



UNIVERSIDAD DE CARABOBO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
DEPARTAMENTO: MATERIALES Y ENSAYOS



EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE BLOQUES DE  
CONCRETO ESTRUCTURALES

Autores:

Julio J. Leonardo M.

Mayrene Marino C.

Naguanagua, Noviembre de 2016



UNIVERSIDAD DE CARABOBO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
DEPARTAMENTO: MATERIALES Y ENSAYOS



EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE BLOQUES DE  
CONCRETO ESTRUCTURALES

Trabajo Especial de Grado presentado ante la ilustre Universidad de Carabobo para  
optar al título de Ingeniero Civil

Tutor:

Ing. Nelson Hernández

Autores:

Julio J. Leonardo M.

Mayrene Marino C.

Naguanagua, Noviembre de 2016



UNIVERSIDAD DE CARABOBO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
DEPARTAMENTO: MATERIALES Y ENSAYOS



### CERTIFICADO DE APROBACIÓN

Los abajo firmantes, Miembros del Jurado designado para estudiar el Trabajo Especial de Grado titulado: “Evaluación de la resistencia a compresión de bloques de concreto estructurales”; realizado por los bachilleres: Julio Leonardo C.I. 21.484.280 y Mayrene Marino C.I 24.299.227, hacemos constar que hemos revisado y aprobado dicho trabajo.

---

Ing. Nelson Hernández T.  
Presidente del jurado

---

Miembro del jurado

---

Miembro del jurado

Naguanagua, Noviembre de 2016

## DEDICATORIAS

A Dios, por haberme acompañado a lo largo de esta carrera y otorgarme salud y bienestar en todo momento.

A mis padres quienes formaron en mi los hábitos y valores que me han ayudado a completar este logro.

A mis amigos y compañeros de promoción que han estado presente en el transcurso de mi formación como profesional.

A los profesores que a pesar de todas las dificultades siempre han estado allí aportando conocimientos y experiencias.

Julio J. Leonardo M.

## DEDICATORIAS

Este logro quiero dedicárselo especialmente a Dios por otorgarme vida salud y bienestar y por guiarme a lo largo de esta carrera.

Del mismo modo, quiero dedicarles esta tesis a mis padres Irene Cardozo y Roberto Marino, por apoyarme en cada meta que me propongo, y que desde muy pequeña se han esmerado en hacerme mejor persona a través de su ejemplo de honestidad y entereza por lo que siempre han sido una guía a lo largo de mi vida.

A mi hermana Mariayolanda por ser una excelente amiga, apoyarme y brindarme su ayuda en momentos oportunos.

Al resto de mi familia, amigos y profesores que me ayudaron cuando más lo necesite, especialmente durante la carrera y de alguna manera influyeron en la realización de este sueño.

Mayrene Marino C.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo no se habría podido cumplir sin la colaboración de muchas personas que nos brindaron su apoyo; siempre resultará difícil agradecer a todos aquellos que de una u otra forma nos han acompañado en este proyecto para el progreso de nuestra investigación, porque nunca es suficiente el tiempo, lo escrito o la memoria para mencionar o dar con equidad todos los créditos y méritos a quienes se lo merecen. Por ello, queremos agradecerles a todos cuanto han hecho por nosotros, para que este trabajo resultara de la mejor manera posible.

En primer lugar, agradecemos a Dios por ser nuestra principal motivación en los momentos de angustia y después de varios esfuerzos, entrega, aciertos y reveses que determinaron el desarrollo de nuestra formación profesional.

Del mismo modo, queremos darles nuestro profundo agradecimiento a nuestros padres y familiares por apoyarnos en cada meta que nos proponemos, lo que nos llena de profunda satisfacción poder darles el honor de vernos hoy en día convertidos en adultos y muy pronto ingenieros civiles de vocación.

Damos un profundo y caluroso agradecimiento a nuestro tutor Nelson Hernández por brindarnos su tiempo y conocimientos en la elaboración de esta tesis de grado, así mismo, agradecemos a Elías y Mariela por la colaboración y el tiempo dedicado a realizar los ensayos en el laboratorio de materiales y ensayos de la Universidad de Carabobo.

