tamaños todavía menores para potenciar la futura capacidad de reacción de los granos de cemento. Esta última

molienda se lleva a cabo conjuntamente con una pequeña proporción de yeso. La incorporación de yeso impide el fraguado instantáneo, regula el fraguado y el inicio del proceso de endurecimiento al controlar las reacciones de hidratación temprana del aluminato tricálcico.

Finalmente, el material resultante es el cemento tal como se conoce, capaz de combinarse con agua y dar origen a productos hidratados que se entranan íntimamente entre sí, adquiriendo las propiedades de resistencia y durabilidad que le son características. En la figura 4, se presenta en forma esquemática las diferentes etapas en la fabricación del cemento.



**Figura 4. Fabricación del cemento**  
Fuente: Porrero, 2009

**Efectos de los componentes del cemento:** de acuerdo a Merritt (2005), el conocimiento del comportamiento de los compuestos principales durante la hidratación, permite ajustar las cantidades de cada uno durante la fabricación, para obtener las propiedades requeridas en el cemento.

El silicato tricálcico (C3S): es el que produce altas resistencias en el cemento Portland hidratado. Pasa del fraguado inicial al final en una pocas horas. La reacción del C3S con agua desprende una gran cantidad de calor (calor de hidratación), la rapidez de endurecimiento de la pasta de cemento está en la relación directa con el calor de hidratación; cuanto más rápido sea el fraguado, tanto mayor será la exotermia. El C3S hidratado alcanza gran parte de su resistencia en siete días.

El silicato dicálcico (C2S): se encuentra en tres formas diferentes designadas alfa, beta y gama. Dado que la fase alfa es inestable a la temperatura ambiente y la fase gama no muestra endurecimiento al hidratarla, solo la fase beta es importante en el conglomerante (cemento portland).

El C2S beta requiere algunos días para fraguar. Es el causante principal de la resistencia posterior de la pasta de cemento portland. Debido a que la reacción de hidratación avanza con lentitud, hay un bajo calor de hidratación. El compuesto C2S beta en el cemento portland desarrolla menores resistencias que el C3S en las primeras edades; sin embargo, aumenta gradualmente, alcanzando en unos tres meses una resistencia similar a la del C3S.

El aluminato tricálcico (C3A): presenta fraguado instantáneo al hidratado. Es el causante primario del fraguado inicial del cemento portland y desprende grandes cantidades de calor durante la hidratación. El yeso agregado al cemento portland durante la trituración o molienda en el proceso de fabricación, se combina con el C3A para controlar el tiempo de fraguado. Aunque hidratado, por sí solo, produce una resistencia muy baja, su presencia en el cemento portland hidratado origina otros efectos importantes. Un aumento en la calidad de C3A en el cemento portland ocasiona un fraguado más rápido, y también disminuye la resistencia del producto final a los sulfatos.

El ferroaluminato tetracálcico: es semejante al C3A, porque se hidrata con rapidez y solo desarrolla baja resistencia. No obstante, al contrario de C3A, no muestra fraguado instantáneo.

Por otro lado, la rapidez de hidratación es afectada, además de la composición, por la finura del molido, la cantidad de agua agregada y la temperatura de los componentes al momento de mezclarlos. Para lograr una hidratación más rápida, los cementos se trituran hasta dejarlos muy finos. El aumento inicial de la temperatura y la presencia de una cantidad suficiente de agua también aceleran la velocidad de reacción (p. 5.3).

**Tipos de cemento portland:** dentro de los límites generales de composición con los cuales se obtiene el clinker, se pueden establecer algunas variantes, las cuales dan lugar a productos de características algo diferentes entre sí, que constituyen los distintos tipos de cementos portland existentes.

La Norma Venezolana COVENIN 28 "Cemento Portland. Especificaciones", considera cinco tipos de cemento Portland, cuyas características se presentan en la tabla 8. Los cementos que desarrollan rápidamente sus resistencias se basan en una alta proporción de silicato tricálcico y aluminato tricálcico; en definitiva, en composiciones altas en cal.

**Tabla 8. Tipos de cemento Portland**

Tipo	Características
I	Uso general
II	Resistencia a los sulfatos y bajo calor de hidratación
III	Altas resistencias iniciales
IV	Muy bajo calor de hidratación
V	Altas resistencia a los sulfatos

**Fuente: Porrero, 2009**

De acuerdo a lo establecido por Merritt (2005), se muestran las especificaciones de cada tipo de cemento Portland.

Cemento tipo I: para usos generales, es el que más se emplea para usos estructurales cuando no se requieren las propiedades especiales especificadas para los otros cuatro tipos de cemento.

Cemento tipo II: modificado para usos generales, se emplea cuando se prevé una exposición moderada al ataque de sulfatos o cuando se requiere un moderado calor de hidratación.

Cemento tipo III: de alta resistencia inicial, es recomendable cuando se necesita una resistencia temprana en una situación particular de construcción.

Cemento tipo IV: de bajo calor de hidratación, se ha desarrollado para usarse en concreto masivo.

Cemento tipo V: resistente a los sulfatos, se especifica cuando hay una exposición intensa a los sulfatos. Las aplicaciones típicas comprenden las estructuras hidráulicas expuestas a aguas con alto contenido de álcalis y en estructuras expuestas al agua de mar (p. 5.4).

#### **2.2.6.2 Agregados**

Según Porrero (2009), los agregados son las partes del concreto que constituyen lo grueso del producto terminado. Abarcan del 70 al 85% del volumen del concreto, y tienen que estar gradados de tal forma que la masa total de concreto actúe como una combinación relativamente sólida, homogénea y densa, con los tamaños más pequeños actuando como un relleno inerte de los vacíos que existen entre las partículas más grandes, (p.61).

En tal sentido, las características de los agregados empleados deberán ser aquellas que beneficien el desarrollo de las principales propiedades en el concreto, entre las cuales se pueden nombrar: la trabajabilidad, las exigencias del contenido de cemento, la adherencia con la pasta y el desarrollo de resistencias mecánica. Éstos áridos deben consistir en partículas durables, limpias, resistentes y libres de productos químicos absorbidos, recubrimientos de arcilla y otros materiales finos que pudieran afectar la hidratación y la adherencia a la pasta del cemento.

De igual manera, los agregados aportan cualidades al concreto tanto en estado fresco como en estado endurecido; en estado fresco el mortero actúa como lubricante de las partículas más gruesas para darle una mejor trabajabilidad y forman una trabazón que genera una superficie de adherencia reduciendo los cambios de volumen y disminuyendo la cantidad de mezcla propensa a sufrir contracción durante el proceso de fraguado. Y en estado endurecido los beneficios son en cuanto a resistencia a la compresión y de la durabilidad.

**Arena:** Está formada por granos naturales depositados por las aguas, en la mayoría de los casos, las arenas se extraen de lugares próximos a los cursos actuales de agua: meandros y lechos de ríos, lagunas, entre otros. El progresivo agotamiento de las fuentes de obtención de las arenas, o las restricciones ambientalistas para su explotación, tienden a generar escasez del material, por lo cual se ha empezado a obtener arena a partir de la trituración de rocas, usualmente las mismas de las que se obtiene el agregado grueso, aunque sus características no sean idénticas a las de la arena natural.

Si la roca de origen es sana y el material obtenido recibe un tratamiento apropiado, la arena de trituración dará origen a concretos de buena calidad. Pero si se explotan yacimientos de poca consistencia, el material fino resultante es un producto pulverulento que, para poder servir

como arena, y nunca de gran calidad, va a requerir enérgicos y costosos tratamientos con bajo rendimiento.

**La Granulometría:** se define como la distribución del tamaño de las partículas de los granos que integran una masa de agregados. Esta característica decide, de manera muy importante, la calidad del material para uso del concreto. Se determina haciendo pasar una muestra representativa de agregados por una serie de tamices ordenados por abertura de mayor a menor. La granulometría y el tamaño máximo de agregado afectan las proporciones relativas de los agregados, así como los requisitos de agua y cemento, la trabajabilidad, capacidad de bombeo, economía, porosidad, contracción y durabilidad del concreto.

**El módulo de finura:** es un número que indica el cedazo teórico a través del cual pasa el 50% del material. Materiales de granulometrías diferentes pueden tener el mismo módulo de finura. Sirve para detectar los cambios granulométricos dentro de un mismo material. En cierto modo, este valor es representativo de la finura de la arena; se considera que el módulo de finura adecuado dentro de una granulometría aceptable, debe estar entre 2,3 y 3,1 donde un valor menor de 2,0 indica una arena fina, 2,5 una arena media y más de 3,0 una arena gruesa, (pp.71-72). La tabla 9 muestra la clasificación de la arena según el módulo de finura para distintos tamaños de granos.

**Tabla 9. Clasificación de la arena según el módulo de finura (MF)**

Fina	Media	Gruesa
MF < 2,0	2,0 ≤ MF ≤ 3,0	MF > 3,0

**Fuente: Porrero, 2009**

**Concha de molusco:** Las conchas es la cobertura dura, rígida y exterior que poseen ciertos animales, solo se consideran conchas los exoesqueletos de los moluscos. La concha sirve a los moluscos como



elemento defensivo para protegerse de las agresiones externas de sus depredadores, y como punto de anclaje para sus músculos y órganos. Es decir, para la protección y el soporte anatómico. Tiene tres capas, aunque alguna de ellas puede desaparecer en ciertos grupos de moluscos. La más interna es el nácar o endostraco. Es una mezcla orgánica de capas de conquiolina (una escleroproteína, relacionada con la quitina que constituye el caparazón de los insectos, crustáceos y otros organismos) y cristales de aragonito.

La intermedia es el mesostraco, donde aparecen cristales prismáticos de carbonato cálcico ( $\text{CaCO}_3$ ), en forma de aragonito o calcita. Por último, el periostraco es una capa orgánica de conquiolina. Solamente podría decirse que la conquiolina se parece a la queratina, porque ambas son escleroproteínas.

**Composición química de la concha de moluscos:** según García, (2006), afirma que, la composición química de las conchas de los moluscos es muy similar, aunque presenta una gran variedad en el aspecto y en la forma de la concha. Todas las conchas tienen una parte inorgánica y otra parte orgánica.

**La parte inorgánica:** se trata de un depósito inorgánico de carbonato cálcico donde sus componentes siendo similar se disponen de diferentes maneras dando su particularidad al aspecto de la concha. El carbonato cálcico ( $\text{CaCO}_3$ ) cristaliza normalmente en forma de aragonito, pero también lo hace en forma de calcita, especialmente en la parte más interna de la concha. Además, los cristales pueden disponerse en formas de prismas o de láminas, dependiendo en la capa donde se depositen. Las sales minerales también pertenecen a la parte inorgánica de la concha, pueden cristalizar de distintas formas al depositarse, formando diferentes capas y aportando características a la concha.

**La parte orgánica:** se trata de una matriz orgánica de naturaleza principalmente proteica, de conquiolina. Esta contiene además una gran cantidad de aminoácidos, de los que podemos destacar la tirosina, la asparagina, la lisina y algunos azúcares debido a su naturaleza proteica. Además, presenta una relación con la quitina la cual forma el caparazón de muchos artrópodos. La conquiolina es segregada por el manto, el cual su función principal es servir de base para el depósito de sales minerales

Por otro lado, Morris, (2017) publicó un artículo donde se indicó que las conchas de moluscos están compuestas por una parte inorgánica más del 90% por ciento de carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ) y el porcentaje restante corresponde a la materia orgánica. El carbonato de calcio también es un ingrediente común en la mezcla de cemento. La gran mayoría de este material proviene de la minería de piedra caliza, la cual tiene una composición química similar a las conchas.

**Propiedades físicas:** las propiedades principales de las conchas de moluscos son resistencia, dureza, rigidez y densidad. La resistencia a la fractura, es aproximadamente un orden y medio de magnitud mayor que la de los minerales correspondientes de carbonato cálcico inorgánico (calcita y aragonito), (checa, 2012).

**Especie:** (*Crassostrea Virginica* y *Crassostrea rhizophorae*) es un género de moluscos bivalvos de la familia ostridae conocidos vulgarmente como ostra perlera estrechamente emparentados con las ostras. Viven exclusivamente en medio acuático con forma corporal de simetría bilateral comprimida lateralmente y una concha de dos valvas (bivalva) según la organización del sector pesquero (OPESCA).

### 2.2.6.3 El Agua

Según Porrero (2009), expresa que, el agua es imprescindible en varias etapas de la elaboración del concreto: moldeado, fraguado y curado. El agua de mezclado ocupa normalmente entre 15% y 20% del volumen de concreto fresco y, conjuntamente con el cemento, forman un producto coherente, pastoso y manejable, que lubrica y soporta los agregados, acomodable en los moldes, Simultáneamente esta agua reacciona químicamente con el cemento, hidratándolo y produciendo el fraguado en su acepción más amplia, desde el estado plástico inicial, pasando por lo que llamamos endurecimiento, hasta el desarrollo de resistencias a largo plazo.

- Agua de curado: es necesaria para reponer la humedad que se pierde por evaporación luego que el concreto ha sido colocado, compactado y alisado en su superficie; de esta manera se garantiza el normal desarrollo de las reacciones de hidratación del cemento. Tanto el agua de mezclado como el agua de curado deben estar libres de contaminantes que puedan perjudicar el fraguado del concreto o que reaccionen negativamente, en estado fresco o endurecido, con alguno de sus componentes o con los elementos embutidos en el concreto, como tuberías metálicas o el acero de refuerzo.

De igual manera, en zonas urbanas se suelen elaborar concretos utilizando agua potable, la cual se considera exenta de materia orgánica y sólidos en suspensión, y cuyo contenido de sales minerales totales es inferior a 0,25% (2.500 ppm) en peso. En general, el agua potable es adecuada para elaborar y curar concreto aun cuando la cloración (cuya intensidad varía en cada localidad) puede alterar el comportamiento de los aditivos y la evolución de las resistencias (p.113).

- Agua de mezclado: cumple dos funciones: hidratar el cemento y proporcionar fluidez y lubricación al concreto. Se estima que, en condición

de ambiente saturado, el agua requerida para hidratación equivale al 25% en peso del cemento; el resto se evapora. La porción evaporada después que el concreto ha sido compactado y alisado, es la causante de la retracción de secado y de la formación de conductos capilares que interconectan poros; estos se llenan parcialmente de aire y producen concretos menos resistentes y menos durables, por lo que debe usarse el menor volumen de agua que sea posible para obtener la fluidez requerida.

### **2.2.7 Morteros**

Según Jiménez (2004), es una mezcla o argamasa utilizada en construcción para adherir y adosar elementos en una albañilería, recubrir o estucar paramentos o pisos y fabricar “auto conformados”. Los morteros son mezclas plásticas aglomerantes, que resultan de combinar arena y agua con un aglutinante tal como el cemento Portland y otros.

**El mortero de cemento Portland:** es un mortero en el que se utiliza cemento como conglomerante. Los morteros pobres o ásperos, son aquellos que tienen poca cantidad de cemento, siendo muy difíciles de trabajar. Por otro lado, los morteros que tienen gran cantidad de cemento se retraen y producen fisuras, además de ser de mayor costo. Estos factores hacen necesario buscar una dosificación adecuada. La falta de trabajabilidad de los morteros puede corregirse añadiendo aditivos que sean plastificantes. También pueden mejorarse con la adición de otro tipo de materiales más corrientes, como es el caso de la cal, o modificando la dosificación del mortero.

Ahora bien, las mezclas de mortero deben ser homogéneas, sea cualquiera la aplicación de los morteros, éstos no deben experimentar segregación alguna y su calidad debe tener las siguientes propiedades tanto en estado fresco como en estado endurecido: a) Una trabajabilidad determinada, es decir, una facilidad de puesta en obra; b) Una capacidad de retención de agua dada; c) Una adherencia óptima al soporte y

resistencia a la figuración; d) Una retracción mínima y a veces controlada, así como una absorción de agua especificada; e) Unas resistencias mecánicas apropiadas; y f). Una estabilidad adecuada capaz de resistir las condiciones del medio en donde se vayan a encontrar, de tal modo que mantenga su integridad estructural, su apariencia externa y que su duración persista teniendo en cuenta las condiciones de mantenimiento.

### 2.2.7.1 Clasificación de los morteros

Los morteros pueden clasificarse según los agregados finos que lo componen, modo de aplicación, tamaño del agregado fino, dosis de agua o consistencia de la misma, dosis de cemento, uso, modo de fabricación, concepto, entre otras.

- **Según los agregados finos**

**Ordinarios:** confeccionados con arena corriente.

**Ornamentales:** confeccionados con agregados finos especiales (espejelos, escorias, mármol y/o tierras de colores).

**Clavar:** a base de aserrín, livianos, preparados con espuma de cemento y agregados finos limosos, de pómez, de escoria y otros.

- **Según tamaño agregado fino:**

**Finos:** usados para grautear en elementos livianos.

**Medianos:** usados para grautear y en estucos.

**Gruesos y muy gruesos:** usados para estucos gruesos y para pegar ladrillos o bloques en albañilería y para prefabricados.

- **Según el modo de aplicación:** se clasifican en prefabricados a presión, percusión o vibración, colocados a mano, colocados a pistola,

colocados en obra a presión, morteros “pre pack” para rellenos de esqueletos pétreos pre moldeados.

- **Según la consistencia o dosis de agua:** esta clasificación se refiere al porcentaje de agua presente en la mezcla como se muestra en la tabla 10.

**Sólidos:** aglutinan bajo presión y se desintegran en la caída, usados en elementos de construcción como bloques, tubos, baldosas y otros elementos.

**Plásticos:** estos se dejan moldear y son los únicos que se deben usar en estucos y albañilería.

**Fluidos:** estos se adaptan fácilmente a los moldes bajo la acción de ligeros golpes y suelen aplicarse en inyecciones.

**Sopas de arena:** estas no deben usarse en obra.

**Tabla 10. Clasificación de los morteros según la consistencia o dosis de agua**

Consistencia	% Agua
Polvo	0-1,5
Solido rígido	1,5-15
Solido plástico	15-30
Plástico	30-50
Fluido	50-70

**Fuente: Jiménez, 2004.**

- Según Dosis de Cemento: en la tabla 11 se muestra la clasificación de estos morteros.

**Tabla 11. Clasificación de los morteros según la dosis de cemento**

CLASIFICACIÓN	DOSIFICACIÓN	UTILIDAD
Muy pobres	1:10	Se usan en bloques para muros no resistentes.
pobres	1:5,5	Se usan bloques y albañilería gruesa
medianos	1:4,5	Albañilerías ordinarias.
Regular	1:3,5	Albañilerías delgadas y estucos.
Normal	1:3	Estucos exteriores, albañilerías muy delgadas y tabiques.
Rico	1:2	Obras especiales.
Muy rico	1:1	Casos especiales.

**Fuente: Jiménez, 2004**

### 2.2.7.2 Propiedades de los morteros de cemento

- **Estabilidad plástica:** es la resistencia que el material ofrece contra la deformación plástica, la segregación y la desintegración de elementos prefabricados frescos e inmediatamente desmoldados. Tiene su origen en la cohesión hídrica, y ésta, en las fuerzas tensioactivas que se desarrolla en la interface de los materiales.

- **Plasticidad (trabajabilidad):** la trabajabilidad en las mezclas frescas de cementos es la propiedad que las hace moldeables, en contraposición de los estados sólidos y líquidos, que no permiten tal operación. Físicamente es la capacidad de un cuerpo para deformarse permanentemente sin ruptura bajo la acción de fuerzas superiores a las que mantiene la estabilidad plástica.

Así mismo, durante la operación de moldeo se presume esfuerzos no violentos, de tal forma que las partículas de diferentes tamaños dentro

de una mezcla, ocuparán en la masa de mortero, posiciones geométricas similares antes de producirse la deformación. Se llama banda de plasticidad a la zona del espectro húmedo de los morteros en el cual el material admite modelo y está definido por las dosis de agua que la limitan. Un buen cemento desde el punto de vista de su plasticidad, es aquel cuya banda es ancha y durable.

- **Retención de agua:** el poder de retención de agua tiene importancia en la albañilería de bloques y ladrillos, ya que son elementos muy sorbedores de agua. El cemento debe dar al mortero la capacidad para retener el líquido que necesitará en su proceso de fraguado y endurecimiento. Si la mezcla fuese débil en este aspecto y se dejara arrebatar el agua, la consecuencia sería el fenómeno llamado arrebataamiento, que no es otra cosa que incapacidad para fraguar y endurecer, lo que se traduciría en elementos frágiles.

- **Tiempo de fraguado, endurecimiento y adherencia:** el papel del tiempo de fraguado es importante en la calidad de los morteros. En el problema de traslado a la obra de piezas prefabricadas y fraguadas de muy corta edad es de primordial importancia el empleo de cemento de rápido endurecimiento y con altas resistencias iniciales (Tipo III), los cuales además de satisfacer con exceso estas exigencias, ofrecen la ventaja de dar altas resistencias a plazos largos. La adherencia también es fundamental en los morteros de albañilería (pp.V.8).

## **2.2.8 Procedimientos de fabricación de los bloques huecos a base de concha de molusco.**

### **2.2.8.1 Recepción y acopio de los materiales**

El adecuado manejo y acopio de los materiales constituyentes, especialmente los agregados y el cemento, es una función importante. El cemento, los agregados y el agua deben ser almacenados en forma tal que se prevenga su deterioro o la intrusión de materias extrañas o



perjudiciales. Cualquier material que se haya deteriorado o contaminado, no debe usarse para la preparación de los bloques.

Según Porrero (2009), los cuidados de los agregados deben orientar a evitar la segregación y contaminación del material, respecto a la humedad, si se desea mantener un buen control se recomienda conservar los agregados drenados y bajo techo, y medir la humedad periódicamente para su posterior ajuste al momento de mezclado.

Así mismo, el almacenamiento del cemento en sacos o envases, debe cuidar que se vayan usando primero los más antiguos. Los sacos deben colocarse entre paletas que permitan la circulación de aire entre pilas. Si el lapso previsto de almacenamiento es inferior a 60 días, la altura de cada capa será inferior a 14 capas; para períodos superiores, esta altura no excederá las 7 capas. Esta precaución evitará la formación de grumos en los sacos inferiores, (pp. 188-189).

#### **2.2.8.2 Control de calidad de los materiales**

- **Agregados:** los agregados utilizados para la producción de bloques huecos de concreto deben cumplir con los requisitos de calidad especificados en el manual del concreto estructural conforme a la norma COVENIN 1753:03". Así como de igual manera las características granulométricas y propiedades físicas de los agregados

En aquellos casos en los que no se pueda obtener los agregados que se ajusten a las normas COVENIN, manuales u otras reconocidas. Se podrá hacer uso de materiales que no cumplen con las especificaciones, siempre y cuando éstos tengan una larga historia de comportamiento satisfactorio y se lleve a cabo un estudio exhaustivo y responsable del material, comprobando que tengan un comportamiento satisfactorio bajo las mismas condiciones y localidad donde se hará uso de ellos.

- **Agua:** El agua empleada tanto para el mezclado del mortero, como para el curado de los bloques será limpia y libre de contaminantes; no deberá contener cantidades perjudiciales de aceites, ácidos, álcalis, sales, materia orgánica u otras sustancias nocivas al mortero. Se podrá usar agua potable, la cual se considera exenta de materia orgánica y sólidos en suspensión, y cuyo contenido de sales minerales totales es inferior a 0,25% (2.500 ppm) en peso. En general el agua potable es adecuada para elaborar y curar los bloques huecos de concreto.

### 2.2.8.3 Dosificación

Es el término que se utiliza para definir las proporciones de agregados, agua cemento que conforma la mezcla para la elaboración de la unidad. Se puede dosificar una mezcla en peso o volumen, la primera forma es más precisa. La dosificación por peso recurre a las pesadas de los materiales granulares (cemento y agregados). El agua se incorpora en volumen, aceptando la aproximación de que un litro de agua equivale a un kilogramo de agua.

Por otra parte, la carretilla y la pala son medidas muy imprecisas pues varían de acuerdo con la robustez del operario o a su estado de fatiga o de ánimo, por lo que la dosificación en volumen tiene una alta variabilidad. Las unidades de medida deben llenarse a capacidad constante, enrasadas, sin barrigas o camellones. Pueden usarse cuñetes, gaveras de madera con fondo o sin fondo o latas. En el caso del cemento se recomienda el empleo de sacos enteros y, como excepción temporal, el uso de mitades. Es recomendable además incorporar el agua mediante el uso de cuñetes o de latas indeformables marcadas internamente con una señal que fije su capacidad que es de unos 18 o 19 litros.

#### **2.2.8.4 Mezclado**

Para que el mortero tenga una calidad satisfactoria se requiere que los materiales se mezclen cuidadosamente hasta tener apariencia uniforme y todos sus ingredientes estén distribuidos. Las muestras tomadas de diferentes porciones de la mezcla deberán tener esencialmente el mismo peso unitario, contenido de aire, cantidad de cemento, entre otros.

- **Preparación de las herramientas y del lugar de vaciado:** Antes de mezclar y vaciar el mortero se tomarán las siguientes precauciones: a) Todo las herramientas de mezclado y transporte del mortero deberá estar limpio, b) Se retirarán todo tipo de residuos de los espacios a ser ocupados por el mortero, c) La superficie de los moldes estará adecuadamente protegida y tratada.

- **Preparación manual de la mezcla**

Definido el proporcionamiento de la mezcla, se acarrea los materiales al área de mezclado. En primer lugar se dispondrá de agregado fino, luego, encima el agregado grueso; seguidamente se agregará el cemento, realizando el mezclado en seco empleando palas. Será preciso realizar por lo menos dos vueltas de los materiales. Después del mezclado se incorpora el agua en el centro del hoyo de la mezcla, luego se cubre el agua con el material seco de los costados, para luego mezclar todo uniformemente. La mezcla húmeda debe voltearse por lo menos tres vueltas.

#### **2.2.8.5 Vaciado y moldeado**

Cada paso en el manejo y transporte del mortero debe ser cuidadosamente controlado para mantener la uniformidad de la mezcla y entre mezclas sucesivas. Se recomienda llenar los moldes

cuidadosamente, distribuyendo así de manera uniforme la mezcla, para luego ser transportada y posteriormente desmoldados.

#### **2.2.8.6 Fraguado**

Una vez fabricados los bloques, éstos deben permanecer en un lugar que les garantice protección del sol y de los vientos, con la finalidad de que puedan fraguar sin secarse. El periodo de fraguado debe ser de 4 a 8 horas, pero se recomienda dejar los bloques de un día para otro. Si los bloques se dejarán expuestos al sol o a vientos fuertes se ocasionaría una pérdida rápida del agua de la mezcla, o sea un secado prematuro, que reducirá la resistencia final de los bloques y provocará fisuramiento del concreto. Luego de ese tiempo, los bloques pueden ser retirados y ser colocados en rumas para su curado.

#### **2.2.8.7 Curado**

El curado de los bloques consiste en mantener los bloques húmedos para permitir que continúe la reacción química del cemento, con el fin de obtener una buena calidad y resistencia especificada. Por esto es necesario curar los bloques como cualquier otro producto de concreto. Los bloques se deben colocar en rumas de máximo cuatro unidades y dejando una separación horizontal entre ellas de dos centímetros, como mínimo, para que se puedan humedecer totalmente por todos los lados y se permitan la circulación de aire.

De igual modo, para curar los bloques se debe regar periódicamente con agua durante siete días. Se humedecen los bloques al menos tres veces al día o lo necesario para que no se comiencen a secar en los bordes. Se les puede cubrir con plásticos, papeles o costales húmedos para evitar que se evapore fácilmente el agua.

### **2.2.8.8 Secado y almacenamiento**

La zona de almacenamiento debe ser totalmente cubierta para que los bloques no se humedezcan con lluvia antes de los 28 días, que es su período de endurecimiento. Si no se dispone de una cubierta o techo, se debe proteger con plástico. Aunque los bloques fabricados siguiendo todas las recomendaciones, presentan una buena resistencia, se debe tener cuidado en su manejo y transporte. Los bloques no se deben tirar, sino que deben ser manipulados y colocados de una manera organizada, sin afectar su forma final.

### **2.2.9 Ensayos requeridos para medir las propiedades de los bloques fabricados a base de concha de molusco.**

#### **2.2.9.1 Dimensionado**

Este término se refiere específicamente a las medidas normalizadas y estandarizadas en la norma COVENIN 42-82 bloques huecos de concreto, las cuales se consideraron para determinar el tamaño del bloque propuesto, elaborado con una mezcla a base de conchas de moluscos.

#### **2.2.9.2 Absorción de agua**

Para obtener dicha medida, se seguirán los parámetros de la norma COVENIN 42-82, en donde se indica el procedimiento para determinar la absorción máxima de los bloques. Este ensayo consiste en someter los bloques a contacto con el agua hasta su saturación y luego al secado, para registrar las variaciones en masa del mismo durante este proceso.

#### **2.2.9.3 Resistencia a la compresión**

Para la realización de este ensayo, se tomarán en cuenta los datos proporcionados en la norma COVENIN 42-82. Cuyo propósito de ensayo

es medir la cantidad de esfuerzo necesario para deformar la muestra en estudio aplicando una carga de aplastamiento hasta que se obtenga la ruptura o fractura de la misma.

#### **2.2.9.4 Resistencia al Impacto Blando**

Este ensayo, se realizara considerando los datos proporcionados en la norma ASTM D695 (2015), cuyo propósito se basa en verificar el comportamiento relativo del bloque al ser sometido a impacto con un objeto a diferentes alturas. En resumen, lo que se busca es determinar si los daños producidos en el bloque son de tal magnitud, que de ser usado, puedan representar algún peligro para los habitantes.

#### **2.2.9.5 Resistencia al Fuego y Coeficiente de transmisión térmica**

Ambas pruebas se realizan simultáneamente siguiendo los procedimientos de la norma ACI 216.1-97, con este ensayo se busca determinar si con el uso de los bloques elaborados a base de conchas de moluscos, son capaces de contener un incendio durante un tiempo suficiente para procurar poner a salvo, los ocupantes del área de construcción a la cual están destinados dichos bloques.

#### **2.2.9.6 Aplicación de frisado**

Según lo establecido en la norma MOP 1962, “revestimientos y acabados en paredes y otros elementos”, se realizó la aplicación de friso con el fin de determinar que el bloque propuesto a base de conchas de moluscos reúne todas las características para ser protegido de forma correcta y tener un buen acabado o enlucido.

### **2.2.10 Contribución de la fabricación de bloques a base de conchas de moluscos a disminuir los pasivos ambientales ocasionados por estos residuos sólidos**

Se realizó una evaluación del impacto ambiental proporcionado por la fabricación de bloques a base de concha de molusco con el fin de comprender mejor su importancia en la disminución de los pasivos ambientales ocasionados por estos desperdicios en las zonas costeras del estado Anzoátegui y estudiar como contribuye de manera directa en el saneamiento de las costas.

### **2.2.3 Definición de términos básicos**

**COVENIN (comisión venezolana de normas industriales):** Es el organismo encargado de programar y coordinar las actividades de normalización y calidad en Venezuela. Para llevar a cabo el trabajo de elaboración de normas, la COVENIN, constituye comités y comisiones técnicas de normalización, donde participan comisiones gubernamentales y no gubernamentales relacionadas con un área específica. (Catálogo de Normas Venezolanas COVENIN, 2001).

**ASTM (American Society for Testing and Materials):** Es una de las organizaciones internacionales de estándares más grande del mundo. Dichos estándares abarcan áreas como metales, pinturas, plásticos, textiles, petróleo, construcción, energía, medio ambiente, productos de consumo, servicios médicos, dispositivos y productos electrónicos, entre otros. (Catálogo ASTM Internacional, 2010).

**ACI (American Concrete Institute):** Es una organización sin ánimos de lucro de los estados unidos de américa, que desarrolla estándares, normas y recomendaciones técnicas con referencias al hormigón reforzado. (Catálogo de Normas ACI, 2016).

**MOP (Ministerio de Obras Públicas):** Es una comisión nombrada por decreto ejecutivo y designada para estudiar, revisar y ampliar las normas para la construcción de revestimientos y acabados en paredes y otros elementos. (Gaceta Oficial nro. 26697, 1962).

**Impacto ambiental:** Es el efecto que produce la actividad humana sobre el medio ambiente pudiendo ser negativa o positiva. El mayor impacto ambiental negativo es el producido por las construcciones, debido a las emisiones contaminantes que trae consigo la fabricación de muchos productos de construcción (González, 2012).

**Materia prima:** Es la materia extraída de la naturaleza, y que en la mayoría de los casos se someten a fuertes procesos de transformación, para elaborar otros materiales que más tarde se convertirán en bienes de consumo. Sin embargo, existen materiales como la arena, que se usa sin tratamiento previo, por lo que no requiere de estos procesos (Rodríguez, 2016).

**Materiales de construcción:** Son aquellos que surgen del proceso de transformación de las materias primas y que luego son combinados con otros para crear un nuevo material que será empleado en la construcción de edificios u obras de ingeniería civil de pequeña y gran envergadura (Rodríguez, 2016).

**Reciclaje:** Es un proceso fisicoquímico o mecánico que consiste en someter a un producto ya utilizado (basura), a un ciclo de tratamiento total o parcial para obtener una materia prima o un nuevo producto. El concepto de reciclaje, tiene como propósito eliminar o disminuir la cantidad de desechos vertederos o sitios de disposición final (Jiménez, 2013).

**Tabiques:** Son muros delgados sin cargas que se utilizan como paredes o divisiones internas (Fernández, 2004).



**Residuos sólidos:** Es cualquier producto, materia o sustancia resultante de la actividad humana o de la naturaleza, que ya no tiene más función para actividad que lo genero (Lund, 2006).

**Proliferación:** Es la reproducción o multiplicación de forma rápida de algunos organismo (Pérez, 2014).

**Eutrofización:** Es la acumulación de residuos orgánicos en el litoral marino o en un lago, laguna, embalse, etc. Que causa la proliferación de ciertas algas (Margalef, 1991).

**Sección bruta:** Es el área resultante de multiplicar las dos dimensiones que están contenidas en el plano perpendicular a la carga del bloque hueco. (COVENIN 42-82).

**Sección neta:** Es la sección bruta del bloque, descontando el área de los huecos. (COVENIN 42-82).

## **CAPITULO III**

### **MARCO METODOLÓGICO**

En el desarrollo de todo trabajo de investigación, existe la necesidad de ubicarlo bajo una metodología específica, ya que depende del tipo de investigación, así como del diseño adecuado que permita llevar a cabo los objetivos planteados. En este capítulo se especificará todo lo concerniente al aspecto metodológico del mismo, como lo es, el tipo de investigación, nivel de investigación, la población y la muestra a la cual se aplica en la investigación, al igual que todos los métodos, técnicas y procedimientos necesarios que permitan cumplir con los objetivos requeridos.

#### **3.1 Tipo de investigación**

De acuerdo a la situación de estudio, se incorpora el tipo de investigación experimental, en atención a esta modalidad, se someterán los bloques fabricados con una mezcla sustentable a base conchas de moluscos, a diferentes condiciones, realizando varios tipos de dosificaciones y diferentes pruebas, hasta obtener un prototipo de mezcla óptima, para la elaboración de un bloque que cumpla con los estándares requeridos por las normas correspondientes. En este caso, según Arias (2006), “la investigación experimental, es el proceso que consiste en someter a un objeto o grupo de individuos, a determinadas condiciones, estímulos o tratamientos (variable independiente), para observar los efectos o reacciones que se producen (variable dependiente)” (pág.34).

Dicho lo anterior, el objeto a evaluar fue el bloque fabricado (variable independiente), y las reacciones que se midieron al llevar a cabo los ensayos, son las capacidades de absorción de agua, resistencia a la compresión, dimensionado, resistencia al impacto blando, resistencia al fuego y coeficiente de transmisión térmica, y aplicación de frisado

(variable dependiente). Al mismo tiempo, se utilizó la investigación de campo para recolectar todos los datos necesarios, y así llevar a cabo el análisis de como contribuye la fabricación de los bloques propuestos, a disminuir los pasivos ambientales ocasionados por los residuos de conchas de molusco en las costas de playa Caicara.

### **3.2 Nivel de investigación**

Según el nivel de estudio, se incorpora el tipo de investigación exploratoria. Este tipo de investigación “se efectúa sobre un tema u objeto desconocido o poco estudiado, por los que sus resultados constituyen una visión aproximada de dicho objeto, es decir, un nivel superficial de conocimientos” (Arias, 2006, pág.23). En efecto, este tema ha sido poco desarrollado y no se cuenta con mucha información, aportando conocimientos generales en cuanto a las mezclas de cemento con conchas de moluscos para la fabricación de bloques huecos.

Por otra parte, se considera una investigación descriptiva, debido a que se describen y detallan procedimientos llevados a cabo, tal y como se manifiestan en la realidad, que corresponde a las características tanto de los materiales utilizados, como de los bloques producidos, al igual que la descripción de sus propiedades. En tal sentido, Arias (2006), expresa: “la investigación descriptiva, consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento” (pág.24).

### **3.3 Diseño de la investigación**

El diseño de la investigación presentada, que se refiere a los estudios de bloques fabricados con mezcla sustentable a base conchas de moluscos, es de campo; Según Arias (2006), este tipo de investigación “consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos (datos primarios),

sin manipular o controlar variable alguna” (pág.31). En el caso del estudio realizado, los datos fueron recolectados de primera mano directamente en el sitio donde se realizó el estudio, que permitieron obtener resultados los más cercanos a la realidad estudiada, correspondientes a los trabajos de producción de los bloques y los ensayos de laboratorio.

Igualmente, Arias destaca que en el diseño de Campo también se emplean datos secundarios provenientes de fuentes bibliográficas. En la presente investigación, se utilizaron estas fuentes para conocer los procedimientos que se aplican en los ensayos para medir las propiedades físicas de los bloques en estudio, así como para la interpretación de los resultados obtenidos. También se recurrió a fuentes bibliográficas cuando no fue posible obtener algún dato por parte de trabajadores dedicados a la fabricación de bloques tradicionales por no llevar un registro de esto.

### **3.4 Población y muestra**

#### **3.4.1 Población**

En relación al presente estudio, la población viene dada por la cantidad de bloques producidos, constituyendo una población de tipo finita, dado que, comprende un número concreto de unidades, que para efecto de esta investigación, está compuesta por 72 elementos de las 2 mezclas diseñadas. Con relación a la población, Morles (1994), citado por Arias (1998), expresa: “La población o universo se refiere al conjunto para el cual serán válidas las conclusiones que se obtenga a los elementos o unidades (personas, instituciones, o cosas) a las cuales se refiere la investigación” (pág.54)

#### **3.4.2 Muestra**

Para efectos de este estudio, se tomaron como muestras 8 bloques por cada diseño de mezclas, para absorción máxima se ensayaron 3 elementos por cada dosificación, en el caso de la resistencia a la

compresión se ensayaron 3 bloques por cada dosificación, para la resistencia al impacto blando se consideró 1 bloque por dosificación, mientras que para la resistencia al fuego y coeficiente térmico se estudió 1 bloque por dosificación, la aplicación de frisado se le realizó a solo un bloque de la dosificación propuesta.

En consecuencia, el dimensionado de los bloques se le realizó a todas las muestras sometidas a las diferentes pruebas, como resultado fueron 17 elementos sometidos a ensayos. Con respecto a la muestra, Hernández (1994), citado por Balestrini (2002), expresa: “La muestra, es en esencia, un subgrupo de la población. Digamos que es un subconjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus características al cual llamamos población” (pág.141).

### **3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **3.5.1 Técnicas de recolección de datos**

Las Técnicas de recolección de datos, son aquellas maneras en las que se recolectan y se transmiten los datos para complementar el trabajo de investigación. En tal sentido, Arias (2006) indica que las técnicas se refieren al “procedimiento o forma particular de obtener datos o información”. (pág.67). En base a esto, en el presente trabajo de investigación se utilizaron las siguientes técnicas de recolección de datos:

#### **3.5.2 Entrevistas no estructuradas**

Según Arias (2006), en esta modalidad “no se dispone de una guía de preguntas elaboradas previamente. Sin embargo, se orienta por unos objetivos preestablecidos, lo que permite definir el tema de la entrevista” (pág.74). Es decir, se basa en una conversación entre el entrevistador y el entrevistado realizada para obtener la información requerida. En tal sentido, se recabará información en forma verbal con trabajadores de diferentes bloqueras para determinar los materiales utilizados para

elaborar bloques. Igualmente, es importante conocer la opinión de técnicos y empleados con experiencia en la elaboración de elementos prefabricados. Por otro lado, se busca la estimación de los tiempos de ejecución de las actividades a ejecutar mediante consultas a expertos de la ingeniería.

### **3.5.3 La observación participante estructurada**

Según Arias (2006), en la observación participante “el investigador pasa a formar parte de la comunidad o medio donde se desarrolla el estudio”. (pág.70). La misma se ejecuta de acuerdo a un objetivo, con ayuda de una guía ya establecida donde se especifiquen que aspectos deben ser observados. Para el caso de la presente investigación, el investigador observa y participa en la realización de los bloques y de los ensayos, para recopilar todo los datos como la dimensión de los mismos, cantidad de materiales, hora y fecha de los ensayos, y los resultados arrojados por los estudios.

Por otra parte, esta actividad permitirá percibir la realidad de la situación actual en la industria de la construcción tradicional y el impacto ambiental que genera, en interés de proponer posibles soluciones para disminuir en lo posible dicho impacto mediante la implementación de materiales reciclables.

En la Tabla 12, se aprecian el modelo de planilla utilizadas para recolectar información durante las observaciones estructuradas.

**Tabla 12. Preguntas de investigación y preguntas de entrevista.**

Preguntas del investigador	Preguntas de entrevista
<p><b>1. ¿Cuál es el procedimiento aplicado para la elaboración de un bloque de tabiquería, techo o entrepiso?</b></p>	<p><b>1.1 ¿Qué cantidad de bloques son producidos por saco de cemento?</b></p> <p><b>1.2 ¿Cuál es la dosificación utilizada para la fabricación de los bloques?</b></p> <p><b>1.3 ¿Cuáles equipos y herramientas son necesarios para la fabricación de los bloques?</b></p> <p><b>1.4 ¿Qué cantidad de bloques se produce diariamente por obrero?</b></p> <p><b>1.5 ¿Cómo verifican la calidad de los bloques?</b></p>

**Fuente:** Autores

Por su parte, mediante la observación estructurada de la fabricación de bloques huecos de concreto, se logró establecer una metodología detallada de los procesos productivos. Se pudo constatar en la fabricación de bloques tradicionales, una producción aproximadamente de 50 bloques por saco de cemento, con una dosificación de 1:5:5. De igual manera se comprobaron las características de las máquinas y herramientas utilizadas, al igual que el personal obrero necesario. También se evidenciaron las condiciones bajo las cuales se fabrican los bloques, el almacenamiento adecuado de la materia prima, así como la capacidad del patio de curado y secado. En cuanto al laboratorio se pudo observar que no se contaba con los equipos necesarios para realizar los ensayos de calidad.

### 3.5.4 Revisión Bibliográfica o Datos secundarios

Según Arias (2006), los datos secundarios son registros escritos que proceden también de un contacto con la práctica, pero que ya han sido recogidos y muchas veces procesados por otros investigadores. En esta investigación los datos secundarios están representados por los antecedentes que existen sobre el tema, las normas y los textos que sustentan los procesos descritos.

### 3.6 Instrumentos de recolección de datos

Según Arias (2006), un instrumento de recolección de datos “es cualquier recurso, dispositivo o formato (en papel o digital), que se utiliza para obtener, registrar o almacenar información”. (pàg.69). En tal sentido, los instrumentos utilizados para la recolección de datos en la presente investigación fueron los siguientes:

#### 3.6.1 Cuaderno de notas y lista de comparaciones

Facilita el registro de datos recolectados durante la investigación (características de los bloques, fechas y horas de los ensayos con sus resultados finales, etc.), así como de la información obtenida por medio de investigaciones bibliográficas. En las Tablas 13 y 14, se aprecian los modelos de planillas utilizadas para recolectar información durante las observaciones estructuradas.

**Tabla 13. Registro de cantidad de materiales usados para elaborar los bloques.**

Número de Mezcla	Materiales	Cantidades	Resultados	
			Mezcla positiva	Mezcla negativa

**Fuente:** Autores



**Tabla 14. Registro de conclusiones finales sobre los bloques prefabricados propuestos obtenidos de los ensayos.**

Días que tarda el bloque en secar y observaciones	Resultados obtenidos en los ensayos de los bloques	Fecha en las que fueron realizados los ensayos	Duración de los ensayos	Buenos Resultados	
				si	no
	Dimensionado de los bloques.				
	Absorción de agua.				
	Resistencia a la compresión.				
	Resistencia al impacto blando.				
	Resistencia al fuego.				
	Coefficiente térmico.				
	Aplicación de frisado.				

**Fuente:** Autores

### **3.6.2 Fichas Bibliográficas y resumen**

Permite recolectar información del material escrito dispersos en múltiples archivos y fuentes de información referentes a conocimientos de terminología técnica, conceptos involucrados en el tema en estudio, entre otros. Así como registrar las fuentes de donde fueron obtenidas las informaciones.

### **3.6.3 Cámara Fotográfica y de video**

Permiten registrar paso a paso el procedimiento realizado para la fabricación de los bloques y sus comportamientos durante los ensayos. También permiten observar detalladamente los resultados obtenidos, las fallas producidas en el bloque, entre otros aspectos de igual relevancia como la información obtenida en las entrevistas no estructuradas.

### **3.6.4 Software Lulowin**

Estas herramientas permitirán la realización del análisis de costos de mano de obra, equipos y herramientas necesarias para la realización de los bloques propuestos a fin de establecer comparaciones con los bloques tradicionales.

## **3.7 Técnicas de análisis y procesamientos de datos**

### **3.7.1 Análisis Cualitativo**

Según Sabino (2003) “Se refiere al que procedemos a hacer con la información de tipo verbal que, de un modo general se ha recogido.” (pág.134). A fin de desarrollar el estudio, se utilizó este tipo de análisis para el tratamiento de la información obtenida una vez aplicada las entrevistas no estructuradas.