Finalmente queremos agradecerle a la Ferretería el Rocío C.A. por la ayuda aportada en la fabricación de los bloques empleados en este estudio.

## INDICE GENERAL

INDICE DE FIGURAS.....	x
INDICE DE TABLAS .....	xi
RESUMEN.....	xiii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO I.....	3
EL PROBLEMA.....	3
Planteamiento del problema .....	3
Formulación del problema.....	6
Objetivos de la investigación.....	6
Objetivo general.....	6
Objetivos específicos.....	6
Justificación de la investigación .....	7
Alcance de la investigación .....	7
CAPITULO II.....	8
MARCO TEÓRICO.....	8
Antecedentes de la investigación.....	8
Bases teóricas .....	9
Bloque hueco de concreto .....	10
Mampostería .....	11
Mortero de cemento .....	12
Requisitos establecidos en la norma venezolana COVENIN 42-82.....	13
Clasificación de los bloques huecos de concreto.....	13
Apariencia y acabado de los bloques huecos de concreto.....	14
Dimensiones de los bloques huecos de concreto .....	14
Resistencia a la compresión de bloques huecos de concreto.....	16
Normativa.....	16

CAPITULO III .....	18
MARCO METODOLÓGICO .....	18
Tipo de investigación .....	18
Diseño de la investigación.....	19
Población y muestra .....	19
Fases de la investigación .....	20
Recolección de datos.....	20
Procesamiento de datos .....	20
Proceso de fabricación de los bloques .....	21
Caracterización de los agregados.....	25
Método de ensayo para determinar la composición granulométrica de agregados finos y gruesos (COVENIN 255/77).....	26
Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado (COVENIN 263) .....	27
Método de ensayo para determinar por lavado el contenido de materiales más finos que el cedazo #200 en agregados minerales (COVENIN 258/ 77).....	30
Determinación de la resistencia a la compresión de mortero en probetas cubicas de 50,8 mm de lado (COVENIN 484-93) .....	31
Caracterización de los bloques de concreto.....	37
Dimensiones y pesos de los bloques huecos de concreto.....	37
Evaluación de la apariencia y acabado de los bloques huecos de concreto .....	37
Ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión de bloques huecos de concreto (COVENIN 42- 82) .....	37
CAPITULO IV .....	41
PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	41
Dosificación de las mezclas.....	41
Granulometría de la arena .....	43
Peso unitario .....	45
Materiales más finos que el cedazo #200.....	45
Ensayo de probetas cúbicas de 50.8 mm de lado.....	46

Dimensiones y pesos de los bloques huecos de concreto.....	50
Clasificación de los bloques según los agregados .....	55
Apariencia y acabado de los bloques huecos de concreto.....	58
Resistencia a la compresión.....	62
Análisis de precio unitario para bloques de concreto tipo E1 .....	68
Análisis de precio unitario para bloques de concreto tipo E2 .....	69
Análisis de precio unitario para bloques de concreto tipo E3 .....	70
Análisis de precio unitario para bloques de concreto comerciales .....	71
CONCLUSIONES .....	73
RECOMENDACIONES .....	75
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	76
ANEXOS.....	79

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Bloque de concreto .....	10
Figura 2. Mortero de cemento .....	12
Figura 3. Máquina mezcladora.....	22
Figura 4. Máquina ponedora de bloques.....	22
Figura 5. Bloques deshechos.....	23
Figura 6. Bloques de concreto estructural tipo E1.....	23
Figura 7. Bloques de concreto estructural tipo E2.....	24
Figura 8. Bloques de concreto estructural tipo E3.....	24
Figura 9. Bloques de concreto comerciales.....	25
Figura 10. Tamizadora .....	26
Figura 11. Máquina de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión de las probetas cúbicas .....	32
Figura 12. Máquina de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión de los bloques de concreto .....	38
Figura 13. Curva granulométrica.....	44
Figura 14. Resistencia a la compresión de probetas cúbicas a los 14 días.....	48
Figura 15. Resistencia a la compresión de probetas cúbicas a los 28 días.....	49
Figura 16. Bloque hueco de concreto .....	50
Figura 17. Peso de los bloques huecos de concreto.....	53
Figura 18. Bloque hueco de concreto .....	58
Figura 19. Porcentajes de bloques huecos de concreto con observaciones.....	61
Figura 20. Resistencia a la compresión de bloques huecos de concreto.....	65