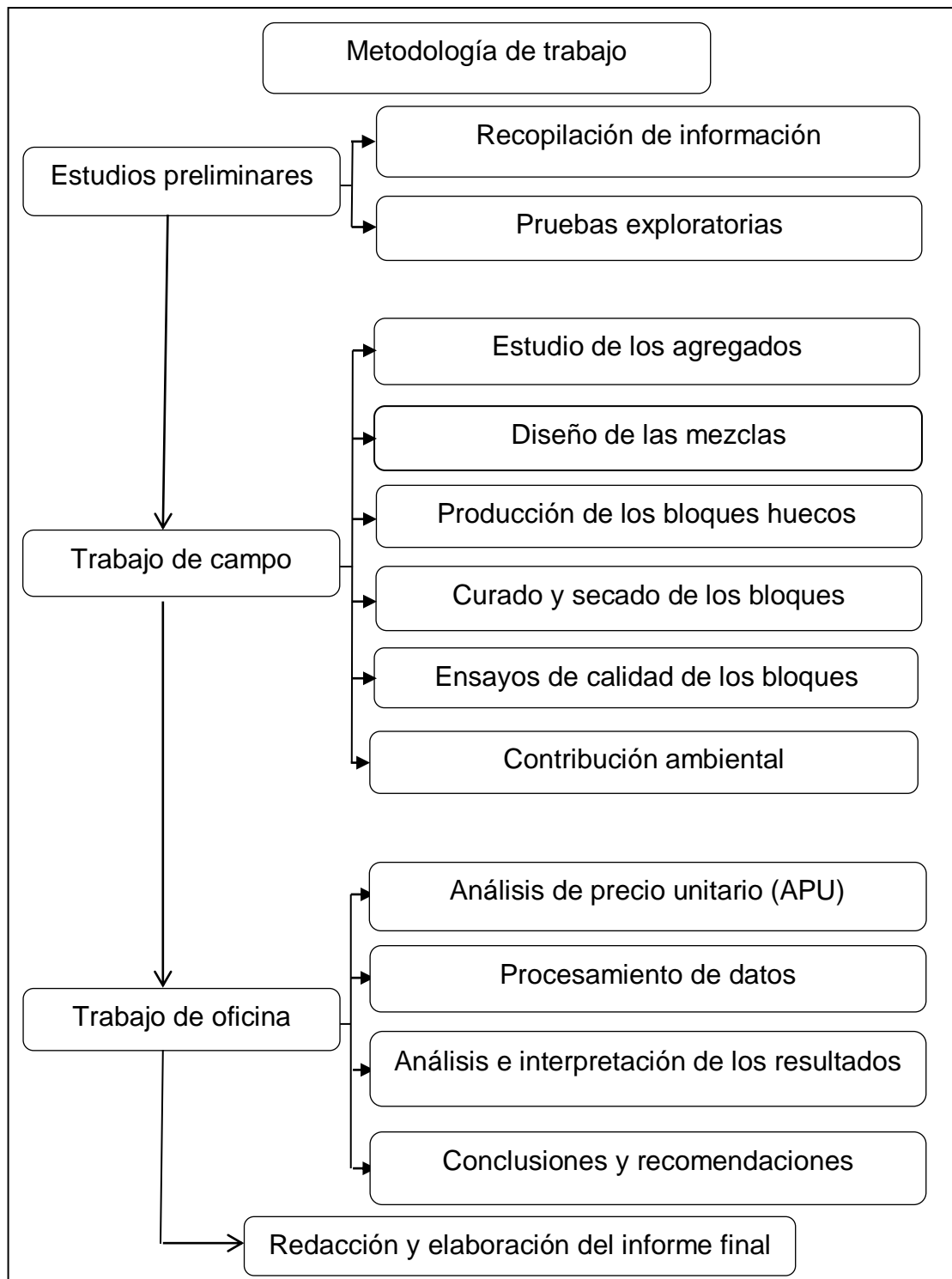
### **3.7.2 Análisis Cuantitativo.**

Según Sabino (2003) “Este tipo de operación se efectúa, naturalmente, con toda la información numérica resultante de la investigación.” (pág.134). Es decir, los resultados obtenidos en los ensayos y los arrojados por el Software Lulowin control de obras, se presentaron como un conjunto de cuadros y gráficas a las cuales se les calcularon sus porcentajes con su debida interpretación.

### **3.8 Flujograma de la metodología y su descripción.**

Atendiendo al tipo de investigación, se establecieron las estrategias a seguir para la realización del presente trabajo, lo que permitió describir e identificar el problema y sus características, así como el método para la planificación y desarrollo, que permitieron lograr de manera efectiva los objetivos planteados.

En efecto, la metodología utilizada comprende: estudios preliminares, trabajo de campo y trabajo de oficina, cada una con sus respectivas actividades que conducen a la elaboración final del trabajo de grado. Todas estas actividades se pueden observar en la figura 5.



**Figura 5. Flujograma de la investigación.**  
**Fuente: Autores**

### **3.8.1 Descripción del flujograma de la metodología.**

#### **3.8.1.1 Recopilación de información**

Se realizó la búsqueda de información que llevara a establecer las bases teóricas de la presente investigación, de igual manera se hicieron las visitas preliminares a la fábrica de bloques en la zona y al laboratorio donde se realizaron los ensayos de calidad de los bloques, con la finalidad de conocer información relevante de manos de profesionales, técnicos y obreros del área.

Además, mediante la revisión bibliográfica, se pudo obtener las primeras informaciones relacionadas con el tema de estudio, la cual se hizo utilizando referencias literarias, tales como libros, manuales, investigaciones, páginas técnicas de Internet y normas, procediendo así a realizar una lectura inicial para luego proceder a seleccionar, clasificar y analizar los datos bibliográficos, que nos permitió sustentar los principios en los que se enfocó la investigación.

No obstante, se realizaron entrevistas no estructuradas a profesionales, personal técnico y obrero con conocimientos en la fabricación y confección de bloques huecos, así como de ensayos de laboratorio. Con la aplicación de estas entrevistas se obtuvo información valiosa, derivada del análisis de las situaciones planteadas, en la que hubo una participación satisfactoria de los sujetos entrevistados.

Por su parte, mediante la observación estructurada de la fabricación de bloques huecos de concreto, se pudo establecer una metodología detallada de los procesos productivos. Se pudo constatar las condiciones bajo las cuales se fabrican los bloques, el almacenamiento adecuado de la materia prima, el personal obrero necesario, la capacidad del patio de secado, al igual que, las características de las máquinas y herramientas utilizadas. En cuanto al laboratorio se pudo observar que se contaba con los equipos necesarios para realizar los ensayos.

### 3.8.1.2 Pruebas exploratorias de la fabricación de los bloques:

Luego de obtener la información necesaria, se procedió a observar el comportamiento de las mezclas a base de conchas de moluscos, para así detallar su interacción con los demás materiales que la componen. Esta etapa consistió en la aplicación de la metodología experimental, donde se buscó principalmente obtener las características físicas de una mezcla, al elaborar diferentes dosificaciones con diferentes proporciones de materiales, y así obtener una composición óptima para la realización de un bloque que cumpla con los estándares requeridos por las normas correspondientes. Se fabricaron los primeros bloques con formaletas manuales, obteniendo las primeras experiencias de este estudio. El desarrollo de estas pruebas pueden observarse en las figura 6 - 7 y 8.



**Figura 6. Mezclado de las conchas de moluscos**  
**Fuente: Autores**



**Figura 7. Mezclado de las conchas de moluscos con agua y cemento**  
**Fuente: Autores.**



**Figura 8. Bloque de mezcla con conchas de moluscos agua y cemento**  
**Fuente: Autores**

### **3.8.1.3 Estudio de los agregados**

Se realizaron los estudios a cada uno de los agregados involucrados en la elaboración de mezclas, según los datos obtenidos por Porrero en su manual denominado:

- manual del concreto estructural conforme con la norma COVENIN 1753:03.

La arena de río utilizada como agregado fino en una de las mezclas, presentaba partículas comprendidas en un promedio de 2.4 mm. Mientras que las conchas de molusco empleadas en una de las mezclas, mostraban partículas comprendidas en un promedio de, 2.9 mm para el agregado fino. Las conchas de molusco como agregado grueso utilizadas en las mezclas, presentaban partículas 23 mm, esto solo por presentar características aceptables en cuanto a trabajabilidad en las pruebas preliminares de fabricación de bloques se refiere.

#### **3.8.1.4 Diseño de mezcla**

Una vez interpretados los resultados obtenidos en las pruebas exploratorias, se estableció una dosificación definitiva en base estas, para cada tipo de bloque, tomando en cuenta las mezclas con mejores resultados, donde se tomó en consideración características como las buenas posibilidades de ser moldeados, buen acabado y apariencia de los bloques. De esta manera, también se consideró para el diseño de la mezcla, la clasificación de morteros, expuesta en la tabla 11 del capítulo II de esta investigación, en la que se establece la clasificación de morteros según su dosificación.

Cabe destacar, que estas dosificaciones corresponden a mezclas de morteros normales (1:3), quedando distribuidas de la siguiente manera: a) para la mezcla BH-CC 1:1,6:1,4; b) para la mezcla BH-AC1: 1,2:1,6. Las mezclas realizadas fueron ajustadas en campo, ya que se realizaron por saco, debido a que en las bloqueras se acostumbra a trabajar de esta manera. Este ajuste se debe a que se tomaban cantidades de agregados y se pesaban hasta obtener el peso correspondiente a la dosificación planteada, posteriormente se vaciaban en la carretilla, y así de esa manera se iniciaba con la elaboración de la



mezcla y de la producción de los bloques. La consistencia requerida de mezclas para la fabricación de los bloques es un poco húmeda y para obtenerla se le fue agregando agua hasta encontrar la mezcla deseada.

### 3.8.1.5 Producción de los bloques

Para la fabricación de los bloques se procedió siguiendo los pasos que se describen a continuación:

**Mezclado de la materia prima:** Después de haber determinado la dosificación se procedió con el mezclado, el cual se realizó en un área de suficiente espacio, utilizando una pala de mano que permiten la unión homogénea de los materiales. El mezclado en principio se hizo en seco, comenzando con la unión de la arena y las conchas de moluscos para luego agregarle el cemento Portland, ya homogenizada esta mezcla se agregó agua hasta obtener la consistencia deseada, como puede observarse en la figura 9.



**Figura 9. Mezclado de todos los materiales**  
**Fuente: Autores**

**Moldeado de la mezcla:** Luego del proceso anterior se depositó la mezcla con la consistencia deseada, en una formaleta manual vaciando la

misma en el molde cada vez que se necesitaba. Con los moldes ya llenos se procedió con la compactación del mismo. Esta actividad puede observarse en la figuras 10.



**Figura 10. Proceso de moldeado de la mezcla en formaleta manual**  
**Fuente: Autores**

**Desmoldado de los bloques:** Para el desmoldado de los bloques, se eleva el molde y se retira de manera cuidadosa para que los bloques no se dañen y queden depositados en la superficie del patio de secado, donde se colocaran finalmente para el fraguado de estos. Este procedimiento puede verse en la figuras 11.



**Figura 11. Desmoldado de los bloques**  
**Fuente: Autores**

**Fraguado de las unidades producidas:** El fraguado de los bloques, se produce en la superficie patio de la empresa, inmediatamente después de ser moldeados y desmoldados cuidadosamente. Cabe destacar que el proceso de fraguado de este tipo de bloques es similar al de los bloques convencionales de concreto, (Figura ,12)



**Figura 12. Fraguado de los bloques**

**Fuente: Autores**

#### **3.8.1.6 Curado y secado de los bloques producidos**

Una vez fraguado los bloques, se procedió con el regado de estos en forma de lluvia para no dañar la superficie de los mismos, este procedimiento se realizó de dos a tres veces al día por siete días, siempre que permanecieran húmedos. Ya curados los bloques se dejaron secar durante 20 días más (Figura 13).



**Figura 13. Bloques curados y secados**  
**Fuente: Autores**

#### **3.8.1.7 Ensayos de calidad de los bloques**

Con la finalidad de determinar la calidad de los bloques producidos, se recurrió a los parámetros contenidos en las normas correspondientes para cada ensayo a los que se someterán estos, los cuales deben ser realizados a los 28 días después de producido y convenientemente curados.

Por lo tanto, la cantidad de unidades a ensayar quedaron determinadas de la siguiente manera: para absorción máxima se ensayaron 3 elementos por cada dosificación, en el caso de la resistencia a la compresión se ensayaron 3 bloques por cada dosificación, para la resistencia al impacto blando se consideró 1 bloque por dosificación, mientras que para la resistencia al fuego y coeficiente térmico se estudió 1 bloque por dosificación, la aplicación de frisado se le realizó a solo un bloque de la dosificación propuesta. El dimensionado de los bloques se le realizó a todas las muestras sometidas a las diferentes pruebas.

Por otro lado, se tomó como principal referencia para el análisis de las características físicas, mecánicas y químicas de los bloques

producidos, el procedimiento establecido por la Comisión Venezolana de Normas Industriales COVENIN 42-82 bloques huecos de concreto, mediante la aplicación de ensayos de resistencia a la compresión, de absorción de agua y el dimensionado de los bloques, para finalmente comparar los valores obtenidos con los parámetros establecidos en la citada norma.

- **Dimensionado de los bloques**

En esta etapa se midieron los bloques con una cinta métrica, las medidas tomadas fueron de altura, ancho y alto, así como los espesores de pared y de nervios.

- **Ensayo de absorción de agua de los bloques**

**Procedimiento:** Consiste en saturar las muestras con agua destilada, cuyo uso no afecte los resultados del ensayo, a temperaturas de 15 °C a 27 °C, sumergiendo la misma en un recipiente de tamaño suficiente para mantenerla cubierta por el agua. Con ello se logran saturaciones perfectamente aceptables, en el tiempo que establecen los parámetros de la norma correspondiente a este ensayo. Una vez saturadas las muestras, se sacan del recipiente y se secan con toallas absorbentes de tela, para ser pesadas de inmediato. Posteriormente los elementos se colocan en un horno de tamaño adecuado, capaz de mantener una temperatura de 100 °C a 115 °C durante el tiempo que dure el proceso de secado, hasta que dos pesadas sucesivas muestren una pérdida del peso no mayor al 0,2 % del peso anterior.

**Duración de la prueba:** Los bloques se sumergen por completo durante 24 horas en agua. Sucesivamente de ser saturados, estos se sacan para ser secados con las toallas y luego pesados, y así de esta manera, colocarlos en el horno, durante un periodo no menor a 24 horas,

hasta que dos pesadas sucesivas, efectuadas a intervalos de dos horas, muestren una pérdida del peso no mayor al 0,2 % del peso anterior.

**Modo de medición:** Los datos que se tomaron para medir el porcentaje de absorción de agua en los bloques fueron, el peso húmedo y el peso seco expresados en gramos (g), de las muestras sometidas al presente ensayo, y se tabularon con el módulo de entrada presentado a continuación en la tabla 15.

**Tabla 15 Datos de ensayo de absorción**

Fecha:		
Nº Bloque	Peso seco (g)	Peso húmedo (g)

**Fuente: COVENIN 42-82**

La absorción de agua del bloque, expresada como un porcentaje del peso seco se calculó para cada muestra mediante la ecuación 3.1:

$$A = \frac{P2 - P1}{P1} \times 100 \quad (3.1)$$

Dónde:

A= Absorción de agua [%]

P1= Peso seco de cada muestra [g]

P2= Peso de la muestra después de 24 horas sumergida [g]

El valor del coeficiente de absorción (A) de los bloques se calcula promediando los valores de las tres muestras de ensayo.

- **Ensayo de resistencia a la compresión de los bloques**

**Procedimiento:** Se colocan los bloques en la máquina de ensayo, esta debe tener la suficiente capacidad para producir la rupturas de estos, la

carga se aplica en la misma dirección en que las cargas a los peso propios actúen sobre los bloques en la construcción. Posteriormente se hace coincidir el centro de la superficie esférica de la rótula con el centro del plato de carga que se va a poner en contacto con la muestra ensayada, para así de esta manera, ser aplicada la carga a cualquier velocidad hasta la mitad de la carga máxima supuesta, el resto de la carga debe aplicarse gradualmente y a una velocidad constante, de acuerdo a la carga máxima soportada.

**Duración de la prueba:** Para esta prueba no se requiere establecer una duración determinada, ya que el tiempo no es un factor que afecte directamente los resultados obtenidos en el ensayo y no es determinante para la interpretación de los mismos. Por lo tanto, la duración depende del investigador.

**Modo de medición:** Se obtuvieron los datos de laboratorio para medir la resistencia a la compresión de los bloques ensayados, que corresponden a: peso seco (g), medidas de ancho, largo y alto (cm) y lectura de carga de ruptura de las muestras sometidos a ensayos. El valor de estos datos se tabuló con el módulo de entrada presentado en la tabla 16.

**Tabla 16 Datos de ensayo de resistencia a la compresión**

Fecha:						
Nº Bloque	Peso seco (g)	Medidas (cm)			Área bruta (cm <sup>2</sup> )	Lectura de carga (Kg)
		Largo	Ancho	Alto		

**Fuente: COVENIN 42-82**

Para el cálculo del área bruta se multiplicó el ancho por el largo del bloque, mediante la ecuación 3.2.

$$S_b = A \times L \quad (3.2)$$

Dónde:

Sb= Área bruta del bloque [cm<sup>2</sup>]

A= Ancho del bloque [cm]

L= Largo del bloque [cm]

Para determinar la resistencia a la compresión de los bloques se dividió la carga máxima soportada, entre el área bruta del bloque expresada. (Ecuación 3.3).

$$R_c = \frac{C_m}{s_b} \quad (3.3)$$

Dónde:

Rc= Resistencia a la compresión [Kg/cm<sup>2</sup>]

Cm= Carga máxima soportada [Kg]

Sb= Área bruta del bloque [cm<sup>2</sup>]

- **Ensayo de Resistencia al Impacto Blando**

Se tomó como principal referencia para medir la resistencia a impactos blandos del bloque propuesto, el procedimiento establecido en la norma ASTM E695 “Método de prueba estándar para medir la resistencia relativa de la construcción de paredes, pisos y tejados a la carga de impactos”.

**Procedimiento:** Se coloca el bloque sobre 2 puntos de apoyo en los extremos del mismo. Luego se procede a impactar el centro del bloque con un objeto de 3 kg. Esta se deja caer pendularmente desde alturas de 45 cm, 60cm y 120 cm medidas desde el centro con una regla. El ensayo se realiza hasta que se rompe el bloque, repitiendo el impacto 3 veces para cada altura y registrando los cambios que se observan en el mismo.



**Duración de la prueba:** Para esta prueba no se requiere establecer una duración determinada, ya que el tiempo no es un factor que afecte directamente los resultados obtenidos en el ensayo y no es determinante para la interpretación de los mismos. Por lo tanto, la duración depende del investigador.

**Modo de medición:** El modo de medición dependerá del comportamiento de los bloques cuando son sometidos a la acción de una energía de impacto determinada. Dicha energía se calcula con la ecuación 3.4, conociendo que la masa del objeto utilizado para impactar el bloque es de 3 kg.

$$E = m \times g \times h \quad (3.4)$$

Donde

E: energía de impacto [J]

m: es la masa [Kg]

g: es la aceleración de la gravedad 9,81 m/s<sup>2</sup>

h: es la altura de caída [m]

Los criterios de medición se basan en lo siguiente:

**Deformaciones permanentes:** Con una altura de caída del objeto igual a 45 cm y bajo una determinada energía de impacto, se debe verificar que la flecha permanente sea menor que el 0,2% de la altura de la muestra ensayada.

**Resistencia mecánica:** Con una altura de caída del objeto igual a 0,60 m y bajo una determinada energía de impacto, la muestra no debe sufrir ningún deterioro visible que ponga en riesgo la seguridad de los ocupantes.

**Deterioro:** Con una altura de caída del objeto igual a 120 cm y bajo una determinada energía de impacto, la muestra no debe ser atravesada

por la bolsa o ser deteriorado de manera tal que comprometa la seguridad de los ocupantes.

- **Ensayo de Resistencia al Fuego y Coeficiente de transmisión térmica**

Se tomó como principal referencia para medir la resistencia al fuego y coeficiente de transmisión térmica del bloque propuesto, el procedimiento establecido en la norma ACI 216-1.97 “Método Normalizado para determinar la resistencia al fuego de las construcciones de hormigón y mampostería”. Igualmente la norma ASTM E119 “Métodos de prueba estándar para pruebas de incendios para edificios y materiales de construcción” es un complemento de la ACI 216.1 y sirvió de apoyo para la interpretación de resultados.

**Procedimiento:** Ambos ensayos se realizan simultáneamente siguiendo los procedimientos de la norma ACI 216.1-97. Básicamente, consiste en medir las temperaturas iniciales en ambos lados del bloque con un termómetro digital, para luego someterlo por una de sus caras al calor de una llama o mechero a gas ubicada a 12” (30 cm) de la muestra y observar su comportamiento a lo largo del ensayo para determinar su resistencia al fuego. Igualmente, es necesario medir la temperatura en intervalos regulares (cada 5 minutos) en la cara no expuesta a la llama mediante termopares adheridos a la superficie para realizar la gráfica tiempo/temperatura. Dicha gráfica se rige por la Ecuación 3.5 establecida en la norma ASTM E119.

$$T - T_0 = 345 \times \log (8t + 1) \quad (3.5)$$

Donde:

T: es la temperatura a la que fue expuesta la muestra en grados Celsius por sobre la temperatura inicial ( $T_0$ ).

t: es el tiempo transcurrido en minutos

Cabe destacar, que mientras se realiza el ensayo de resistencia al fuego, también se debe medir la temperatura en el lado expuesto al mechero para determinar su coeficiente térmico o calcularla despejando T de la ecuación 3.5. Además de la temperatura, se requiere conocer el área de medición y el espesor de la muestra para poder calcular el coeficiente de conductividad térmica con la ecuación 3.6:

$$\Lambda = \frac{Q \times l}{A \times \Delta T} \quad (3.6)$$

Donde

Q: es la rapidez del flujo de calor a través de la muestra [W].

l: es el espesor [m].

A: es el área de la sección transversal [m<sup>2</sup>].

$\Delta T$ : es la diferencia de temperatura a través de la muestra [°K, °C].

$\Lambda$ : es la conductividad térmica [W/m°K].

La temperatura en la cara expuesta se calcula con la ecuación 3.7:

$$T = 345 \times \log(8t + 1) + T_0 \quad (3.7)$$

Donde

T: es la temperatura en la cara expuesta al fuego en °C.

t: es el tiempo transcurrido en Minutos.

$T_0$ : es la temperatura en la cara no expuesta en el tiempo correspondiente.

A modo de ejemplo, si la temperatura en la cara no expuesta al fuego fue de 30,02 °C transcurrido 5 minutos del ensayo, entonces la temperatura en la cara expuesta se calcula de esta manera:

$$T = 345 \times \log (8x5+1) + 30,02$$

$$T = 586,43 \text{ } ^\circ\text{C}$$

**Duración de la prueba:** El panel propuesto se someterá a la prueba de resistencia al fuego y transmisión térmica durante el lapso de una hora (60 minutos) o hasta que la cara no expuesta al fuego presente fisuras u orificios como consecuencia de la exposición continuada de la llama.

**Modo de medición:** La medición se realiza en ambos lados del panel, tanto en la cara expuesta como en la no expuesta al fuego, mediante termómetros adherido antes de realizar el ensayo. Esto permitirá obtener valores para graficar la curva tiempo-temperatura y así complementar el ensayo de resistencia al fuego y, además, permitirá conocer el coeficiente de transmisión térmica del panel. Una vez realizado el ensayo de resistencia al fuego, se procederá a ubicar el elemento en una de las siguientes clasificaciones:

Clase F0 = Menor de 15 minutos

Clase F15 = Mayor o igual a 15 y menor de 30 minutos

Clase F30 = Mayor o igual a 30 y menor de 60 minutos

Clase F60 = Mayor o igual a 60 y menor de 90 minutos

Clase F120 = Mayor o igual a 90 y menor de 120 minutos

Clase F150 = Mayor o igual a 150 y menor de 180 minutos

- **Prueba física de aplicación de frisado**

Se tomó como principal referencia para la aplicación de frisado lo especificado en la norma de construcción de edificio, revestimientos y acabados en paredes MOP 1962.

**Procedimiento:** Para aplicar el frisado a estos bloques se debe verificar que la superficie este limpia, suficientemente rugosa y libre de compuestos bituminosos u otros materiales perjudiciales, los cuales serán

eliminados mediante limpieza rigurosa, toda superficie a revestir debe ser humedecida. Todo esto con el fin de obtener una superficie lisa con mejor estética, acabado optimo y brindar una protección extra.

**Duración de la prueba:** El frisado se dejara endurecer por un periodo de 24 horas y se humedecerá sin saturarlo para proceder a enlucir (friso liso).

**Modo de medición:** El espesor total de este tipo de revestimiento es de 1,5 a 2,5 cm, cuando sea necesario a un espesor mayor a 2,5 cm, se colocara en la zona de espesor critico una malla de alambre nro. 18 con aberturas 1,25x1, 25cm o su equivalente.

#### **3.8.1.8 Contribución de la fabricación de bloques a base de conchas de moluscos a disminuir los pasivos ambientales en las zonas costeras del estado Anzoátegui.**

En esta parte de la investigación, se estudia como contribuye de manera directa, la fabricación de bloques a base de conchas de molusco en el saneamiento de las zonas costeras del estado Anzoátegui, específicamente playa Caicara, se realizara la evaluación de los impactos ambientales positivos originados por la fabricación de estos bloques y de qué manera contribuyen al saneamiento y mejora continua de estas áreas y se concluye con los resultados obtenidos en este estudio los cuales serán deducidos por el Autor lo largo del proceso de investigación.

#### **3.8.1.9 Análisis de precio unitario.**

En esta etapa se utilizará el software Lulowin para llevar a cabo el análisis de precio unitario (APU) correspondiente a la elaboración de los bloque propuestos para tabiquerías y techos, para así de esta manera ser comparados con los precios de los bloques comunes existentes en el mercado local, con sus respectivos cálculos métricos, los cuales son

necesarios para definir las cantidades de materiales indicados en las planillas de APU.

#### **3.8.1.10 Análisis e interpretación de los resultados**

Una vez procesados los datos se describieron las características de los agregados utilizados para realizar las mezclas. Se propusieron dosificaciones de mezclas para la fabricación de los bloques de tabiquería y techo ajustándolas en campo, de acuerdo a medidas utilizadas en las bloqueras comprendidas por saco de cemento.

Además, se determinaron las características de los bloques producidos, de acuerdo a lo establecido en la norma COVENIN 42:82, mediante la aplicación de ensayos de resistencia a la compresión, de absorción de agua y el dimensionado de los bloques, y de esta manera comparar los valores obtenidos con los parámetros establecidos en la citada norma. Se procesaron los datos arrojados por los ensayos de resistencia al impacto blando, resistencia al fuego, coeficiente térmico, y aplicación de frisado según las normas, ASTM E 695, ACI 216.1-97 y MOP 1962. Cabe destacar que todos los ensayos antes nombrados, también se realizaron a una cantidad determinada bloques comunes, para así obtener una comparación más detallada en los resultados obtenidos.

#### **3.8.1.11 Conclusiones y recomendaciones**

Una vez realizado el análisis e interpretación de los resultados, se procedió a establecer conclusiones convenientes con los resultados obtenidos para cada objetivo planteado de la presente investigación. En este mismo sentido se establecieron recomendaciones que sustentan la misma.

## CAPITULO IV

### ANALISIS E INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS

Luego de obtener la cantidad de datos necesarios, se procedió a darle significado a los mismos, es decir, los resultados, fueron interpretados y analizados para dar cumplimiento a los objetivos planteados en esta investigación. Este paso es concluyente, debido a que si se pretende transformar la perspectiva negativas en cuanto al uso de materiales reciclables en la elaboración de elementos constructivos, es necesario demostrar con hechos comprobables su correcta funcionabilidad.

#### **4.1 Descripción de la interacción de las conchas de moluscos con la mezcla arena/cemento hasta encontrar la mejor relación para la fabricación de un bloque.**

En esta etapa se dan a conocer los resultados obtenidos durante la investigación documental, determinando de esta forma, los componentes de la mezcla para la fabricación de un bloque. Los bloques huecos producidos se componen de cemento portland tipo I, arena de río, concha de moluscos de las especies (*Crassostrea rhizophorae* Y *Crassostrea virginica*) y agua. En la tabla 17 se muestran los componentes del bloque y su descripción. Las normas relacionadas con los componentes de las mezclas elaboradas con los materiales antes mencionados, pueden observarse en la tabla 18.

**Tabla 17. Descripción de los componentes del bloque**

COMPONENTE	DESCRIPCIÓN
Cemento Portland Tipo I	Es una sustancia de polvo fino hecha de argamasa de yeso, capaz de formar una pasta blanda al mezclarse con agua y que se endurece espontáneamente en contacto con el aire. El cemento portland tipo I, para usos generales, es el que más se emplea para usos estructurales cuando no se requieren las propiedades especiales especificadas para los otros tipos de cemento. En nuestro estudio se usó cemento Portland tipo I, de la (CSC) corporación socialista del cemento, empresa del estado.
Arena de río	Está formada por granos naturales depositados por las aguas, se extraen de lugares próximos a los cursos actuales de agua: meandros y lechos de ríos, lagunas, entre otros.
concha de moluscos	Estas conchas son de la especie ( <i>Crassostrea rhizophorae</i> y <i>Crassostrea virginica</i> ) típicas de las costas del estado Anzoátegui formadas por más de 90 % de carbonato de calcio las cuales son recolectadas en Playa Caicara para ser utilizadas como agregado en la fabricación de bloques.
Agua	Agua potable proveniente del acueducto de la población de Cantaura, la cual se considera exenta de materia orgánica y sólidos en suspensión, y cuyo contenido de sales minerales totales es inferior a 0,25% (2.500 ppm) en peso.

**Fuente: Autores.**



**Tabla 18. Normas consultadas relacionadas con los componentes de los bloques producidos**

Norma	Descripción
COVENIN 273-1998	Concreto, mortero y componentes. terminología
COVENIN 2385-2000	Concreto y mortero. Agua de mezclado. Requisitos
COVENIN 28-2004	Cemento portland. Especificaciones.

**Fuente: Autores.**

Cabe destacar, que estas normas proveen reglas, directrices o características dirigidas a alcanzar el nivel óptimo de lo que se desea obtener. En una primera visita a la empresa, se constató que el almacenaje y disposición de los materiales fuese el adecuado, tomando en cuenta algunas de las especificaciones contenidas en las mencionadas normas, con el fin de asegurarnos que no se afectara la calidad de los mismos y posteriormente la de los bloques.

#### **4.1.1 Clasificación granulométrica y tamices de los agregados utilizados en la fabricación de los bloques.**

Se determinaron las características de los agregados utilizados para las diferentes mezclas con las que se fabricaron los bloques, tomando en cuenta lo establecido en el “Manual del Concreto Estructural” conforme a la norma COVENIN 1753:03 (Porrero, 2009). Donde se obtuvo el resultado del módulo de finura de los materiales y su clasificación granulométrica.

##### **4.1.1.1 Módulo de finura**

Según Porrero (2009), es la suma de los porcentajes retenidos acumulados de una muestra de agregado dividida entre 100. Los cedazos que se utilizan para determinar el módulo de finura de los agregados son: #100 (0,149 mm), #50 (0,297mm), #30 (0,595 mm), #16 (1.49 mm), #8 (2.38 mm), #4 (4.76 mm), 3/8'' (9.5 mm), 3/4'' (19 mm), 1'' (22.6 mm hasta 32 mm) y mayores, aumentando en la relación 2 a 1.

En cierto modo, este valor es representativo de la finura de la arena; se considera que el módulo de finura adecuado dentro de una granulometría aceptable, debe estar entre 2,3 mm y 3,1mm donde un valor menor de 2,0 mm indica una arena fina, 2,5 mm una arena media y más de 3,0 mm una arena gruesa, (pp.71-72). La tabla 19 muestra la clasificación de la arena según el módulo de finura para distintos tamaños de granos.

**Tabla 19. Clasificación de la arena según el módulo de finura (MF)**

Fina	Media	Gruesa
MF < 2,0	$2,0 \leq MF \leq 3,0$	MF > 3,0

**Fuente: Porrero 2009**

#### **4.1.1.2 Tamiz y módulo de finura de la arena de río utilizada como agregado fino en la fabricación de los bloques.**

Según los resultados obtenidos, la arena de río utilizada en la fabricación de bloques, se clasifico en un tamiz #8 (2.38 mm), ya que el tamaño de las partículas de arena presento un promedio general de 2.4 mm, contando con un módulo de finura medio.

#### **4.1.1.3 Tamiz y módulo de finura de la concha de molusco molida como sustituyente de la arena de río utilizada para agregado fino en la fabricación de los bloques.**

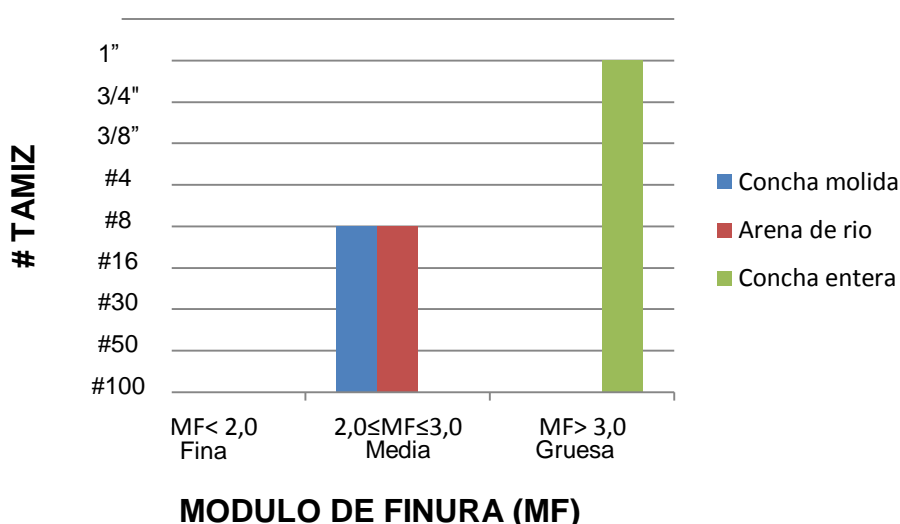
En este caso, las conchas de molusco cuentan con un tamaño promedio de 2.9 mm, clasificándose en un tamiz número #8 (2.38 mm), y con un módulo de finura medio.

#### **4.1.1.4 Tamiz y módulo de finura de la concha de molusco utilizada como agregado grueso en la fabricación de los bloques.**

Al respecto, las conchas de molusco cuentan con un tamaño promedio de 23 mm, clasificándose en un tamiz 1'' (22.6 mm hasta 32 mm), y con un módulo de finura grueso, por ser mayor a 3 mm.

La clasificación obtenida según el módulo de finura de la arena de río y las conchas de molusco, se consideró adecuada en la elaboración de la mezcla para la producción de los bloques, por presentar características aceptables en cuanto a trabajabilidad se refiere, favoreciendo de esta manera la estabilidad del concreto en estado fresco.

Con respecto, a los resultados mostrados anteriormente se elaboró la gráfica 1, para observar con mayor detalle la clasificación de las partículas de los agregados, en comparación a los límites recomendados por lo establecido en el “Manual del Concreto Estructural” conforme a la norma COVENIN 1753:03 (Porrero, 2009).



**MODULO DE FINURA (MF)**  
**Grafica 1. Tamiz y módulo de finura**  
**Fuente: Autores**

#### **4.1.2 Mezclas de cemento portland realizadas a base de concha de molusco (agregado grueso) y arena de río (agregado fino).**

Las mezclas iniciales se realizaron mediante tanteos con diferentes cantidades de materiales como cemento, arena y concha de molusco variando también la cantidad de agua en cada una de estas, hasta obtener una mezcla óptima para la fabricación de un bloque. Se realizó el mezclado manual de cada uno de los materiales para la fabricación de 6

bloques 3 para techo y 3 para tabiquería, hasta obtener un producto uniforme el cual fue depositado en las formaletas para luego ser desmoldados. Los tanteos realizados y proporciones de cada mezcla se muestran en la tabla 20.

**Tabla 20. Tanteos y proporciones de las mezclas**

Mezcla	Dosificación	Terceo	KG	$\alpha$	Moldeado	Tipo de bloque	Numero de bloques	
							Buenos	Dañados
M1	1-2-2	Cemento	7,56	0,39	Negativo	Bloque de pared	0	3
		Arena	24,12					
		Concha	9					
		Agua	3,9 LT					
M2	1-2-3	Cemento	7,56	0,38	Negativo	Bloque de pared	0	3
		Arena	24,12					
		Concha	13,5					
		Agua	3,6LT					
M3	1-1,3-2	Cemento	11,34	0,27	Negativo	Bloque de pared	0	3
		Arena	24,12					
		Concha	13,5					
		Agua	3,6LT					
					Negativo	Bloque de Techo	0	3

Continuación tabla 20.

M4	1-1,1-1,5	Cemento	15,12	0,23	Negativo		
		Arena	27,12		Bloque de pared	0	3
		Concha	13,5		Negativo		
		Agua	3,6LT		Bloque de Techo	0	3
M5	1-1,2-1,6	Cemento	17,04	0,21	Positivo		
		Arena	33,18		Bloque de pared	3	0
		Concha	15,78		Positivo		
		Agua	3,6LT		Bloque de Techo	3	0
M6	1-1,3-1,6	Cemento	15,88	0,21	Negativo		
		Arena	33,18		Bloque de pared	0	3
		Concha	15,78		Negativo		
		Agua	3,6LT		Bloque de Techo	0	3

Fuente: Autores

**Mezcla M-1**

El moldeado de los bloques para tabiquería y techos con esta dosificación fue negativo, debido que ninguno se mantuvo, por lo que se descartó esta mezcla.

**Mezcla M-2**

En este caso los bloques de tabiquería presentaron una pequeña mejoría moldeado, pero al desmoldarlos 2 salieron dañados y 1 se mantuvo, perdiendo así una pared lateral a los segundos, mientras que los 3 bloques de techo perdieron sus paredes y nervios por lo que la mezcla no se consideró adecuada y se procedió a realizar otro tanteo.

**Mezcla M-3**

Con respecto, a los 3 bloques de tabiquería presentaron mejores condiciones que los producidos anteriormente manteniéndose parejos, pero con deformaciones en todas sus paredes y pérdida de material en una de ellas, mientras que 2 bloques de techo, también mostraron deformaciones y el bloque restante perdió una pared, por lo que la mezcla fue eliminada y se procedió a realizar el siguiente tanteo.

**Mezcla M-4**

Los bloques de tabiquería con esta dosificación, presentaron una gran mejoría en cuanto a la posibilidad de ser moldeados se refiere, ya que los 3 bloques se mantuvieron en buen estado, pero al ser detallados de manera minuciosa se notó una pequeña deformación y pérdida de material en las paredes laterales de estos. Mientras que los 3 bloques de techo presentaron un buen acabado y una buena apariencia pero estos sufrieron pérdidas de material a los pocos segundos, por esta razón se decidió proceder a realizar otro tanteo con el fin de obtener mejores resultados.

**Mezcla M-5**

Los bloques de tabiquería en este caso presentaron buenas posibilidades de ser moldeados, lo que se traduce en 3 bloques producidos en perfecto estado, ya que al ser desmoldados se

mantuvieron, presentaron buen acabado, una apariencia optima y al ser revisados minuciosamente no se encontró ningún defecto en estos, en cuanto a los 3 bloques de techo presentaron un acabo perfecto y sin detalles, por lo que se consideró esta dosificación como positiva, para la fabricación y producción de los bloques .

### **Mezcla M-6**

Se realizó un sexto tanteo con la finalidad de determinar si a la mezcla M5 se le lograba disminuir la cantidad de cemento y obtener unos bloques con buen acabado. Las 3 unidades para tabiquería con esta dosificación presentaron un buen moldeado, pero al ser detallados de manera minuciosa, se observó perdida de material en las esquinas superiores del bloque, mientras que los 3 bloques de techo sufrieron deformaciones en sus paredes y nervios, por lo que se decidió proceder a trabajar con la mezcla M5 en la fabricación de estos, para luego ser curados y sometidos a las pruebas exigidas por las normas correspondientes.

#### **4.1.3 Mezclas de cemento portland realizadas a base de concha de molusco (agregado grueso) y concha de molusco molida como sustituyente de la arena (agregado fino).**

Partiendo de la dosificación de la mezcla M5, cuyas cantidades de materiales se encuentran especificados en la tabla 20, se procedió a realizar la sustitución de la arena de rio como agregado fino por concha de molusco molida, para así obtener un prototipo de bloque compuesto en su mayoría de un material ecológico. Los tanteos realizados y proporciones de cada mezcla se muestran en la tabla 21.

**Tabla 21. Tanteos y proporciones de las mezclas.**

Mezcla	Dosificación	Terceo	KG	$\alpha$	Moldeado	Tipo de bloque	Numero de bloques	
							Buenos	Dañados
B-1	1:1,2:1,6	Cemento	17,04	0,21	Negativo	Bloque de pared	0	3
		Concha molida	28,86					
		Concha	15,78		Negativo	Bloque de Techo	0	3
		Agua	3,6 LT					
B-2	1:1,6:1,4	Cemento	17,04	0,17	positivo	Bloque de pared	3	0
		Concha molida	36,78					
		Concha	14,64		Positivo	Bloque de Techo	3	0
		Agua	2,70 LT					
B-3	1:1,6:1,5	Cemento	16,2	0,17	Negativo	Bloque de pared	0	3
		Concha molida	36,78					
		Concha	14,64		Negativo	Bloque de Techo	0	3
		Agua	2,70 LT					

**Fuente: Autores**

**Mezcla B-1**

Partiendo de la mezcla M5, la cual se consideró como positiva para la fabricación de bloques de tabiquería y techos, se decidió sustituir la



arena por concha de moluscos, con un tamaño promedio de 2.9 mm, sin variar ninguna cantidad de material en la dosificación. Las unidades producidas con esta mezcla presentaron un moldeado negativo, debido a que la misma quedo muy húmeda y ninguno de los bloques realizados tanto para tabiquería como para techo se mantuvo en buen estado, por lo que la mezcla fue descartada y se procedió a realizar otro tanteo.

### **Mezcla B-2**

En este caso los bloques de tabiquería y techo, presentaron buenas posibilidades de ser moldeados, ya que los 6 bloques mostraron una buena apariencia, acabado perfecto, y al ser revisados minuciosamente no se encontró ningún defecto en estos, por lo que se decidió considerar esta mezcla como positiva.

### **Mezcla B-3**

Se realizó un tercer tanteo con la finalidad de determinar si a la mezcla B-2 considerada como positiva se le alcanzaba disminuir la cantidad de cemento, y obtener unos bloques con un buen acabado. Las unidades producidas con esta dosificación presentaron un buen moldeado, pero al ser detalladas se observó pérdida de un nervio en 2 bloques de tabiquería, mientras que los 3 bloques de techo sufrieron pérdida de material por lo que se decidió proceder a trabajar con la mezcla B-2 en la fabricación de estos, para luego ser curados y sometidos a las diferentes pruebas.

#### **4.1.4 Denominación de las mezclas**

Las mezclas con mejores resultados obtenidos para la fabricación de los bloques fueron las siguientes: M-5 y B-2, a estas se les asigno una nueva denominación, con el fin de facilitar la interpretación de los resultados. Cabe destacar que para el análisis de la esta investigación,

también se utilizó una cantidad determinada de bloques comunes. Las denominaciones asignadas se especifican en la tabla 22.

**Tabla 22. Denominaciones**

Denominación.	Denominación asignada.
M-5	BH-AC
B-2	BH-CC
Bloque Común	BH-C

**Fuente: Autores**

#### **4.2 Caracterización de un prototipo de mezcla para la elaboración de un bloque hueco, teniendo como principal componente la concha de molusco.**

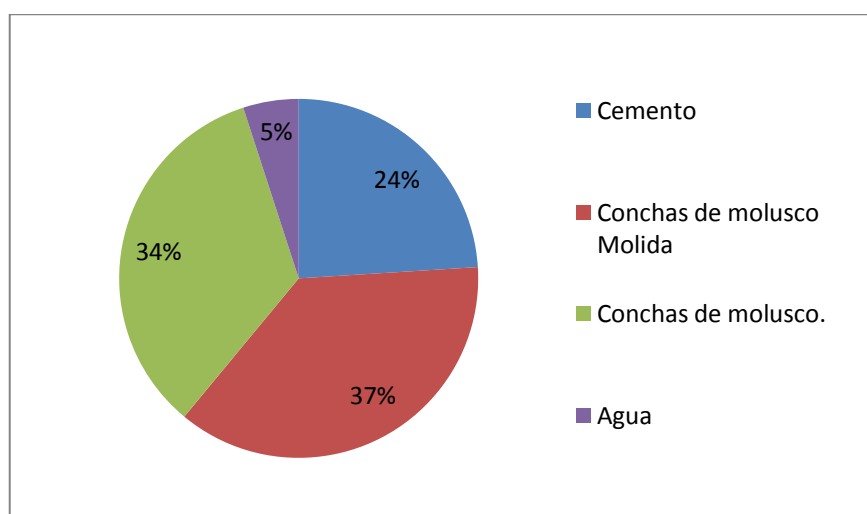
Una vez interpretados los resultados preliminares, se estableció una dosificación definitiva para cada tipo de bloque, tomando en cuenta las mezclas con mejores resultados obtenidos anteriormente. Estas dosificaciones se complementaron, considerando lo establecido en la clasificación de morteros según dosis de cemento, expuesta en la tabla 11 del capítulo II de esta investigación, donde se tomaron en cuenta dosificaciones correspondientes a morteros normales. Según esta clasificación se recomienda para la fabricación de bloques, morteros pobres a muy pobres.

Por otra parte, se determinó la dosificación de las conchas de molusco, basados en la técnica de tanteo, cuyas mezclas cemento/concha fueron de 1:3 y 1:1,6 dando buenos resultados. Las dosificaciones seleccionadas definitivamente se presentan en la tabla 23. En las gráficas 2 y 3, se muestran los porcentajes de cada material utilizado en las mezclas.

**Tabla 23. Dosificaciones de mezclas seleccionadas definitivamente**

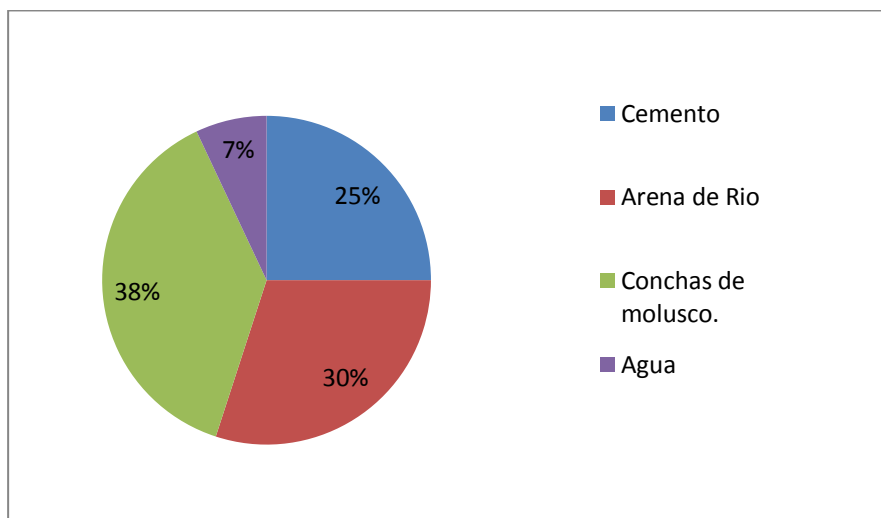
Mezcla	Dosificación	Tipo de mezcla	Tipo de bloque
BH-CC	1:1,6:1,4	Cemento/concha de molusco molida/Concha de molusco	Bloque de tabiquería, bloque de techo y entrepiso
BH-AC	1:1,2:1,6	Cemento/Arena de rio/Concha de molusco	Bloque de tabiquería, bloque de techo y entrepiso

**Fuente: Autores**



**Gráfica 2. Porcentajes de materiales que componen la mezcla para la elaboración del bloque BH-CC**

**Fuente: Autores**



**Gráfica 3. Porcentajes de materiales que componen la mezcla para la elaboración del bloque BH-AC**

**Fuente: Autores**

Durante el proceso de fabricación de los bloques huecos, estas dosificaciones se ajustaron en obra, tomando en cuenta el proceso de producción en las bloqueras locales, las cuales trabajan por saco de cemento, obteniendo los resultados que se presentan a continuación en las tablas 24 y 25.