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de los bloques de concreto según los agregados.....	13
Tabla 2. Clasificación de los bloques de concreto según su uso .....	13
Tabla 3. Requisitos referentes a la apariencia y acabado de los bloques huecos de concreto según la norma COVENIN 42-82 .....	14
Tabla 4. Dimensiones de bloques de concreto establecidas en la norma COVENIN 42-82 .....	14
Tabla 5. Espesores mínimos establecidos en la norma COVENIN 42-82 para bloques tipo A.....	15
Tabla 6. Espesores mínimos establecidos en la norma COVENIN 42-82 para bloques tipo B.....	15
Tabla 7. Resistencia a compresión de bloques huecos de concreto exigida por la norma COVENIN 42-82. ....	16
Tabla 8. Dosificaciones para bloques huecos de concreto .....	41
Tabla 9. Dosificaciones para probetas cúbicas.....	42
Tabla 10. Dosificaciones para un bloque hueco de concreto .....	42
Tabla 11. Granulometría de la arena.....	43
Tabla 12. Límites de granulometría.....	43
Tabla 13. Peso Unitario del agregado .....	45
Tabla 14. Contenido de materiales más finos que el cedazo #200 .....	45
Tabla 15. Resultados del ensayo de resistencia a la compresión para la mezcla E1 ..	46
Tabla 16. Resultados del ensayo de resistencia a la compresión para la mezcla E2 ..	47
Tabla 18. Resultados del ensayo de resistencia a la compresión para la mezcla comercial .....	47
Tabla 19. Dimensiones y pesos de los bloques huecos de concreto tipo E1.....	50
Tabla 20. Dimensiones y pesos de los bloques huecos de concreto tipo E2.....	51
Tabla 21. Dimensiones y pesos de los bloques huecos de concreto tipo E3.....	51

Tabla 22. Dimensiones y pesos de los bloques huecos de concreto comerciales.....	52
Tabla 23. Clasificación de los bloques huecos de concreto tipo E1 según los agregados.....	55
Tabla 24. Clasificación de los bloques huecos de concreto tipo E2 según los agregados.....	55
Tabla 25. Clasificación de los bloques huecos de concreto tipo E3 según los agregados.....	56
Tabla 26. Clasificación de los bloques huecos de concreto comerciales según los agregados.....	57
Tabla 27. Irregularidades presentes en los bloques huecos de concreto tipo E1.....	58
Tabla 28. Irregularidades presentes en los bloques huecos de concreto tipo E2.....	59
Tabla 29. Irregularidades presentes en los bloques huecos de concreto tipo E3.....	59
Tabla 30. Irregularidades presentes en los bloques huecos.....	60
Tabla 31. Resistencia a compresión de bloques huecos de concreto tipo E1.....	62
Tabla 32. Resistencia a compresión de bloques huecos de concreto tipo E2.....	62
Tabla 33. Resistencia a compresión de bloques huecos de concreto tipo E3.....	63
Tabla 34. Resistencia a compresión de bloques huecos de concreto comercial.....	64
Tabla 35. Comparación de la resistencia a compresión de los bloques estructurales con la establecida en la norma COVENIN 42-82 para bloques tipo A1 .....	66
Tabla 36. Comparación de la resistencia a compresión de los bloques estructurales con la establecida en la norma COVENIN 42-82 para bloques tipo A2 .....	66
Tabla 37. Comparación de la resistencia a compresión de los bloques comerciales con la establecida en la norma COVENIN 42-82 para bloques tipo B1-B2 .....	66
Tabla 38. Cuadro comparativo entre los distintos diseños de mezcla .....	72
Tabla 39. Cuadro de parámetros.....	72



UNIVERSIDAD DE CARABOBO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
DEPARTAMENTO: MATERIALES Y ENSAYOS



## **Evaluación de la resistencia a compresión de bloques de concreto estructurales**

**Autores:** Julio J. Leonardo M.

Mayrene Marino C.