**Tabla 24. Ajuste en obra por saco de cemento para dosificación de la mezcla BH-CC.**

Mezcla	Dosificación	Terceo		$\alpha$	
		En peso (kg)	Equivalente en obra		
		Cemento	42,50	1 Saco	
BH-CC	1:1,6:1,4	Conchas de molusco molida	94,50	0,55 Carretilla	0,17
		Conchas de molusco	36,00	0,49 Carretilla	
		Agua (L)	7,00	0,90 Baldes	

**Fuente: Autores**

**Tabla 25. Ajuste en obra por saco de cemento para dosificación de la mezcla BH-AC.**

Mezcla	Dosificación	Terceo		$\alpha$	
		En peso (kg)	Equivalente en obra		
BH-AC	1:1,2:1,6	Cemento	42,50	1 Saco	0,21
		Arena de río	82,41	0,41 Carretilla	
		Conchas de molusco	40,80	0,53 Carretilla	
		Agua (L)	9,00	1,10 Baldes	

**Fuente: Autores**

Como se puede observar en las dosificaciones, cada mezcla presenta ajustes, debido a que en las bloqueras locales se acostumbra a trabajar por saco de cemento. Este ajuste se debe a que se tomaban cantidades de agregados en este caso arena y concha de molusco, y se pesaban hasta obtener el peso correspondiente a la dosificación planteada, posteriormente se vaciaban en la carretilla, y así de esa manera se iniciaba con la elaboración de la mezcla y de la producción de los bloques.

En cuanto, a la relación agua-cemento de las mezclas, cuyos valores se encontraron entre 0,17 y 0,21. Siendo el mayor para la mezcla BH-AC y el menor para la mezcla BH-CC. La diferencia entre estos, se debe a que las mezclas se elaboraron con diferentes tipos y cantidades de agregados. La mezcla BH-AC demandó mayor cantidad de agua, debido a que uno de sus principales componentes es arena de río, esta tiene como característica, una mayor capacidad de absorción del agua en comparación con las conchas de moluscos. La mezcla BH-CC está compuesta en su mayoría por conchas de moluscos, no posee arena en su diseño, esto explica la mayor cantidad de humedad presente en la mezcla BH-AC.

Por otra parte, no fue necesario realizar la determinación del contenido de humedad de los agregados para corregir esta característica

en las mezclas elaboradas. Ya que solo se tomó en cuenta la cantidad de agua para obtener la consistencia deseada de la mezcla para la elaboración de los bloques, cuyo requisito es que sea poco húmeda.

Durante el proceso de fabricación de los bloques con las mezclas establecidas, se observó la cantidad de los elementos producidos por saco de cemento y el comportamiento de los mismos, obteniendo los resultados que se presentan en las tablas 26 y 27.

**Tabla 26. Control de proceso de producción de bloques con mezcla BH-CC.**

Fecha :					
Mezcla	Dosificación	Terceo (kg)		Tipo de bloque	Nº Bloque por saco
BH-CC	1:1,6:1,4	Cemento (1saco)	42,50	Bloque de tabiquería	19
		Conchas de molusco molida	94,50		
		Conchas de molusco	36,00	Bloque de techo y entrepiso	18
		Agua (L)	7,00		

**Fuente: Autores**

**Tabla 27. Control de proceso de producción de bloques con mezcla BH-AC.**

Fecha :					
Mezcla	Dosificación	Terceo (kg)		Tipo de bloque	Nº Bloque por saco
BH-AC	1:1,2:1,6	Cemento (1saco)	42,50	Bloque de tabiquería	18
		Arena de río	82,41		
		Conchas de molusco	40,80	Bloque de techo y entrepiso	17
		Agua (L)	9,00		

**Fuente: Autores**

Los bloques diseñados presentaron las características que se especifican a continuación: Los bloques de la mezcla BH-CC de dosificación 1:1,6:1,4 presentaron buenas posibilidades de ser moldeados, acabado y apariencia admisible, el número de bloques producidos por saco de cemento para cada tipo de boque es de 19 bloques de tabiquería y 18 bloques de techos y entrepiso. Para la mezcla BH-AC de dosificación 1:1,2:1,6 presentó igual posibilidad de moldeado, acabado y aparecía, la producción de elementos en este caso, por saco de cemento para cada tipo de bloque fue de 18 bloques de tabiquería y 17 bloques de techos y entre piso, obteniendo así un menor número de bloques en comparación a los producidos con la mezcla BH-CC.

#### **4.3 Realización de los ensayos para medir las propiedades de los bloques según las Normas correspondientes.**

Una vez realizado los bloques, se procede a llevar a cabo los diferentes ensayos para medir las propiedades de los mismos, con el fin de comprobar que la utilización de la concha de molusco como material reciclado, en combinación con el cemento, resulta una solución constructiva segura. Cabe recalcar que estos ensayos, también se realizaron a una cantidad determinada bloques comunes de concreto, para así obtener una comparación más detallada en los resultados obtenidos. A continuación, en la Tabla 28 se indican los ensayos realizados y la cantidad de bloques usados en cada uno de ellos.

**Tabla 28. Número y dimensiones de los bloques ensayados**

Normas	Nombre del ensayo	Número de mediciones	Dimensiones (cm)
COVENIN 42-82	dimensionado	25	15x20x40
COVENIN 42-82	Absorción de agua	9	15x20x40
COVENIN 42-82	resistencia a la compresión	9	15x20x40
ASTM E695	resistencia al impacto blando	3	15x20x40
ACI216.1-97	resistencia al fuego y coeficiente térmico	3	15x20x40
MOP 1962	aplicación de frisado	1	15x20x40

**Fuente: Autores**

### 4.3.1 Determinación de las propiedades físicas, químicas y mecánicas de los bloques; establecidas en la Norma COVENIN 42:82

#### 4.3.1.1 Dimensionado de bloques

Una vez fabricados, curados y secados los bloques producidos, se procedió con su dimensionado, cuyo procedimiento consiste en medir la altura, ancho y largo, al igual que los espesores de nervios y pared de cada uno de los elementos sometidos a los diferentes ensayos, como puede observarse en la figura 14, Arrojando los resultados que se encuentran en las tablas 29- 30 y 31.



**Figura 14. Dimensionado de los bloques**  
Fuente: Autores

**Tabla 29. Dimensiones de bloques producidos con mezcla BH-CC.**

Dimensionado de los bloques					
Mezcla: BH-CC.			Dosificación: 1:1,6:1,4		
Muestra	Dimensiones normales (cm)			Espesores (cm)	
	Alto	Largo	Ancho	Pared	Nervios
BH-CC1	18,7	39,3	14,2	2,0	2,0
BH-CC2	18,7	39,2	13,8	2,0	2,0
BH-CC3	19,0	39,0	14,1	2,0	2,0
BH-CC4	19,2	39,2	14,0	2,0	2,0
BH-CC5	19,1	39,2	13,9	2,0	2,0
BH-CC6	19,0	39,2	13,8	2,0	2,0

**Fuente: Autores**



**Tabla 30. Dimensiones de bloques producidos con mezcla BH-AC**

Dimensionado de los bloques					
Mezcla: BH-AC			Dosificación: 1:1,2:1,6		
Muestra	Dimensiones normales (cm)			Espesores (cm)	
	Alto	Largo	Ancho	Pared	Nervios
BH-AC1	18,7	39,1	14,3	2,0	2,0
BH-AC2	18,7	39,0	14,3	2,0	2,0
BH-AC3	18,9	39,0	14,1	2,0	2,0
BH-AC4	18,8	39,2	14,3	2,0	2,0
BH-AC5	18,7	39,2	14,2	2,0	2,0
BH-AC6	18,9	39,2	14,3	2,0	2,0

**Fuente: Autores****Tabla 31. Dimensiones de bloques producidos con mezcla BH-C.**

Dimensionado de los bloques					
Mezcla: BH-C.			Dosificación: común.		
Muestra	Dimensiones normales (cm)			Espesores (cm)	
	Alto	Largo	Ancho	Pared	Nervios
BH-C1	19,0	39,1	14,2	2,0	1,9
BH-C2	20,0	40,0	14,3	1,9	1,9
BH-C3	19,0	40,0	14,1	2,0	2,0
BH-C4	18,8	39,3	14,2	2,0	1,9
BH-C5	19,0	39,2	14,1	2,0	1,9
BH-C6	20,0	40,0	14,2	1,9	2,0

**Fuente: Autores**

Los bloques medidos presentan dimensiones variables en cuanto a alto, ancho y largo, notándose una pequeña diferencia entre ellos, caso contrario ocurre con los espesores de pared y de nervios que se mantienen constantes, en relación a los bloques producidos con las mezclas BH-CC y BH-AC, ya que para los bloques comunes de concreto BH-C, en lo que respecta al dimensionado de espesores de pared y nervios, poseen una gran variación.

#### 4.3.1.2 Ensayos de absorción de agua

Se procedió con la realización de los ensayos de absorción de agua, tomándose como muestra representativa tres bloques por cada tipo de mezcla (ver figura 15). Los resultados pueden observarse en las tablas 32-33 y 34.



**Figura 15. Ensayo absorción de agua.  
Fuente: Autores.**

**Tabla 32. Absorción de agua de las muestras de mezcla BH-CC**

Dosificación	Muestra	% Absorción
1:1,6:1,4	BH-CC4	5,46
	BH-CC5	5,41
	BH-CC6	5,44
	% Promedio:	5,43

**Fuente: Autores**

**Tabla 33. Absorción de agua de las muestras de mezcla BH-AC**

Dosificación	Muestra	% Absorción
1:1,2:1,6	BH-AC4	5,52
	BH-AC5	5,39
	BH-AC6	5,53
	% Promedio:	5,48

**Fuente: Autores****Tabla 34. Absorción de agua de las muestras de mezcla BH-C**

Dosificación	Muestra	% Absorción
Común.	BH-C4	8,18
	BH-C5	8,14
	BH-C6	8,00
	% Promedio:	8,11

**Fuente: Autores**

Los bloques estudiados presentaron valores de absorción de agua similares, que no varían mucho comparando las mezclas, siendo el valor mínimo el de las muestras correspondientes a las mezclas BH-CC y BH-AC que presentan un porcentaje de absorción de agua alrededor del 5 %. Al presentar estos valores los bloques fabricados con conchas de moluscos, no absorben mucha agua, en comparación a bloques comunes de concreto BH-C, cuyo porcentaje de absorción de agua se encuentra aproximadamente en 8 %.

### 4.3.1.3 Ensayos de resistencia a la compresión

Se realizaron ensayos de resistencia a la compresión a los 28 días de edad de las 3 unidades por cada tipo de mezcla (ver figura 16), cuyos resultados se muestran en las tablas 35-36 y 37.



**Figura 16. Prueba de resistencia a la compresión de los bloques propuestos**  
Fuente: Autores

**Tabla 35. Resistencia a la compresión de las muestra con mezcla BH-CC**

Resistencia a la compresión				
Tipo de probeta: Bloque hueco de 15x20x40				
Materiales: Cemento, Concha de molusco molida, conchas de molusco y agua potable.				
Edad: 28 Días			Fecha:	
Muestra	Peso (kg)	Área bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga de ruptura (kg)	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )
BH-CC1	9,08	558,06	5.942,56	10,65
BH-CC2	9,07	540,96	5.675,00	10,49
BH-CC3	9,03	549,90	4.995,92	9,09
Peso promedio	9,06	Resistencia promedio:		10,08

**Fuente: Autores**

**Tabla 36 Resistencia a la compresión de las muestra con mezcla BH-AC**

Resistencia a la compresión				
Tipo de probeta: Bloque hueco de 15x20x40				
Materiales: Cemento, arena de rio, concha de molusco y agua potable				
Edad: 28 días			Fecha:	
Muestra	Peso (kg)	Área bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga de ruptura (kg)	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )
BH-AC1	9,18	559,13	3.589,40	6,42
BH-AC2	9,26	557,7	4.966,01	8,90
BH-AC3	9,15	549,9	4.884,43	8,88
Peso promedio	9,20	Resistencia promedio:		8,06

**Fuente: Autores****Tabla 37 Resistencia a la compresión de las muestras con mezcla BH-C**

Resistencia a la compresión				
Tipo de probeta: Bloque hueco de 15x20x40				
Materiales: Cemento, arena y agua potable				
Edad: 28 Días			Fecha:	
Muestra	Peso (kg)	Área bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga de ruptura (kg)	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )
BH-C1	11,06	555,22	4.976,21	8,96
BH-C2	11,03	572,00	4.272,61	7,46
BH-C3	11,21	564,00	2.743,03	4,86
Peso promedio:	11,01	Resistencia promedio:		7,09

**Fuente: Autores**

Los bloques fabricados con la mezcla BH-CC presentaron mayores resistencias a la compresión que los fabricados con las demás mezclas, siendo los de menores resistencias los bloques comunes de concreto BH-C.

#### 4.3.2 Análisis de las propiedades físicas, químicas y mecánicas de los bloques, mediante una comparación con los parámetros establecidos en la Norma COVENIN 42:82

Luego de ser determinadas las características de los bloques, correspondiente al dimensionado, absorción de agua y resistencia a la compresión, se procedió a compararlas con los parámetros establecidos en la norma COVENIN 42- 82, para determinar la calidad de los mismos.

##### 4.3.2.1 Dimensionado de los bloques

Los resultados de las dimensiones de los bloques se compararon con las dimensiones establecidas en la norma COVENIN 42-82, como se muestran en las tablas 38- 39 y 40.

**Tabla 38. Cuadro comparativo de las dimensiones de los bloques de mezcla BH-CC con dimensiones especificadas en la norma COVENIN 42-82**

DIMENSIONADO DE LOS BLOQUES								
Mezcla: BH-CC						Dosificación: 1:1,6:1,4		
Muestra	Dimensiones (cm)			Espesores (cm)		Dimensiones COVENIN (cm)	Espesores COVENIN (cm)	
	Alto	Largo	Ancho	Pared	Nervios		Pared	Nervios
BH-CC1	18,7	39,3	14,2	2,0	2,0	14x19x39	Bloque tipo A:	Bloque tipo A:
BH-CC2	18,7	39,2	13,8	2,0	2,0		2,2	2,2
BH-CC3	19,0	39,0	14,1	2,0	2,0		Bloque tipo B:	Bloque tipo B:
BH-CC4	19,2	39,2	14,0	2,0	2,0		1,5	1,5
BH-CC5	19,1	39,2	13,9	2,0	2,0			
BH-CC6	19,0	39,2	13,8	2,0	2,0			

**Fuente: Autores**

**Tabla 39. Cuadro comparativo de las dimensiones de los bloques de mezcla BH-AC con las dimensiones especificadas en la norma COVENIN 42-82**

Dimensionado de los bloques								
Mezcla: BH-AC			Dosificación 1:1,2:1,6					
Muestra	Dimensiones (cm)			Espesores (cm)		Dimensiones COVENIN (cm)	Espesores COVENIN (cm)	
	Alto	Largo	Ancho	Pared	Nervios		Pared	Nervios
BH-AC1	18,7	39,1	14,3	2,0	2,0	14x19x39	Bloque tipo A:	Bloque tipo A:
BH-AC2	18,7	39,0	14,3	2,0	2,0		2,2	2,2
BH-AC3	18,9	39,0	14,1	2,0	2,0		Bloque tipo B:	Bloque tipo B:
BH-AC4	18,8	39,2	14,3	2,0	2,0		1,5	1,5
BH-AC5	18,7	39,2	14,2	2,0	2,0			
BH-AC6	18,9	39,2	14,3	2,0	2,0			

**Fuente: Autores**

**Tabla 40. Cuadro comparativo de las dimensiones de los bloques de mezcla BH-C con las dimensiones especificadas en la norma COVENIN 42-82**

DIMENSIONADO DE LOS BLOQUES								
Mezcla: BH-C			Dosificación: común.					
Muestra	Dimensiones (cm)			Espesores (cm)		Dimensiones COVENIN (cm)	Espesores COVENIN (cm)	
	Alto	Largo	Ancho	Pared	Nervios		Pared	Nervios
BH -C1	19,0	39,1	14,2	2,0	1,9	14x19x39	Bloque tipo A:	Bloque tipo A:
BH-C2	20,0	40,0	14,3	1,9	1,9		2,2	2,2
BH-C3	19,0	40,0	14,1	2,0	2,0		Bloque tipo B:	Bloque tipo B:
BH-C4	18,8	39,3	14,2	2,0	1,9		1,5	1,5
BH-C5	19,0	39,2	14,1	2,0	1,9			
BH-C6	20,0	40,0	14,2	1,9	2,0			

**Fuente: Autores**

Los bloques medidos de los primeros dos tipos de mezclas BH-CC y BH-AC, presentaron medidas aceptables en cuanto a largo, altura y ancho, ya que no pasan los 3 mm de rango de tolerancia recomendado en la norma COVENIN 42-82 cuyas dimensiones normales deben ser 39 cm para el largo, 19 cm de alto y 14 cm para el ancho. Se puede notar que existen medidas que llegan a concordar con el máximo establecido por tolerancia como, por ejemplo, en la altura que hay medidas de 18,7cm, en

el ancho que hay medidas de 14,3 cm y en el largo que hay medidas 39,3 cm, esta diferencia puede deberse al tamaño y forma de los agregados que varía según la dosificación de la mezcla planteada.

A su vez, la mitad de los bloques comunes de concreto BH-C, presentaron medidas que no cumplen con las dimensiones mínimas establecidas en la norma COVENIN 42-82, en cuanto al largo, alto y ancho, específicamente las muestras BH-C2, BH-C3 y BH-C6, debido a que estas exceden los 3 mm de rango de tolerancia recomendados por la norma. Mientras que la mitad restante, específicamente las muestras BH-C1, BH-C4 y BH-C5, presentaron dimensiones perfectamente concordadas con los parámetros establecidos en la norma.

Con respecto, a los espesores de pared y de nervios, en ningunas de las muestras medidas cumplen con los espesores mínimos para bloques tipo A, recomendado en la norma COVENIN 42-82, por lo que no pueden ser clasificados en este tipo, atendiendo a ese criterio. Caso contrario ocurre para los espesores de bloques tipo B, para los que las medidas de espesores si cumplen, y pueden entrar en esta clasificación todos los bloques estudiados.

#### **4.3.2.2 Absorción máxima**

Las comparaciones de los resultados de los ensayos de absorción máxima con los recomendados en la norma COVENIN 42-82 se encuentran plasmados en las tablas 41 -42 y 43.



**Tabla 41. Cuadro comparativo de la absorción máxima de los bloques con mezcla BH-CC y los parámetros establecidos en norma COVENIN 42-82**

Dosificación	Muestra	% Absorción	Absorción máxima según el tipo de bloque COVENIN 42:82		
			Pesado	Semipesado	Livianos
1:1,6:1,4	BH-CC4	5,46	A1,A2,B1	A1,A2,B1	A1,A2,B1
	BH-CC5	5,41	14 %	16 %	12 %
	BH-CC6	5,44	B2	B2	B2
	% Promedio	5,43	No aplica	No aplica	20 %

**Fuente: Autores**

**Tabla 42. Cuadro comparativo de la absorción máxima de los bloques con mezcla BH-AC y los parámetros establecidos en norma COVENIN 42-82**

Dosificación	Muestra	% Absorción	Absorción máxima según el tipo de bloque COVENIN 42:82		
			Pesado	Semipesado	Livianos
1:1,2:1,6	BH-AC4	5,52	A1,A2,B1	A1,A2,B1	A1,A2,B1
	BH-AC5	5,39	14 %	16 %	12 %
	BH-AC6	5,53	B2	B2	B2
	% Promedio	5,48	No aplica	No aplica	20 %

**Fuente: Autores**

**Tabla 43. Cuadro comparativo de la absorción máxima de los bloques comunes de concreto BH-C y los parámetros establecidos en norma COVENIN 42-82**

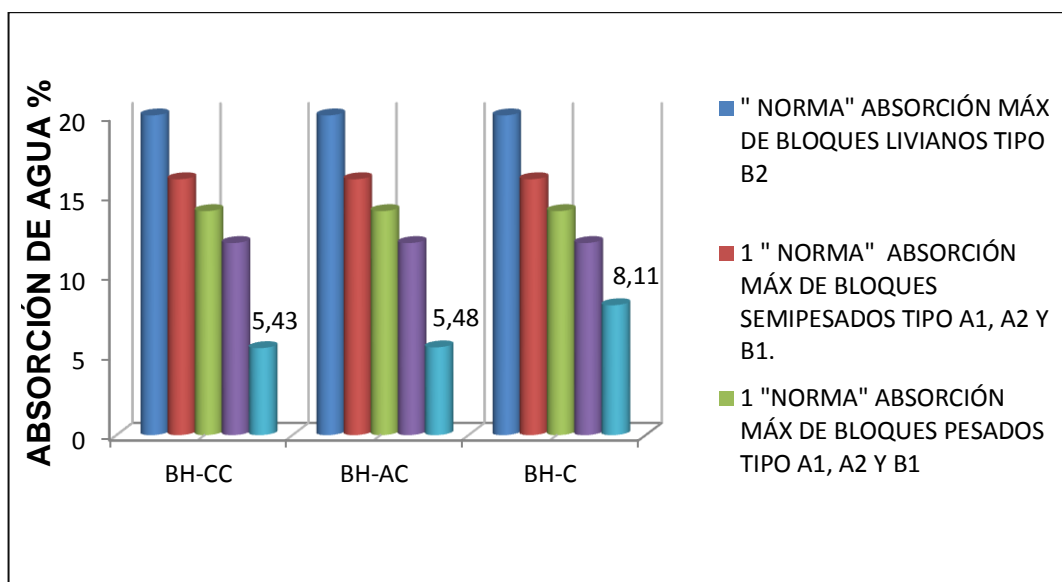
Dosificación	Muestra	% Absorción	Absorción máxima según el tipo de bloque COVENIN 42:82		
			Pesado	Semipesado	Livianos
Común	BH-C4	8,18	A1,A2,B1	A1,A2,B1	A1,A2,B1
	BH-C5	8,14	14 %	16 %	12 %
	BH-C6	8,00	B2	B2	B2
	% Promedio	8,11	No aplica	No aplica	20 %

**Fuente: Autores**

El porcentaje de absorción de los bloques producidos con las dosificaciones 1:1,6:1,4 y 1:1,2:1,6 se encuentra alrededor del 5 %; esta absorción es aceptable dentro de lo permitido como absorción máxima

para bloques livianos, de acuerdo al valor obtenido puede clasificar tanto para bloques tipo A1, A2 y B1 como para bloques tipo B2.

Igualmente, los bloques comunes de concreto BH-C presentaron porcentajes de absorción de 8 %, que no sobrepasa los valores máximos recomendados por la norma para bloques tipo A, de esta forma, también entra en los valores aceptables para bloques livianos. Esta comparación se puede observar de forma resumida en la gráfica 4.



**Grafica 4. Comparación de los valores de absorción de agua de los bloques producido con la absorción máxima recomendada por la norma COVENIN 42-82.**

**Fuente: Autores**

#### 4.3.2.3 Resistencia a la compresión

Las comparaciones de los resultados de resistencia a la compresión de las muestras ensayadas con los parámetros recomendados en la norma COVENIN 42-82 se pueden observar en las tablas 44-45 y 46.

**Tabla 44. Cuadro comparativo de resistencia a la compresión de bloques con mezcla BH-CC y lo establecido en norma COVENIN 42-82**

Resistencia a la compresión		Resistencia mínima COVENIN (kg/cm <sup>2</sup> )					
Muestra	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	Bloque tipo A1		Bloque tipo A2		Bloque tipo B1 y B2	
		Individual	Promedio	Individual	Promedio	Individual	Promedio
BH-CC1	10,65						
BH-CC2	10,49	55	70	40	50	25	30
BH-CC3	9,09						
Promedio	10,08						

**Fuente: Autores**

**Tabla 45. Cuadro comparativo de resistencia a la compresión de bloques con mezcla BH-AC y lo establecido en norma COVENIN 42-82**

Resistencia a la compresión		Resistencia mínima COVENIN (kg/cm <sup>2</sup> )					
Muestra	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	Bloque tipo A1		Bloque tipo A2		Bloque tipo B1 y B2	
		Individual	Promedio	Individual	Promedio	Individual	Promedio
BH-AC1	6,42						
BH-AC2	8,90	55	70	40	50	25	30
BH-AC3	8,88						
Promedio	8,06						

**Fuente: Autores**

**Tabla 46. Cuadro comparativo de resistencia a la compresión de bloques comunes de concreto BH-C y lo establecido en norma COVENIN 42-82**

Resistencia a la compresión		Resistencia mínima COVENIN (kg/cm <sup>2</sup> )					
Muestra	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	Bloque tipo A1		Bloque tipo A2		Bloque tipo B1 y B2	
		Individual	Promedio	Individual	Promedio	Individual	Promedio
BH-C1	8,96						
BH-C2	7,46	55	70	40	50	25	30
BH-C3	4,86						
Promedio	7,09						

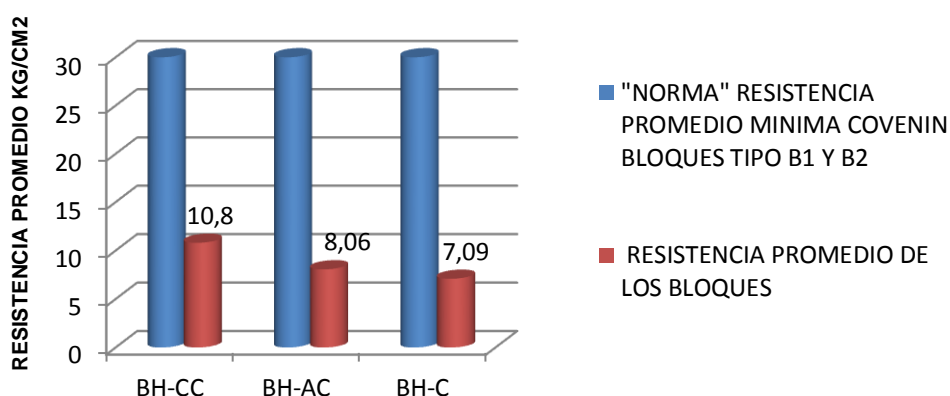
**Fuente: Autores**

Las muestras desde BH-CC1 a BH-CC3 corresponden a los bloques producidos con la mezcla BH-CC de dosificación 1:1,6:1,4 presentaron una resistencia promedio de 10,08 Kg/cm<sup>2</sup>, la resistencia mínima individual obtenida es de 9,09 Kg/cm<sup>2</sup>.

En relación, con las muestras desde BH-AC1 a BH-AC3 que pertenecen a los bloques producidos con la mezcla BH-AC de dosificación 1:1,2:1,6, arrojaron una resistencia promedio de 8,06 Kg/cm<sup>2</sup>, y una resistencia mínima individual de 6,42 Kg/cm<sup>2</sup>.

Por lo que se refiere, a las muestras desde BH -C1 a BH -C3 de los bloques comunes de concreto, mostraron una resistencia promedio de 7,09 Kg/cm<sup>2</sup>, y una resistencia mínima individual de 4,86 Kg/cm<sup>2</sup>.

En la gráfica 5, se observan las resistencias promedio de los bloques correspondientes a las mezclas BH-CC, BH-AC y BH-C, comparándolas con la resistencia mínima promedio para bloques tipo B1 y B2 de la norma COVENIN 42:82. Puede notarse que ninguno de los tres tipos de bloques estudiados cumplen con la resistencia mínima promedio establecida por la norma. Cabe acotar que los bloques producidos con la mezcla BH-CC, presentaron valores de la resistencia a la compresión superior a los bloques producidos con las mezclas BH-AC y BH-C, siendo estos los bloques con mayor resistencia a la compresión estudiada.



**Gráfica 5. Resistencia promedio de los bloques estudiados**

**Fuente: Autores**

#### **4.3.2.4 Características de los bloques propuestos según la norma COVENIN 42-82**

En conclusión, los bloques con mejores resultados obtenidos durante los ensayos realizados, fueron los producidos con la mezcla BH-CC. Estos elementos presentaron las siguientes características:

Resistencia a la compresión: 10,08 Kg/cm<sup>2</sup>

Absorción de agua: 5,43 %

Basados en estas características, el bloque BH-CC, presento valores de resistencia a la compresión bajos en comparación a las resistencias mínimas recomendadas por la norma, por lo que no puede entrar en ninguna de las clasificaciones que comprende la norma con respecto a esta medida. Por otra parte, el valor de adsorción 5,43% es aceptable para bloques livianos, incluso se encuentra alrededor del 7% por debajo de lo mínimo recomendado por la norma. En consecuencia, el uso de este bloque se consideró exclusivamente para disminuir el peso propio en techos y entre pisos, considerándolo como material de relleno.

#### **4.3.3 Determinación y análisis del ensayo de resistencia al impacto blando según lo establecido en la Norma ASTM E695**

Este ensayo simula el choque o caída accidental de un cuerpo en movimiento contra el bloque. Por lo que se pretende determinar la capacidad de resistencia del mismo ante una carga dinámica aplicada sobre él. El ensayo se realizó 3 veces para cada altura o hasta que las muestras ensayadas colapsaron como consecuencia de las energías de impacto calculadas con la ecuación 3.4 del capítulo 3.8.1.7 de esta investigación, y las cuales fueron tabuladas en la Tabla 47.

Por otro lado, en las Tablas 48-49-50-51 y 52, se indican las observaciones obtenidas en cada caso.

**Tabla 47. Energía de impacto en el bloque a diferentes alturas**

Altura (cm)	Energía de Impacto (J)
45	13,24
60	17,66
120	35,32

**Fuente: Autores**

**Tabla 48. Resultados obtenidos en la primera ronda de resistencia al impacto blando de las muestras ensayadas (con un saco de 3 kg)**

Muestra	Altura de impacto (cm)	Energía de impacto (J)	Deformación permanente al impactar el saco de 3 kg		Resistencia mecánica al impactar el saco de 3 kg		Deterioro
			Por norma	Obtenido	Por norma	Obtenido	
BH-CC	45	13,24	Debe ser < 0.2 % de la altura del bloque	CUMPLE	Sin daños visibles peligrosos	CUMPLE	Sin daños aparentes
	60	17,66		CUMPLE		CUMPLE	Sin daños aparentes
	120	35,32		CUMPLE		CUMPLE	Sin daños aparentes
BH-AC	45	13,24	Debe ser < 0.2 % de la altura del bloque	CUMPLE	Sin daños visibles peligrosos	CUMPLE	Sin daños aparentes
	60	17,66		CUMPLE		CUMPLE	Sin daños aparentes
	120	35,32		CUMPLE		CUMPLE	Sin daños aparentes
BH-C	45	13,24	Debe ser < 0.2 % de la altura del bloque	CUMPLE	Sin daños visibles peligrosos	CUMPLE	Sin daños aparentes
	60	17,66		CUMPLE		CUMPLE	Sin daños aparentes
	120	35,32		CUMPLE		CUMPLE	Sin daños aparentes

**Fuente: Autores**

**Tabla 49. Resultados obtenidos en la segunda ronda de resistencia al impacto blando de las muestras ensayadas (con un saco de 3 kg)**

Muestra	Altura de impacto (cm)	Energía de Impacto (J)	Deformación permanente al impactar el saco de 3 kg		Resistencia mecánica al impactar el saco de 3 kg		Deterioro
			Por norma	Obtenido	Por norma	Obtenido	
BH-CC	45	13,24		CUMPLE		CUMPLE	Sin daños aparentes
	60	17,66	Debe ser < 0.2 % de la altura del bloque	CUMPLE	Sin daños visibles peligrosos	CUMPLE	Sin daños aparentes
	120	35,32		CUMPLE		CUMPLE	Sin daños aparentes
BH-AC	45	13,24		CUMPLE		CUMPLE	Sin daños aparentes
	60	17,66	Debe ser < 0.2 % de la altura del bloque	CUMPLE	Sin daños visibles peligrosos	CUMPLE	Sin daños aparentes
	120	35,32		CUMPLE		CUMPLE	Sin daños aparentes
BH-C	45	13,24		CUMPLE		CUMPLE	Sin daños aparentes
	60	17,66	Debe ser < 0.2 % de la altura del bloque	CUMPLE	Sin daños visibles peligrosos	CUMPLE	Sin daños aparentes
	120	35,32		CUMPLE		CUMPLE	Sin daños aparentes

**Fuente: Autores**

**Tabla 50. Resultados obtenidos en la tercera ronda de resistencia al impacto blando de las muestras ensayadas (con un saco de 3 kg)**

Muestra	Altura de impacto (cm)	Energía de Impacto (J)	Deformación permanente al impactar el saco de 3 kg		Resistencia mecánica al impactar el saco de 3 kg		Deterioro
			Por norma	Obtenido	Por norma	Obtenido	
BH-CC	45	13,24		CUMPLE		CUMPLE	Sin daños aparentes
	60	17,66	Debe ser < 0.2 % de la altura del bloque	CUMPLE	Sin daños visibles peligrosos	CUMPLE	Sin daños aparentes
	120	35,32		CUMPLE		CUMPLE	Sin daños aparentes
BH-AC	45	13,24		CUMPLE		CUMPLE	Sin daños aparentes
	60	17,66	Debe ser < 0.2 % de la altura del bloque	CUMPLE	Sin daños visibles peligrosos	CUMPLE	Sin daños aparentes
	120	35,32		CUMPLE		CUMPLE	Sin daños aparentes
BH-C	45	13,24		CUMPLE		CUMPLE	Sin daños aparentes
	60	17,66	Debe ser < 0.2 % de la altura del bloque	CUMPLE	Sin daños visibles peligrosos	CUMPLE	Sin daños aparentes
	120	35,32		CUMPLE		CUMPLE	Sin daños aparentes

Fuente: Autores



**Tabla 51. Resultados obtenidos en la cuarta ronda de resistencia al impacto blando de las muestras ensayadas (con una de madera de 3 kg)**

Muestra	Altura de impacto (cm)	Energía de Impacto (J)	Deformación permanente al impactar la madera de 3 kg		Resistencia mecánica al impactar la madera de 3 kg		Deterioro
			Por norma	Obtenido	Por norma	Obtenido	
BH-CC	45	13,24		CUMPLE		CUMPLE	Sin daños aparentes
	60	17,66	Debe ser < 0.2 % de la altura del bloque	CUMPLE	Sin daños visibles peligrosos	CUMPLE	Sin daños aparentes
	120	35,32		CUMPLE		CUMPLE	Sin daños aparentes
BH-AC	45	13,24		CUMPLE		CUMPLE	Sin daños aparentes
	60	17,66	Debe ser < 0.2 % de la altura del bloque	CUMPLE	Sin daños visibles peligrosos	CUMPLE	Sin daños aparentes
	120	35,32		CUMPLE		CUMPLE	Sin daños aparentes
BH-C	45	13,24		CUMPLE		CUMPLE	Sin daños aparentes
	60	17,66	Debe ser < 0.2 % de la altura del bloque	CUMPLE	Sin daños visibles peligrosos	CUMPLE	Sin daños aparentes
	120	35,32		CUMPLE		CUMPLE	Sin daños aparentes

Fuente: Autores

**Tabla 52. Resultados obtenidos en la quinta ronda de resistencia al impacto blando de las muestras ensayadas (con una esfera de metal de 3 kg)**

Muestra	Altura de impacto (cm)	Energía de Impacto (J)	Deformación permanente al impactar la esfera de 3 kg		Resistencia mecánica al impactar la esfera de 3 kg		Deterioro
			Por norma	Obtenido	Por norma	Obtenido	
BH-CC	45	13,24		CUMPLE		CUMPLE	Sin daños aparentes
	60	17,66	Debe ser < 0.2 % de la altura del bloque	NO CUMPLE	Sin daño visibles peligrosos	NO CUMPLE	Hundimiento en el centro de una pared del bloque
	120	35,32		NO CUMPLE		NO CUMPLE	Ruptura del bloque
BH-AC	45	13,24		CUMPLE		CUMPLE	Sin daños aparentes
	60	17,66	Debe ser < 0.2 % de la altura del bloque	CUMPLE	Sin daños visibles peligrosos	CUMPLE	Sin daños aparentes
	120	35,32		NO CUMPLE		NO CUMPLE	Hundimiento en el centro de una pared del bloque
BH-C	45	13,24		NO CUMPLE		NO CUMPLE	Ruptura del bloque
	60	17,66	Debe ser < 0.2 % de la altura del bloque	-	Sin daños visibles peligrosos	-	No se realizo
	120	35,32		-		-	No se realizo

**Fuente: Autores**

### **Muestra BH-CC**

Esta muestra resistió sin problemas la ronda de las tres primeras energías de impacto de 13,24 J, 17,66 J y 35,32 J, aplicadas con un saco de 3 kg, a alturas de 45 cm, 60 cm y 120 cm respectivamente. También resistió sin daños aparentes la segunda y tercera ronda de igual cantidad de energías de impactos y mismas características de ensayo que la primera ronda. De acuerdo a la norma, si la muestra ensayada resiste las cargas de impacto correspondientes a cada altura sin mostrar daños de importancia o que representen peligros para las personas, entonces pasó la prueba de impacto. En este caso, el bloque cumple con esta condición en las tres primeras rondas de ensayos. De esta manera, no representa ningún peligro para las personas y la deformación es menor al 0,2% de la altura del bloque, cumpliendo así con ambas condiciones recomendadas por la norma.

Por otra parte, se realizó una cuarta y quinta ronda de ensayos, con el fin de hacer colapsar la muestra, para de esta forma obtener un mejor análisis comparativo de los resultados. La cuarta ronda a diferencia de las tres primeras, se realizó con una madera de 3 kg, la muestra en este caso también superó sin daños aparentes las tres energías de impacto a la que fue sometida.

En cuanto, a la quinta ronda se utilizó un cuerpo en forma de esfera metálica de 3 kg, el bloque en este caso supero sin daños aparentes la primera energía de impacto 13,24 J (Ver Figura 17. Parte Superior). No así con la segunda energía de impacto 17,66 J, donde hubo daños de importancia en el bloque (hundimiento en el centro de una pared del bloque) que lo dejaron vulnerable (Ver Figura 17 Parte Central). Finalmente, la muestra colapso por completo en la tercera energía de impacto de 35,32 J aplicada en esta ronda de ensayos (Ver Figura 17 Parte inferior).



**Figura 17. Resistencia al impacto del bloque BH-CC**  
**Fuente: Autores**

### **Muestra BH-AC**

El bloque, no mostro daños aparentes en la ronda de las tres primeras energías de impacto. El bloque, en la segunda y tercera ronda, también resistió sin problemas la prueba, de igual cantidad de energías de impactos y mismas características de ensayo q la primera ronda. De esta forma no representa ningún peligro para las personas y la deformación es menor al 0,2% de la altura del bloque, cumpliendo así con ambas condiciones establecidas en la norma. La cuarta ronda realizada, igualmente fue superada sin daño alguno en todas las energías de impacto correspondientes.

En relación, a la quinta ronda el bloque presento mejor comportamiento ante dichas energías con respecto al anterior, ya que los daños de importancia en la muestra (hundimiento en el centro de una pared del bloque) solo se presenciaron en la tercera energía de impacto

35,32 J, aplicada, a una altura de 120 cm (Ver Figura 18 Parte inferior). Cabe acotar que esta muestra en la primera y segunda energía de impacto 13, 24 J y 17,66 J, de dicha ronda, fue supera sin daño alguno (Ver Figura 18. Parte Superior).



**Figura 18. Resistencia al impacto del bloque BH-AC**  
Fuente: Autores

### **Muestra BH-C**

De igual manera, esta unidad, presento muy buen comportamiento ante las cargas de impacto aplicadas en las primeras tres rondas de ensayo para las tres alturas cada una, puesto que en todas ellas el comportamiento del bloque cumplió con las condiciones establecidas por norma. No hubo deformación o hundimiento excesivo en el centro de la muestra ni deterioros que representen daños para las personas.

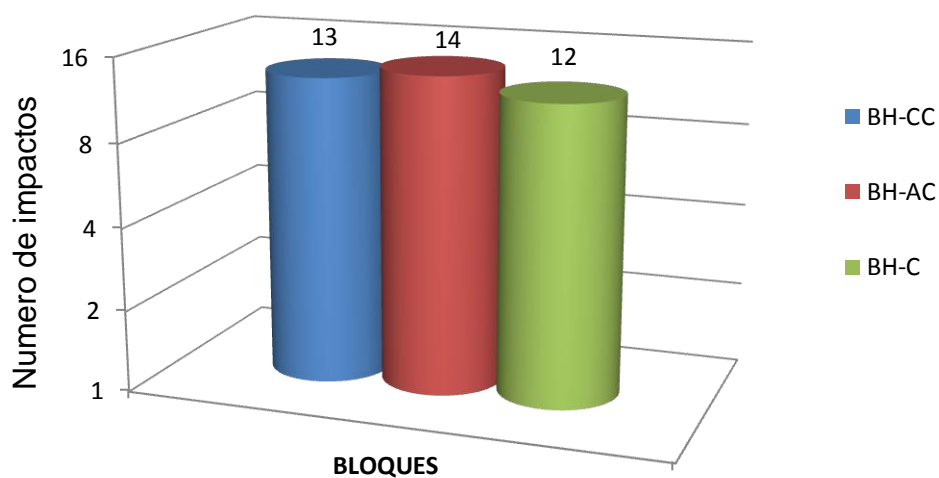
De acuerdo a lo anterior, la cuarta ronda de ensayos ejecutada, también fue superada de igual manera que los bloques anteriormente analizados, los cuales no presentaron ningún daño visible en dicha ronda (Ver Figura 19. Parte superior). Sin embargo en la quinta ronda de ensayos realizada, finalmente el bloque se fracturó por completo al aplicar la primera energía de impacto 13, 24 j, a una altura de 45 cm (Ver Figura 19 Parte inferior), a diferencias de los bloques anteriormente ensayados, los cuales no presentaron ningún daño visible en la primera energía de impactos de la quinta ronda de ensayos a los fueron sometidos.



**Figura 19. Resistencia al impacto del bloque BH-C**  
**Fuente: Autores**

En conclusión, y de acuerdo a los resultados obtenidos en el ensayo de impacto blando realizado a cada uno de los bloques, se puede afirmar que las tres muestras cumplen con las condiciones exigidas por la norma, ya que no representa ningún peligro para las personas y la

deformación es menor al 0,2% de la altura del bloque. Los bloques hueco correspondientes a las mezclas, BH-CC y BH-AC son los que presentaron menores daños y soportaron mejor las cargas de impacto aplicadas sobre ellos, por lo que son apropiadas para su uso. En la gráfica 6, se puede observar el número de impactos que resisten los bloques.



**Gráfica 6. Números de impactos que resisten los bloques**

**Fuente: Autores**

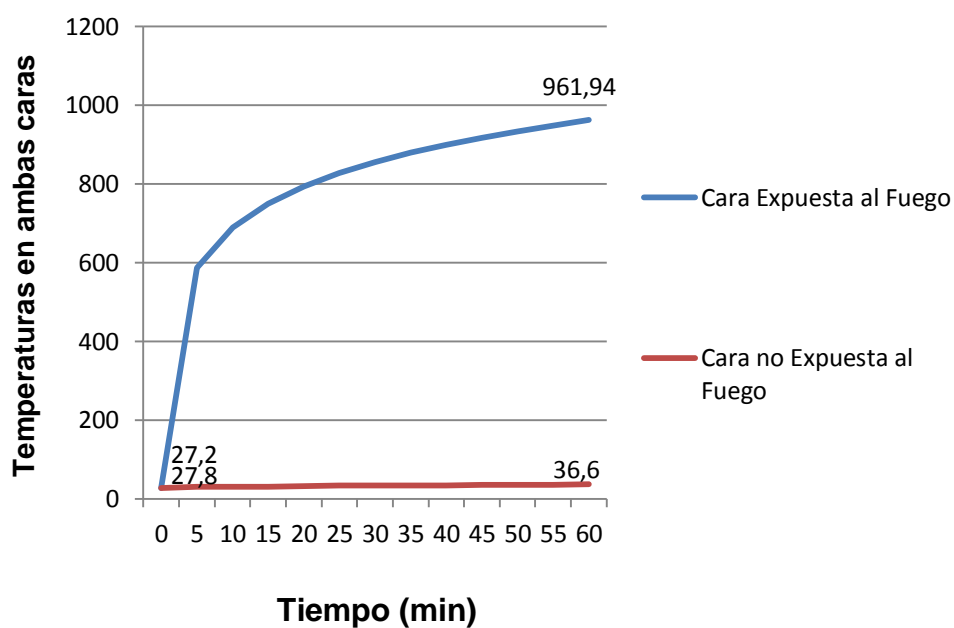
#### **4.3.4 Determinación y análisis del ensayo de resistencia al fuego y coeficiente de transmisión térmica, según lo establecido en la norma ACI 216.1-97.**

Este ensayo simula un incendio real y el objeto del mismo consiste en determinar el comportamiento del elemento ante la acción del fuego. A continuación se muestran los resultados obtenidos en los ensayos de cada una de las muestras, las mismas se pueden observar en las Tablas 53-54 y 55.