**Tutor:** Nelson Hernández T.

**Fecha:** 2016.

### **RESUMEN**

El objetivo principal de esta investigación corresponde a la evaluación de la resistencia a compresión de bloques estructurales, y compararlos tanto con los bloques de concreto disponibles en el mercado actual, como con los parámetros establecidos en la norma COVENIN 42-82 para bloques empleados en paredes de carga expuestas o no a la humedad. Se realizaron 3 diseños de mezcla para la fabricación de los bloques estructurales, partiendo de las dosificaciones establecidas en la norma COVENIN 484-93. Se evaluaron los pesos, dimensiones, apariencia y acabado de cada uno de los bloques, para proceder a realizar los ensayos de resistencia a la compresión, los cuales fueron ejecutados en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo, según lo establecido en la norma COVENIN 42-82. Los resultados obtenidos se presentaron mediante gráficos y tablas, con el fin de determinar el comportamiento de cada uno de los bloques estructurales y compararlos con los bloques comerciales, para su posterior clasificación según sus agregados y uso. De los 3 tipos de bloques estructurales fabricados, solo uno clasificó como bloque estructural para paredes de carga no expuestas a la humedad, mientras que el bloque comercial no cumplió con la mínima resistencia a la compresión establecida en la norma COVENIN 42-82.

**Palabras Claves:** Bloques estructurales, resistencia a la compresión

## INTRODUCCIÓN

Los bloques huecos de concreto son elementos de construcción utilizados en la mayoría de las obras civiles, tales como paredes perimetrales, edificaciones y galpones, sin embargo, dichos bloques son fabricados sin fines estructurales y son utilizados para paredes que no soportan cargas o paredes divisorias.

En esta investigación se propone la fabricación y posterior evaluación de la resistencia a la compresión de bloques huecos de concreto estructurales, los cuales son empleados en paredes de carga expuestas o no a la humedad. De igual forma se evaluará la resistencia a la compresión de bloques de concreto disponibles en el mercado, con el fin de comparar ambas resistencias y otras características de los bloques, para proceder a clasificarlos según sus agregados y uso, conforme a la norma COVENIN 42-82.

El déficit de viviendas representa un problema tanto en Venezuela como a nivel mundial, por lo que en la actualidad se buscan sistemas de construcción como la mampostería estructural, la cual comprende una alternativa para la construcción de viviendas de valor social, sustituyendo al sistema aporticado tradicionalmente utilizado en nuestro país.

La presente investigación se encuentra desarrollada como se especifica a continuación: el Capítulo I corresponde al planteamiento del problema, los objetivos tanto específicos como generales establecidos en la investigación, así como la justificación y alcance de la misma; en el Capítulo II se encuentra el marco teórico, donde se exponen los antecedentes de la investigación, las bases teóricas necesarias

para su comprensión y la normativa utilizada en la misma; el Capítulo III explica el marco metodológico, donde se especifica el tipo y diseño de investigación, así como la población, muestra y fases de dicha investigación; mientras que en el Capítulo IV se visualizan y se describen los resultados de los ensayos realizados, para su posterior análisis. Para finalizar se muestran las conclusiones, recomendaciones, bibliografía y anexos.

## **CAPITULO I**

### **EL PROBLEMA**

#### **Planteamiento del problema**

La gran demanda de viviendas se ha convertido en un problema social, de una importancia económica considerable, dado que la realización de muchas tareas que confrontan los gobiernos depende en gran parte de la disponibilidad de facilidades para la adquisición de viviendas para los trabajadores y sus familias. Como la industria privada no es capaz de resolver el problema por sí sola, dada la magnitud de la tarea y muy especialmente dada la circunstancia de una demanda mayor de viviendas de bajo costo, no proporcionándole a la industria de la construcción el suficiente incentivo económico, los gobiernos han tenido por lo general que abordar el problema de la vivienda como parte del desarrollo de sus políticas sociales y económicas.

Según un estudio realizado por César Bouillon del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) (2012), el cual recopiló datos de 18 países de la región Latinoamericana y el Caribe indican que más de dos tercios de las familias de Nicaragua, Bolivia, Perú y Guatemala habitan en viviendas deficientes. En términos absolutos, Brasil y México son los países con los mayores déficits de viviendas.

De acuerdo a Bouillon (2015), en la actualidad, una de cada tres familias de América Latina y el Caribe —un total de 59 millones de personas— habita en una vivienda inadecuada o construida con materiales precarios o carentes de servicios básicos. Casi dos millones de las tres millones de familias que se forman cada año en ciudades latinoamericanas se ven obligadas a instalarse en viviendas informales, como en las zonas marginales, a causa de una oferta insuficiente de viviendas adecuadas y asequibles.

Ante el creciente problema de escasez de viviendas en el mundo, se han buscado y se siguen buscando alternativas de los sistemas tradicionales de construcción, enfocándose principalmente en los aspectos económicos que conlleva la construcción, así como también en la seguridad de la misma.

Actualmente en Venezuela se lleva a cabo la Gran Misión Vivienda, cuyo inicio se remonta al año 2011 con el objetivo de reducir el déficit de viviendas en el país. Las cifras oficiales indican que en el año 2011 se concluyeron 146.718 viviendas, en el año 2012 se edificaron 200.080 casas, en el 2013 se produjeron más unidades con un total de 201.075 viviendas, pero el ritmo de construcción disminuyó en el año 2014 logrando la construcción de 126.248 domicilios, debido principalmente, a los problemas de suministro de insumos básicos como cemento, cabillas, entre otros.

El presidente de la Cámara Inmobiliaria de Venezuela (CIV), Martini (2015) afirma que en el año 2014 “se adjudicaron 120.457 viviendas de una meta de 400 mil. Detalló que las dificultades de insumos en el sector público, también afectan al sector privado”.

Según Acosta et al, (2015), en Venezuela el Instituto de Materiales y Modelos Estructurales de la Universidad Central de Venezuela (IMME-UCV) ha realizado trabajos de investigación en mampostería estructural, específicamente en mampostería confinada (Castilla, 1999; 1997; 1995; 1991; 1988). Los ensayos realizados demuestran que la mampostería confinada puede ser aplicada para construir edificaciones sismo-resistentes, bajo ciertas condiciones de diseño y ejecución que garanticen su calidad estructural y constructiva.

Muchos países han realizado investigaciones sobre el comportamiento de la mampostería estructural y sus esfuerzos se han visto reflejados en normativas que rigen el diseño de estructuras con dicho sistema, entre ellos se puede hacer referencia a Ecuador y la “Norma Ecuatoriana de la Construcción” (NEC-SE-MP) la cual versa sobre la mampostería estructural; Colombia con la “Norma Técnica Colombiana” (NTC 4205-1) la cual se refiere en todo su apartado al sistema perfectamente utilizado en dicho país y los Estados Unidos con las normas “ASTM C-90 y ASTM C-140” las cuales también aluden a la mampostería estructural e incluso aprueban el uso de sistemas de mampostería estructural patentada como “OMNIBLOCK”.

Basado en los estudios de Acosta et al, (2015), su aplicación como técnica racionalizada permitiría disminuir las secciones de concreto armado y acero de refuerzo al propiciar la contribución de las paredes o muros a la estructura en su conjunto, ventaja que no se logra con las estructuras de pórticos o de esqueleto resistente.

Por lo antes expuesto, en esta investigación se plantea proponer el uso de bloques de concreto estructurales, los cuales no existen actualmente en el mercado venezolano. Se plantea la evaluación de la construcción de bloques de acuerdo con la norma Venezolana COVENIN 42-82 “Bloques Huecos de Concreto”, que cumplan con los requisitos para hacer viviendas con mampostería confinada. Se evaluará a partir de ensayos en el Laboratorio de materiales de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo, la resistencia a la compresión de bloques de concreto estructurales, para determinar si son aptos para ser utilizados en la construcción de viviendas de interés social, adicionalmente se determinará el costo de los mismos, pudiendo convertirse estos materiales en una alternativa para la construcción de este tipo de viviendas.