**Tabla 53. Temperaturas registradas durante el ensayo de resistencia al fuego al bloque hueco BH-CC**

Tiempo (min)	Temperatura	
	Cara expuesta al fuego (°C)	Cara no expuesta al fuego (°C)
0	27,2	27,80
5	586,43	30,02
10	688,48	30,05
15	749,56	31,00
20	793,15	31,80
25	827,40	32,80
30	855,29	33,50
35	878,70	33,90
40	899,04	34,30
45	916,93	34,60
50	933,18	35,10
55	948,23	35,90
60	961,94	36,60

Fuente: Autores



**Grafica 7. Relación tiempo temperatura en ambos lados del bloque (BH-CC).**

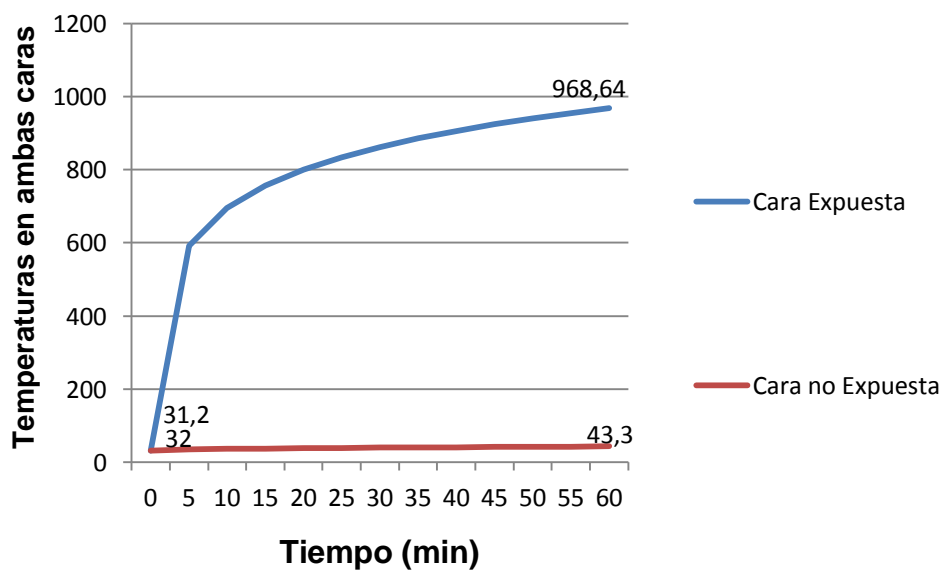
Fuente: Autores



**Tabla 54. Temperaturas registradas durante el ensayo de resistencia al fuego al bloque hueco BH-AC.**

Tiempo (min)	Temperatura	
	Cara expuesta al fuego(°C)	Cara no expuesta al fuego(°C)
0	31,2	32,00
5	591,81	35,40
10	695,73	37,30
15	756,16	37,60
20	800,65	39,30
25	834,00	39,40
30	862,29	40,50
35	885,40	40,60
40	905,74	41,00
45	924,23	41,90
50	940,48	42,40
55	955,13	42,80
60	968,64	43,30

Fuente: Autores



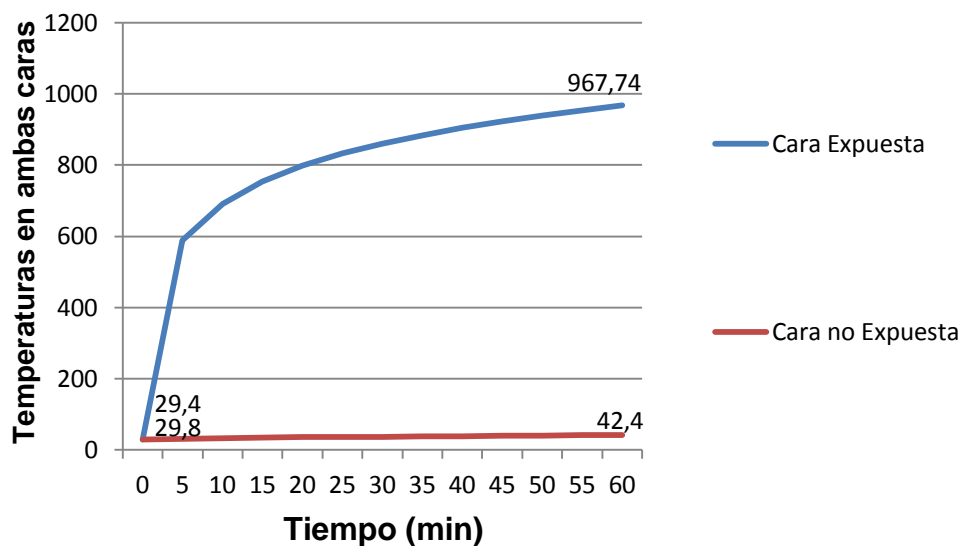
**Grafica 8. Relación tiempo temperatura en ambos lados del bloque (BH-AC).**

Fuente: Autores

**Tabla 55. Temperaturas registradas durante el ensayo de resistencia al fuego al bloque BH-C.**

Tiempo (min)	Temperatura	
	Cara expuesta al fuego(°C)	Cara no expuesta al fuego(°C)
0	29,40	29,80
5	587,91	31,50
10	691,43	33,00
15	753,36	34,80
20	797,65	36,30
25	832,10	37,50
30	859,39	37,60
35	883,10	38,30
40	904,14	39,40
45	922,73	40,40
50	938,98	40,90
55	953,83	41,50
60	967,74	42,40

Fuente: Autores



**Grafica 9. Relación tiempo temperatura en ambos lados del bloque (BH-C).**

Fuente: Autores

Una vez finalizado el ensayo de resistencia al fuego y tabulados todos los datos obtenidos con su respectivas gráficas, se puede llevar a cabo los análisis correspondientes a los bloques. En la Tabla 56, se indica la designación de resistencia al fuego en cada caso. De acuerdo a esto, se puede afirmar lo siguiente:

**Tabla 56. Clasificación de resistencia al fuego de las muestras ensayadas según ASTM E119**

Muestra	Tiempo que resistió la muestra (minutos)	Clasificación de Resistencia al fuego
BH-CC	60	F60
BH-AC	60	F60
BH-C	60	F60

**Fuente: Autores**

### **Muestra BH-CC**

El comportamiento mostrado por el bloque durante los 60 minutos que duró el ensayo, permite afirmar que el mismo es resistente ante la acción del fuego (Ver Figura 20.Parte Superior). Se puede observar que el área del bloque que fue expuesta al fuego, se quemó pero no se deterioró durante la prueba y el fuego no se propagó alrededor (Ver Figura 20.Parte inferior). De hecho, el bloque no agarró fuego y el área no expuesta al mismo quedó intacta así como partes en el lado expuesto.

De acuerdo a lo anterior, el bloque resistió 60 minutos sin problemas, tiempo suficiente para que los ocupantes resguarden su vida, el reglamento indica, que son suficientes 30 minutos para que los ocupantes puedan ponerse a salvo en caso de un incendio.

Además, por norma, al valor de 60 minutos le corresponde una clasificación de resistencia al fuego F60, tal como se indica en la Tabla

53. En la Gráfica 7, se puede observar la curva tiempo/temperatura, equivalente al comportamiento mostrado por el bloque durante la prueba. Cabe destacar que una vez apagado el incendio, hay que regar agua en las áreas afectadas o en su defecto retirarlas y reemplazarlas, para así evitar que se deteriore el resto de la tabiquería. (Ver figura 20)



**Figura 20. Prueba de resistencia al fuego bloque BH-CC**

**Fuente: Autores**

### **Muestra BH-AC**

Este bloque también mostro un buen comportamiento, resistiendo la acción del fuego perfectamente, durante los 60 minutos de ensayo (Ver Figura 21. Parte Superior izquierda). Este valor le corresponde una clasificación de resistencia al fuego F60, según lo recomendado por la norma, tal como se indica en la Tabla 56. Se puede observar que el área del bloque que fue expuesta al fuego se quemó mucho más que el bloque ensayado anteriormente, pero de igual forma no se deterioró durante la prueba (Ver Figura 21. Parte Superior derecha). El bloque no agarró fuego y el área no expuesta al mismo quedo intacta.

Sin embargo, una vez que culminó el ensayo, se pudo notar que al aplicar un poco de fuerza con la mano, la pared del bloque que fue expuesta al fuego quedó deteriorada y más débil que la pared no expuesta al fuego (Ver Figura 21. Parte inferior). De acuerdo a lo anterior, el bloque resistió mucho más de los 30 minutos reglamentarios, tiempo suficiente para que los ocupantes puedan ponerse a salvo en caso de un incendio. En la Gráfica 8, se puede observar la curva tiempo/temperatura, equivalente al comportamiento mostrado por el bloque durante la prueba.



**Figura 21. Prueba de resistencia al fuego bloque BH-AC**  
**Fuente: Autores**

### **Muestra BH-C**

Esta muestra también mostro un buen comportamiento durante el ensayo. El bloque se mantuvo en buen estado ante la acción del fuego, resistiendo así los efectos del mismo durante los 60 minutos a los que fue sometido (Ver Figura 22. Parte Superior). Se observaron quemaduras en el área del bloque que fue expuesta a la llama, sin embargo algunas partes de esta no sufrió quemadura. El bloque permaneció intacto y el fuego no se propagó (Ver Figura 22. Parte inferior).

De acuerdo a la Tabla 56, el ensayo se realizó en un periodo de tiempo de 60 minutos, ubicándolo de esta forma en una clasificación de resistencia al fuego F60, cabe acotar que el bloque resistió mucho más de los 30 minutos reglamentarios, los cuales son suficiente para que los ocupantes puedan ponerse a salvo en caso de un incendio. Por otro lado, en la gráfica 9, se puede observar la curva tiempo/temperatura, equivalente al comportamiento mostrado por el bloque durante la prueba.



**Figura 22. Prueba de resistencia al fuego bloque BH-C**

**Fuente: Autores**

Cabe destacar, que los valores obtenidos durante la prueba de resistencia al fuego, son esenciales para determinar el coeficiente térmico de cada uno de los bloques ensayados, así como su resistencia térmica. En la Tabla 57 se reflejan estos valores. El flujo de calor ( $Q$ ) allí indicado se refiere a la cantidad de calor por conducción transmitida por unidad de tiempo y según la Ley de Fourier se calcula con la ecuación 4.1, donde ( $K$ ) es la conductividad térmica de cada material que en mayor medida componen al bloque, ( $A$ ) es el área del mismo, ( $T_1 - T_2$ ) es la diferencia de temperatura e ( $l$ ) es el espesor de la muestra.

$$Q/t = K \times A \times \frac{T_2 - T_1}{l} \quad (4.1)$$

**Tabla 57. Cálculo del coeficiente de transmisión térmica de los paneles**

Datos	BH-CC	BH-AC	BH-C
Flujo de calor (Q) [W]	588,34	692,72	775,07
Espesor de la muestra (l) [m]	0,142	0,139	0,150
Temperatura en la cara expuesta a los 10 min [°C]	688,48	695,73	691,43
Temperatura en la cara no expuesta a los 10 min [°C]	30,05	37,30	33,00
Diferencia de temperatura a los 10 min [°C]	658,43	658,43	658,43
Diferencia de temperatura a los 10 min [°K]	931,58	931,58	931,58
Área transversal de la muestra [m <sup>2</sup> ]	0,076	0,076	0,080
Coeficiente Térmico [W/m <sup>0</sup> K]	1,18	1,36	1,56
Resistencia térmica [°K.m <sup>2</sup> /W]	0,12	0,10	0,09

**Fuente: Autores**

A modo de ejemplo, para calcular el flujo de calor mostrado en la tabla anterior para el bloque hueco BH-CC, se consideró la conductividad térmica de los materiales según lo establecido por el instituto de la construcción de Castilla y León (ICCL, 2007). La piedra caliza posee una conductividad térmica de 1,40 W/m<sup>0</sup>K, este valor se asignó a las conchas de moluscos, ya que ambos materiales son químicamente similares según (Morris, 2017). Las conchas de moluscos ocupan el 75% de la mezcla para este bloque, el 25% restante, corresponde al conglomerante cemento Portland, cuya conductividad térmica es de 0,53 W/m<sup>0</sup>K.

De acuerdo a lo anterior, el porcentaje que ocupa cada material en el bloque, al multiplicarlo por la conductividad térmica que le corresponda, nos proporcionó el valor de la misma para cada porcentaje. Se procedió de la siguiente manera:

Conductividad térmica para, la concha de molusco en el bloque:

$$75\% \times 1,40 \text{ W/m}^{\circ}\text{K} = 1,05 \text{ W/m}^{\circ}\text{K}$$

Conductividad térmica para, el cemento Portland en el bloque:

$$25\% \times 0,53 \text{ W/m}^{\circ}\text{K} = 0,13 \text{ W/m}^{\circ}\text{K}.$$

En consecuencia, la suma de ambos resultados obtenidos nos arroja la conductividad térmica del bloque, la cual es de 1,18 W/m<sup>°</sup>K.

Debe señalarse, que en este resultado no se consideró las entradas de aire del bloque, estas se encuentran aproximadamente en el 45% del mismo, bien sean por sus cavidades o poros en la pared.

$$Q/t = 1,18 \frac{\text{w}}{\text{m}^{\circ}\text{k}} \times 0,076 \text{m}^2 \times \frac{931,58 \text{ }^{\circ}\text{k}}{0,142 \text{ m}} \quad Q/t = 588, 33 \text{watts} \quad 4.2$$

En cuanto, a las temperaturas tomadas para el cálculo del flujo de calor de cada bloque ensayado son las registradas a los 10 minutos de iniciado el ensayo de resistencia al fuego. Una vez obtenido el flujo de calor y conocido el coeficiente de conductividad térmica, se procede a calcular el aislamiento o la resistencia térmica a partir de la ecuación 4.2.

$$R = \frac{\text{Espesor de la muestra (m)}}{\text{Coeficiente de conductividad termica } \frac{\text{w}}{\text{m}^{\circ}\text{k}}}$$



**Tabla 58. Propiedades térmicas y de resistencia al fuego de los bloques ensayados.**

Material	Conductividad Térmica [W/m <sup>0</sup> K]	Resistencia Térmica [°K.m2 /W]	Resistencia al fuego
BH-CC	1,18	0,12	F60
BH-AC	1,36	0,10	F60
BH-C	1,56	0,09	F60

**Fuente: Autores**

En consecuencia, la conductividad térmica es la capacidad que posee el material de transferir calor. Mientras más bajo sea este valor, la resistencia térmica o capacidad del material para aislar térmicamente será mucho mayor. Al comparar los valores obtenidos en la tabla 58, los coeficientes de conductividad y aislamiento térmico de los bloques producidos con la mezcla BH-CC, presentan mejores propiedades térmicas al disminuir la transferencia de altas temperaturas de un lado al otro. La resistencia al fuego presentó valores similares en los tres tipos de bloque.

#### **4.3.5 Aplicación de frisado según lo establecido en la norma MOP 1962 “Revestimientos y Acabados en Paredes”.**

En esta etapa se procedió a realizar la aplicación de frisado a uno de los bloques propuestos, con el fin de determinar si este, podría adquirir un mejor acabado, cumpliendo así con lo especificado en la norma. Siguiendo el procedimiento especificado en el punto 3.8.1.7 del capítulo III de esta investigación. Se procedió a realizar la aplicación del mismo tomando en cuentas las proporciones de mezclas de morteros para frisados especificadas en la tabla 59.

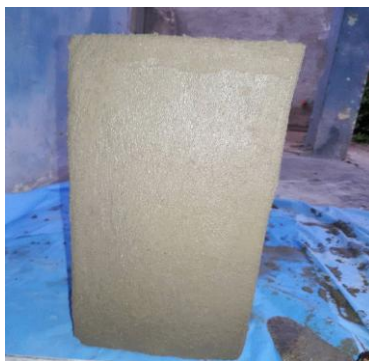
**Tabla 59. Proporciones para mezclas de morteros para frisados**

Número de referencia	Utilización del mortero	Aglomerantes		Proporciones en volumen			
		Básico	Adicional	Básico	Adicional	Arena	Aditivo
1	Preparación de superficies	cemento	-	1 parte	-	2 partes	de acuerdo a instrucciones del fabricante
2	Preparación de superficies	yeso de adhesión especial	-	100%	-	no	-
3	Revoques interior y exterior	cal en pasta o hidráulica	cemento	1 parte	20% del volumen de cal	3 partes	-
4	Revoques exteriores	cal en pasta o en polvo	cemento	1 1/2 de cal en pasta ó 2 de cal en polvo	1 parte	10 partes	-
5	Revoques interior y exterior	cemento	cal en polvo o en pasta	1 parte	10% del volumen de cemento	5 partes	-
6	Revoques interiores	yeso fibrado	-	1 parte	-	2 partes	-
7	Impermeabilización para estanques	cemento	-	1 parte	-	de 2 a 3 partes	-
8	Impermeabilización para estanques	cemento	-	1 parte	-	3 partes	-

**Fuente:** MOP 1962.

De acuerdo a la norma, para garantizar la calidad del acabado es muy importante que la arena utilizada en la mezcla no contenga grumos ni desechos sólidos, para así obtener una superficie lisa con mejor estética y con un acabado óptimo, ya que una arena sucia ocasionará problemas en el frisado y permitirá el paso de la humedad. Al bloque propuesto se le aplicó un frisado de 1 cm de espesor, clasificado por la norma como acabado rustico fino de friso, este se ejecutó con pequeños movimientos circulares hasta obtener el aspecto deseado. La mezcla se realizó en

base a la proporción (1) recomendada por la norma, mostrada en la tabla 56. El resultado obtenido se muestra en la figura 23.



**Figura 23. Bloque de tabiquería con friso 1 cm**

**Fuente: Autores**

#### **4.4 Contribución de la fabricación de bloques a base de conchas de moluscos a disminuir los pasivos ambientales en las zonas costeras del estado Anzoátegui.**

Este proyecto contribuye de manera directa en el saneamiento de las costas, debido a que por cada bloque realizado con la dosificación propuesta, se estará reutilizando 6,13 kg (agregado fino) y 2,44 kg (agregado grueso) es decir un total de 8,57 kg de conchas de moluscos. De esta manera, el material estará siendo removido de las costas y no volverán a contaminar ni causar ningún daño en estas ni en ningún otro lugar, pasando así de ser un desecho, a ser un material ecológico en la industria de la construcción.

Además, estos bloques poseen características únicas, que los hace un producto viable en comparación al tradicional, es aquí donde su aporte fundamental, es brindar alternativas responsables que eviten el desgaste de los recursos naturales, ya que para la elaboración de los mismo, no se

utilizará arena, conservando así las áreas de extracción de este material y creando conciencia a favor de la ecología.

Se diseñó tabla 60, con el propósito de obtener un valor más preciso, en cuanto a la cantidad de material que será removido de la zona costera por número de bloque fabricado con estos residuos. En la siguiente tabla, solo se muestra la cantidad en kg y m<sup>3</sup> de las conchas de moluscos utilizadas para la fabricación de los bloques, sin tomar en cuenta los demás materiales que componen al elemento.

En el mismo orden de ideas, Freitas y Lodeiros (2008), indican que la producción anual de los moluscos es de 300 a 400 toneladas al año, por lo que se necesitaría producir aproximadamente 47.000 unidades de bloques, los cuales pueden ser utilizados en la construcción de 24 viviendas de interés social (80 a 70 m<sup>2</sup>). Para una producción estándar de 2500 bloques diarios de un bloquera se necesitarían 19 días para utilizar todas las conchas generadas en un año.

**Tabla 60. Cantidad de material removido de la zona costera por número de bloques fabricados a base de conchas de moluscos.**

Nro. de bloques	Tipo de bloque	Cantidad de conchas de moluscos en kg		Cantidad de conchas de moluscos en m <sup>3</sup>		Total general removido.	
						kg	m <sup>3</sup>
		Agregado fino	Agregado grueso	Agregado fino	Agregado grueso		
1	Tabiquería	6,13	2,44	0,0061	0,0024	8,57	0,0085
	Techo y entrepiso	6,13	2,44	0,0061	0,0024	8,57	0,0085
10	tabiquería	61,3	24,4	0,061	0,024	85,7	0,085
	Techo y entrepiso	61,3	24,4	0,061	0,024	85,7	0,085
50	Tabiquería	306,5	122	0,306	0,122	428	0,428
	Techo y entrepiso	306,5	122	0,306	0,122	428	0,428
100	Tabiquería	613	244	0,613	0,244	857	0,857
	Techo y entrepiso	613	244	0,613	0,244	857	0,857
500	tabiquería	3.065	1.220	3,07	1,22	4.285	4,29
	Techo y entrepiso	3.065	1.220	3,07	1,22	4.285	4,29
1000	Tabiquería	6.130	2.440	6,14	2,44	8.570	8,57
	Techo y entrepiso	6.130	2.440	6,14	2,44	8.570	8,57

**Fuente: Autores**

#### 4.5 Presentación del análisis de precio unitario del bloque fabricado a base de conchas de moluscos y cotejarlo con los bloques convencionales existentes en el mercado, ejecutado con el “Software Lulowin” control de obras.

En este punto, se realizó un análisis de precios unitarios de los bloques de tabiquería, techos y entepiso, fabricados con una mezcla sustentable a base de conchas de moluscos, con el fin de comparar los resultados obtenidos, con los precios de los sistemas de tabiques tradicionales disponibles en el mercado local (bloque de concreto, ladrillo de arcilla, bloque de aliven, bloque de anime), para así determinar si la fabricación de los bloques propuestos, resultan una mejor opción en cuanto a economía se refiere. Los precios de los tabiques tradicionales se reflejan en la tabla 61.

**Tabla 61. Precios de los bloques tradicionales.**

Tipo de bloque	Cantidad	Precio. Bs
Ladrillo de tabiquería (Arcilla) 30x20x10	1	3.000
Bloque de tabiquería (Concreto) 40x20x15	1	3.500
Bloque de piñata (Aliven) 40x20x15	1	6.000
Bloque de piñata (Concreto) 40x20x15	1	4.000

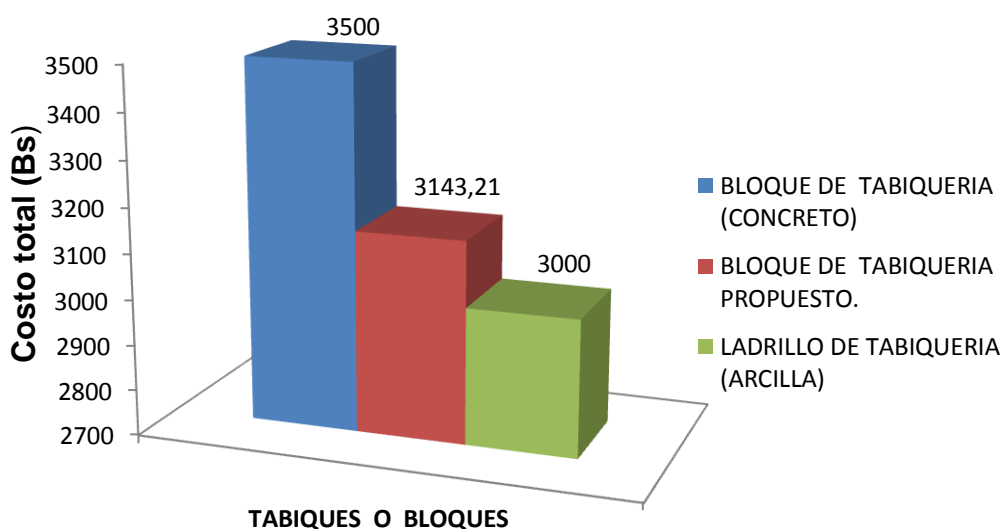
**Fuente: Autores**

Los precios reflejados en la tabla anterior, son los correspondientes al mes de junio de 2019, expresados en la actual moneda (Bolívares, Bs).

#### **4.5.1 Análisis del precio unitario para el bloque de tabiquería a base de conchas de moluscos.**

El precio unitario correspondiente a la producción de un bloque de tabiquería a base de concha de molusco, fue comparado con los costos de los bloques tradicionales disponibles en el mercado. De acuerdo a esto, es posible deducir las ventajas económicas que trae consigo el uso de concha de molusco como material reciclado, para la elaboración de elementos constructivo.

Dicho lo anterior, se obtuvo como resultado una diferencia importante de 356,79 Bs, por unidad producida con conchas de moluscos el cual tiene un costo por unidad de 3.143,21, al compararlo con un bloque de concreto existente en el mercado, reflejo un ahorro en el precio de 10,2% entre ambos. Por el contrario al comparar los tabiques de arcilla con el bloque propuesto para tabiquería, se obtuvo una diferencia de precio de 143,21 bs lo equivalente a un 4.7 % de diferencia entre ellos, esto nos indica que el bloque a base de conchas de molusco tiene un pequeño aumento en comparación a los ladrillos de arcilla. Estas comparaciones se puede observar de forma resumida en la gráfica 10.



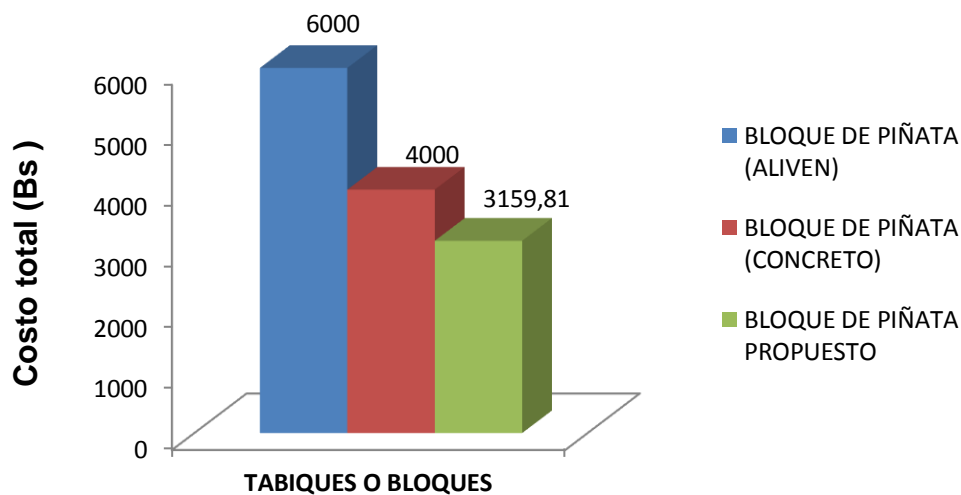
**Grafica 10. Comparación de costos por unidad de los bloques de tabiquería**

**Fuente: Autores**

#### **4.5.2 Análisis de precio unitario para el bloque de techo y entrepiso a base de conchas de moluscos.**

El precio unitario correspondiente a la producción de un bloque de techos y entrepisos a base de concha de molusco, fue comparado con los costos de los bloques tradicionales de techos disponibles en el mercado, para así obtener la diferencia de precios entre ellos y saber cuál de estos elementos es más económico.

En consecuencia a lo anteriormente mencionado, se dedujo una diferencia importante de 2.840,19 bs, por unidad producida con conchas de moluscos el cual tiene un costo por unidad de 3.159,81, al compararlo con un bloque de aliven existente en el mercado, reflejo un ahorro en el precio de 47,33% entre ambos. Igualmente al comparar los boques de concreto con el bloque propuesto para techos y entre pisos, se obtuvo una diferencia de precio de 840,19 bs lo equivalente a un 21 % de ahorro entre ellos. Estas comparaciones se puede observar de forma resumida en la gráfica 11.



**Gráfica 11. Comparación de costos por unidad de los bloques de techo y entepiso.**  
**Fuente: Autores**

En conclusión, se puede afirmar de acuerdo a los resultados obtenidos, que la fabricación de los bloques propuestos a base de conchas de moluscos, tanto para tabiquería como para techos y entepiso, trae consigo notables beneficios económicos en comparación los sistemas de tabiques tradicionales disponibles en el mercado local.



## CAPITULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 Conclusiones

- En el proceso de ajuste de las dosificaciones para las mezclas, se pudo determinar que el tamaño de las partículas de la concha de moluscos (*Crassostrea rhizophorae* y *Crassostrea virginica*), brindo mejores resultados en la trabajabilidad de las mezclas que fueron realizadas con partículas que comprendieron tamaños entre 2,9 y 23 mm, para un módulo de finura (MF) medio y grueso respectivamente.
- La mezcla (BH-AC) la cual fue compuesta por arena lavada como partículas finas y concha de molusco como partículas gruesas, presento una mayor relación agua/cemento ( $\alpha$ ) con respecto a las demás mezclas, en el orden del veintiséis por ciento (26%), con un valor de 0,21. Esto fue debido a una mayor absorción del agua por la cantidad de partículas finas dentro de la arena.
- Las mezclas BH-CC con dosificación en peso de 1:1,6:1,4 y BH-AC con dosificación en peso de 1:1,2:1,6, presentaron un buen comportamiento en el proceso de caracterización de las mismas, logrando obtener una producción entre 17 y 19 bloques por saco de cemento. Estas cantidades están por debajo del cincuenta por ciento (50%) de la producción de bloques elaborados tradicionalmente en las bloqueras del área.
- La absorción de agua de los bloques fabricados a base de conchas de moluscos BH-CC, presento datos de absorción menores al bloque tradicional BH-C, con una absorción de 5,43 %, lo equivalente a una diferencia de 2,68%. Por otra parte, los resultados de resistencia a la compresión entre estos varían en un 2,9 %, siendo el boque elaborado con la mezcla BH-CC quien presento mejores resultados. Cabe destacar

que ninguno de los valores obtenidos cumplió con las resistencias mínimas recomendadas por la norma COVENIN 42-82, por lo que no puede entrar en ninguna de las clasificaciones que comprende la norma con respecto a esta media.

- Con los resultados obtenidos en el ensayo de resistencia al impacto blando, se pudo comprobar que el uso de conchas de molusco en la elaboración de los bloques, aporta mayor resistencia al impacto y a la fisuración, en comparación a los bloques elaborados con mezclas usuales (arena/cemento), ya que estos soportaron mayor número de impactos, antes de fracturarse por completo.
- Los bloques elaborados con la mezcla BH-CC y cuya dosificación estuvo compuesto por un 75% de concha de molusco, presentaron buenas propiedades de resistencia al fuego, debido a que estas protegen al bloque y aumentan el tiempo de resistencia ante la acción del fuego, ubicándolos en una clasificación F60. Igualmente, se obtuvieron niveles de conductividad térmica de  $1,18 \text{ W/m}^{\circ}\text{K}$  y aislamiento térmico de  $0,12 \text{ }^{\circ}\text{K.m}^2 /\text{W}$ , valores apropiados para el uso de los bloques.
- Al comparar los costos de fabricación por unidad de bloque para tabiquería a base de conchas de moluscos (BH-CC), con los costos de bloques convencionales de concreto, se observó un ahorro de 10,2% y en comparación con el bloque de arcilla el costo aumento un 4,7%. Por otro lado, se comparó el costo de los bloques para techos y entre pisos a base de conchas de moluscos (BH-CC), con el bloque convencional de agregados livianos, alcanzando un ahorro de 47,33% y en el caso del bloque de concreto tradicional un ahorro de 21%.
- Para los datos del FAO un aproximado del total de la producción anual de residuos de conchas de moluscos en Venezuela, puede ser aprovechada en la elaboración de más de 46.000 unidades de bloques, los cuales pueden ser elaborados en menos de un mes y utilizados para

la construcción de más de 20 viviendas de interés social. Debido a esto, es posible disminuir el pasivo ambiental en pocos meses mediante la elaboración de este elemento constructivo.

## 5.2 Recomendaciones

- Se recomienda para obtener resultados semejantes a los presentados en este trabajo de investigación, que las partículas gruesas estén por debajo de los 23 mm, para así mantener una buena trabajabilidad de las mezclas y disminuir los tiempos en la etapa de curado durante el proceso de fabricación de los bloques.
- Para obtener el tamaño de partículas especificadas en la mezcla propuesta como finas, el proceso de trituración de las conchas de molusco debe realizado de manera industrial con las máquinas y equipos necesarios, optimizando de esta manera los tiempos de trituración y garantizando la uniformidad del grano.
- Se recomienda el uso y aplicación del bloque a base de conchas de moluscos para aligerar y disminuir el peso propio en techos y entepiso, considerándolo únicamente como material de relleno, debido a que los datos de absorción de agua en este, se encuentran por debajo en un siete por ciento (7%) al patrón establecido en la norma COVENIN 42-82, lo que lo hace factible para esta aplicación.
- Se recomienda utilizar los bloques a base de conchas de moluscos para la elaboración de muros corta fuegos y muros de aislamiento de impacto por explosión en instalaciones industriales, por sus buenas características ante la acción del fuego, su baja conductividad térmica y resistencia a altas temperaturas, según los datos obtenidos en el ensayo realizado siguiendo lo establecido en la norma ACI 216.1-97.

- Para alcanzar la resistencia a compresión requerida por la norma COVENIN 42-82, se recomienda ajustar en la dosificación planteada la cantidad de cemento, incrementado esta, hasta obtener un prototipo de mezcla admisible para la elaboración de un bloque que pueda ser clasificado por la norma.
- Se recomienda evaluar la incidencia del tamaño y la forma de la concha de otras especies de moluscos, como partículas gruesas compuestas en las mezclas, así como también las características en la trabajabilidad de la dicha mezcla, molde, desmolde y curado de los bloques realizados con esta, costos asociados y demás propiedades mecánicas.
- Para garantizar la calidad de los bloques huecos, se recomienda seguir los lineamientos establecidos en las normativas correspondientes, en cuanto a la estandarización en la dosificación, elaboración y producción de estos elementos constructivos se refiere.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arias, F (1998). El proyecto de investigación introducción a la metodología científica 2da edición. Caracas Venezuela. Editorial episteme, C.A  
(Consulta: 2018, Septiembre 10).

Arias, F (2006). El proyecto de investigación Introducción a la metodología científica 5ta edición. Caracas Venezuela. Editorial EPISTEME, C.A.  
(Consulta: 2018, Septiembre 1).

Acosta, A (2002) .Caracterización de impactos ambientales en la industria de la construcción (documento en línea) Disponible:  
<https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/impactos-ambientales-en-la-industria-de-la-construccion>. (Consulta: 2018, Octubre 5).

ASTM E695 (2015). Método de prueba estándar para medir la resistencia relativa de la construcción de paredes, pisos y techados a la carga de impactos. ASTM International, West Conshohocken, PA, 1979, doi: 10.1520/D0695-15, [www.astm.org](http://www.astm.org). (Consulta: 2018, Octubre 5).

ACI 216-1 (1997). Método Normalizado para determinar la resistencia al fuego de las construcciones de hormigón y mampostería. Disponible en: [https://www.inti.gob.ar/cirsoc/pdf/publicom/ACI\\_216-1-97.pdf](https://www.inti.gob.ar/cirsoc/pdf/publicom/ACI_216-1-97.pdf). American Concrete Institute. (Consulta: 2018, Octubre 5).

ASTM E119 (2008). Métodos de prueba estándar para pruebas de incendios para edificios y materiales de construcción. ASTM International, West Conshohocken, PA, 2000, doi: 10.1520/E0119-08, [www.astm.org](http://www.astm.org). (Consulta: 2018, Octubre 7).

- Arrieta, J (2001). Fabricación de bloques de concreto con una mesa vibradora. Informe de trabajo de grado en ingeniería civil publicado. Disponible en: [www.bvsde.paho.org>proy8](http://www.bvsde.paho.org/proy8). (Consulta: 2018, Octubre 9).
- Batista, B (2013). Programa de Subvenção à Inovação em Micro e Pequenas Empresas de Santa Catarina (PAPPE). (Documento en línea) Disponible: <https://www.aquahoy.com/noticias/moluscos/21773-conchas-de-bivalvos-son-usados-en-bloques-de-concreto-para-la-construccion>. (Consulta: 2018, Agosto 20).
- Balestrini, M (2002). Como se Elabora el Proyecto de Investigación. Caracas, BL Consultores Asociados, Servicio Editorial, p.141. (Consulta: 2018, Octubre 19).
- COVENIN 42-82. Bloques huecos de concreto. Edición 1982. Norma Venezolana. (Consulta: 2018, Agosto 12).
- Checa, A 2012 .El litoral de Granada las Conchas de Molusco (Sitio web en línea) disponible en: <http://litoraldegranada.ugr.es/el-litoral/el-litoral-sumergido/fauna/moluscos/la-concha-de-molusco/>. (Consulta: 2018, Octubre 3).
- Carter, T (1957-1985). Modelos Constructivos del siglo XX en Latino América Peaper Publicado. Universidad autónoma del estado de hidalgo, México. (Consulta: 2018, Octubre 4).
- Fernández, M (2004). Construcción de Tabiquería, Términos Básicos. (Documento en línea). Disponible en: <http://www.slideshare.net/hivannn/tabiqueria>. (Consulta: 2018, Julio 16). (Consulta: 2019. Enero 20).

- Freites, L. y Lodeiros, C (2008). Estado actual y perspectivas del cultivo de moluscos bivalvos en Venezuela. Taller técnico regional de la FAO.20-24 agosto 2007. No 12 pp.135 ,150.
- González, F. (2012). Análisis del Ciclo de Vida de materiales de construcción convencionales y alternativos. Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México.(Trabajo de grado en línea). Disponible en:<http://evirtual.uaslp.mx/habitat/innobitat01/cahs/ss%20arq%20arista/direcci%c3%b3n%20individualizada/licenciatura/analisis%20de%20ciclo%20de%20vida%20de%20materiales%20de%20construccion%20convencionales%20y%20alternos.%20fgm.%20aggj.%2012.pdf>. (Consulta: 2018, Julio 18).
- Gámez, E (2011). El bloque de concreto y sus materiales de construcción. Informe de pasantía en ingeniería civil publicado. Universidad Simón Bolívar, Caracas Venezuela. (Consulta: 2018, Agosto 08)
- García, C (2006).Optimización de las propiedades mecánicas del mortero comercial mediante la adición de residuos del molusco *Cassostrea virginica* (documento en línea) Disponible: <https://cimav.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1004/97>. (Consulta: 2018, Octubre 16).
- ICCL (2007) .Instituto de la Construcción de Castilla y León. (Sitio web en línea) disponible en: <http://cte-web.iccl.es/materiales.php?a=1>. (Consulta: 2019, Febrero 22).
- Jiménez, J. (2004).Guía de estudio de materiales de construcción. Unidad v: mortero. Ciudad Bolívar, Venezuela, pp. 8. (Consulta: 2019, Febrero 22).

Jiménez, U (2013). Análisis de Ciclo de Vida de las botellas de PET que se recolectan como residuo en el Municipio de Ecatepec de Morelos. Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F. (Trabajo de grado en línea). Disponible en: <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmloi/bitstream/handle/132.248.52.100/6157/tesis.pdf?sequence=1> (Consulta: 2019, Febrero 22).

Lund,H (2006).Los residuos Sólidos (la basura) Documento en línea]. Disponible en:[www.bvsde.paho.org/basura](http://www.bvsde.paho.org/basura)(Consulta: 2018, Noviembre 1).

Méndez, A (2012). Diseño y construcción de maquina extrusora, capaz de procesar y reciclar desechos sólidos para el área de la construcción. Trabajo de grado publicado Universidad de Los Andes, Mérida Venezuela. (Consulta: 2018, Agosto 12)

MOP (1962). Ministerio de Obras Públicas. Revestimientos y Acabados en paredes y otros elementos edición 62-39. Norma Venezolana. (Consulta: 2019, Marzo 21).

Merritt, F.; Loftin, K.; y Ricketts, J. (2002). Manual del ingeniero civil, tomo I. editorial mcgraw-hill, cuarta edición, pp. 53, 54. (Consulta: 2019, Marzo 18).

Morris, J (2017). Las conchas marinas una nueva fuente de biomateriales sostenibles (Sitio web en línea) disponible en: <http://amp.europapress.es/sociedad/medio-ambiente-00647/noticia-conchas-marinas-nueva-fuente-biomateriales-sostenibles20170705040443.html>, (Consulta: 2018, Octubre 3)



MARGALEF, R(1991). Ecología. Ed Omega, Pirámide, Paris. 951 pág.  
(Consulta: 2018, Octubre 29)

Nguyen, H (2013) Estudio físico de las conchas de moluscos como material de construcción innovador en la ingeniería civil. Informe de trabajo de grado en ingeniería civil publicado. Universidad Católica Andrés Bello, Caracas Venezuela. (Consulta: 2018, Noviembre 28)

Porrero, J (2009). Manual de concreto estructural. Caracas, Venezuela, SIDETUR. (Consulta: 2018, Agosto 22)

Pérez, J (2014). Estudio de la proliferación de moluscos [Artículo en línea]. Disponible en: [www.cun.es>proliferacion](http://www.cun.es/proliferacion). (Consulta: 2018, Agosto 24).

Rodríguez, I (2016). Características de los materiales. (Documento en línea). Disponible en: <https://prezi.com/x8a5xasrizk/caracteristicas-de-los-materiales/> [Consulta: 2018, Julio 20].

Rubro Moluscos (2012) (Documento en línea)  
Disponible:[www.insopesca.gob.ve/files/rubro\\_moluscospdf](http://www.insopesca.gob.ve/files/rubro_moluscospdf).  
(Consulta: 2018, Noviembre 29)

Rubro Moluscos (2012) (Documento en línea)  
Disponible:[Www.fundacitegob.ve/files/rubro\\_moluscospdf](http://Www.fundacitegob.ve/files/rubro_moluscospdf). (Consulta: 2018, Noviembre 29)

Sabino, C (2003). El proceso de investigación. El cid Editor, Tercera edición, Caracas, Venezuela, pp. 124, 143, 179, 197. (Consulta: 2018, Mayo 26).

Salas R, Silva.M, Cordero.R, Ayuso. A, Acosta.C, Peña.M (1982). Bloques huecos de concreto, requisitos mínimos que deben cumplir en la construcción. Venezuela COVENIN 42-82. Documento publicado. Universidad Simón Bolívar, Caracas Venezuela. (Consulta: 2018, Octubre 10).

Sabino, C (1994). Como hacer una tesis y elaborar todo tipo de escritos. Caracas: Panapo. (Consulta: 2018, Agosto 1).

Valenzuela, A (2014) .De que están hechas las conchas, patrones y formas de las conchas de moluscos (Documento en línea) Disponible:<https://www.rtve.es/noticia/20140816/estan-hechas-conchas-marinas/993500.shtml>. (Consulta: 2018, Octubre 16).

Zuluaga, F. (2013). Evaluación del comportamiento del concreto elaborado con desechos de ICOPOR. (Trabajo de grado en línea). Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, Bogotá. Disponible en:<http://repositorio.escuelaing.edu.co/bitstream/001/56/1/Trabajo%20final%20versi%C3%B3n20final.pdf>. (Consulta: 2018, Octubre 20).

## HOJA DE METADATOS

### Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 1/6

<b>Título</b>	“ELABORACIÓN DE MEZCLA SUSTENTABLE CON CONCHA DE MOLUSCOS (Crassostrea rhizophorae Y Crassostrea virginica) PARA LA FABRICACIÓN DE BLOQUES DE TABIQUERÍA, TECHOS Y ENTREPISO”.
<b>Subtítulo</b>	

Autor(es)

Apellidos y Nombres	Código CVLAC / e-mail	
Flores Rodríguez Gilberto Antonio	<b>CVLAC</b>	21.329.887
	<b>e-mail</b>	Gilbertoifr@gmail.com
	<b>e-mail</b>	
Contreras Guevara Edison Miguel	<b>CVLAC</b>	24.336.367
	<b>e-mail</b>	Edisoncontrerasudo56@gmail.com
	<b>e-mail</b>	

Palabras o frases claves:

reciclaje
concha
especie
ensayo
coeficiente

## Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 2/6

Líneas y sublíneas de investigación:

Área	Subárea
<b>Ingeniería y Ciencias Aplicadas</b>	<b>Ingeniería Civil</b>

Resumen (abstract):

### Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo elaborar una mezcla sustentable con concha de moluscos de la especie (*Crassostrea rhizophorae* y *Crassostrea virginica*) para la fabricación de bloques de tabiquería, techos y entepiso. Todo esto como una manera de impulsar el reciclaje de las conchas y promover el cuidado del ambiente. Para evaluar el comportamiento de los bloques fue necesario realizar diversos ensayos, tales como dimensionado de los bloques, absorción de agua, resistencia a la compresión, resistencia al impacto blando, resistencia al fuego, coeficiente térmico, y aplicación de frisado según las normas COVENIN 42-82, ASTM E695, ACI216.1-97 y MOP 1962. En el desarrollo de esta investigación, se emplearon insumos tales como cemento, arena y conchas de molusco de las especies (*Crassostrea rhizophorae* y *Crassostrea virginica*), con tamaños de partículas entre 2.4-23 mm. Para la fabricación de los bloques se utilizaron formaletas manuales, con los diseños de mezcla según dosificaciones 1:1,6:1,4 Cemento/concha molida/Concha y 1:1,2:1,6 Cemento/Arena de río/Concha. Los bloques con mejores resultados obtenidos fueron los realizados con la mezcla de dosificación 1:1,6:1,4, con una resistencia a la compresión de 10,08 Kg/cm<sup>2</sup> y una absorción de agua de 5,43 %, cabe destacar que el valor de resistencia a la compresión no cumplió con los parámetros establecido en la norma COVENIN 42:82, por lo que estos bloques no pueden ser clasificados por la misma.

### Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 3/6

Contribuidores:

Apellidos y Nombres	ROL / Código CVLAC / e-mail										
<b>Ing. Álvarez, Jesús</b>	<b>ROL</b>										
		CA		AS	X	TU		JU			
	<b>CVLAC</b>	<b>C.I 4.510.362</b>									
	<b>e-mail</b>	<b>sainca40@yahoo.com</b>									
	<b>e-mail</b>										
<b>Ing. Martínez, Jhonatan</b>	<b>ROL</b>										
		CA		AS		TU		JU	X		
	<b>CVLAC</b>	<b>C.I 15.376.400</b>									
	<b>e-mail</b>	<b>jhonatanmartinez@udo.edu.ve</b>									
	<b>e-mail</b>										
<b>Biòl. Rojas, Laurimar</b>	<b>ROL</b>										
		CA		AS		TU		JU	X		
	<b>CVLAC</b>	<b>15.563.371</b>									
	<b>e-mail</b>	<b>laurimarrojas@hotmail.com</b>									
	<b>e-mail</b>										

Fecha de discusión y aprobación:

Año    Mes    Día

2019	12	06
------	----	----

Lenguaje: SPA

### Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 4/6

Archivo(s):

Nombre de archivo	Tipo MIME
<b>ELABORACIÓN DE MEZCLA SUSTENTABLE CON CONCHA DE MOLUSCOS (Crassostrea rhizophorae Y Crassostrea virginica) PARA LA FABRICACIÓN DE BLOQUES DE TABIQUERÍA, TECHOS Y ENTREPISO.doc</b>	<b>Aplication/word</b>

**Alcance:**

Espacial: TERRITORIO VENEZOLANO

Temporal: INTEMPORAL

**Título o Grado asociado con el trabajo:**

**Ingeniero Civil**

**Nivel Asociado con el Trabajo:** Pregrado

**Área de Estudio:**

Departamento de Ingeniería Civil

**Institución(es) que garantiza(n) el Título o grado:**

Universidad de Oriente, Núcleo Anzoátegui-Extensión Cantaura.

## Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 5/6



UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
CONSEJO UNIVERSITARIO  
RECTORADO

CUN°0975

Cumaná, 04 AGO 2009

Ciudadano  
**Prof. JESÚS MARTÍNEZ YÉPEZ**  
Vicerrector Académico  
Universidad de Oriente  
Su Despacho

Estimado Profesor Martínez:

Cumplo en notificarle que el Consejo Universitario, en Reunión Ordinaria celebrada en Centro de Convenciones de Cantaura, los días 28 y 29 de julio de 2009, conoció el punto de agenda **"SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICAR TODA LA PRODUCCIÓN INTELECTUAL DE LA UNIVERSIDAD DE ORIENTE EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UDO, SEGÚN VRAC N° 696/2009"**.

Leído el oficio SIBI – 139/2009 de fecha 09-07-2009, suscrita por el Dr. Abul K. Bashirullah, Director de Bibliotecas, este Cuerpo Colegiado decidió, por unanimidad, autorizar la publicación de toda la producción intelectual de la Universidad de Oriente en el Repositorio en cuestión.

UNIVERSIDAD DE ORIENTE	Comunicación que hago a usted a los fines consiguientes.
<b>SISTEMA DE BIBLIOTECA</b>	
RECIBIDO POR <i>Martínez</i>	
FECHA <u>05/08/09</u> HORA <u>5:30</u>	

Cordialmente,

**JUAN A. BOLAÑOS CUAPELO**  
Secretario



C.C.: Rectora, Vicerrectora Administrativa, Decanos de los Núcleos, Coordinador General de Administración, Director de Personal, Dirección de Finanzas, Dirección de Presupuesto, Contraloría Interna, Consultoría Jurídica, Director de Bibliotecas, Dirección de Publicaciones, Dirección de Computación, Coordinación de Teleinformática, Coordinación General de Postgrado.

JABC/YGC/maruja

## Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 6/6

**Artículo 41 del REGLAMENTO DE TRABAJO DE PREGRADO (vigente a partir del II Semestre 2009, según comunicación CU-034-2009):** “Los trabajos de grados son de la exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente, y solo podrá ser utilizados para otros fines con el consentimiento del Concejo de Núcleo respectivo, quien deberá participarlo previamente al Concejo Universitario, para su autorización”.

---

Flores R, Gilberto A.

---

Contreras G, Edison M.

### **AUTORES**

---

**Ing.Alvares, Jesus.**

**TUTOR**