## **Formulación del problema**

- ¿Cuál es la resistencia a compresión promedio de los bloques de concreto disponibles en el mercado actualmente?
- ¿Cuál sería el diseño de mezcla para cumplir con la resistencia a compresión establecida en la norma COVENIN 42-82?
- ¿Cuál sería la resistencia del bloque estructural de concreto en comparación con la del bloque tradicional?
- ¿Cuál es el costo de un bloque hueco de concreto estructural en comparación con un bloque de concreto comercial?

## **Objetivos de la investigación**

### **Objetivo general**

Evaluar la resistencia a la compresión de bloques de concreto estructurales.

### **Objetivos específicos**

- 1) Determinar la resistencia a compresión de los bloques de concreto disponibles en el mercado.
- 2) Diseñar las mezclas a utilizar en la construcción de los bloques de concreto estructurales.
- 3) Determinar la resistencia a compresión del bloque estructural y compararlo con el bloque de concreto de uso tradicional existente en el mercado.
- 4) Evaluar el costo de un bloque de concreto estructural en comparación con un bloque de concreto comercial.

## **Justificación de la investigación**

El aporte social de esta investigación se ve reflejado en el uso de mampostería estructural para la construcción de viviendas de interés social ya que constituyen una alternativa al problema habitacional existente en Venezuela.

Desde el punto de vista tecnológico se busca elaborar bloques estructurales y determinar sus propiedades, los cuales actualmente no se encuentran disponibles en el mercado, esta investigación fomentará la utilización de la mampostería confinada como sistema de construcción.

Desde el punto de vista académico este trabajo de investigación servirá como aporte para cualquier otro estudio en esta área de investigación, tanto para los estudiantes de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo como de cualquier otra universidad.

## **Alcance de la investigación**

Esta investigación contempla el uso de la norma COVENIN 42-82 para la evaluación de los bloques de concreto, y con respecto a la resistencia a compresión de las probetas cúbicas se determinará mediante la norma COVENIN 484-93. Los ensayos de esta investigación se realizarán en el laboratorio de materiales y ensayos de la Universidad de Carabobo. Solo se ensayarán los bloques de concreto a compresión, no se hará el ensayo de absorción por limitaciones con los equipos del laboratorio.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

La revisión bibliográfica es una fase importante al momento de realizar una investigación, por lo que a continuación se presentan los antecedentes que existen acerca del tema a investigar o que guardan relación directa.

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

Marvez (2015), evaluó el policloruro de vinilo como agregado adicional en bloques huecos de concreto en la Universidad De Carabobo, en dicha investigación se elaboraron 3 tipos de bloques con agregado adicional de 1 kg, 2 kg y 3 kg de PVC, comparando la resistencia a la compresión, peso y absorción con los bloques tradicionales, a partir de esta investigación se demostró que el agregado adicional disminuye el peso del bloque, sin embargo, aumenta la absorción de agua y disminuye su resistencia a la compresión, siendo esta menor a la mínima establecida en la norma COVENIN 42-82. El presente trabajo contribuyó en el marco de la metodología utilizada y los parámetros estudiados, además de aportar conocimientos para la elaboración de los bloques de concreto, debido a que en el presente trabajo se elaboraron bloques experimentales con diferentes dosificaciones.

Seco y Muñoz (2014), presentaron un estudio en el cual evaluaron bloques revestidos con mortero reforzado con fibras de acero en la Universidad De Carabobo,

en dicha investigación evaluaron la resistencia a compresión de bloques de arcilla recubiertos, en la cual se compararon tres (3) tipos de bloques recubiertos, el primero de estos de mortero tradicional elaborado con las dosificaciones establecidas en la norma COVENIN 484-93, el segundo contenía 0.5% de fibras de acero DRAMIX y el tercero 1%, concluyen “la fibra aporta una resistencia relevante conforme el porcentaje es mayor”. Con la información suministrada por dicho trabajo se lograron aclarar aspectos experimentales necesarios para la presente investigación.

Morales (2008), llevó a cabo un estudio en la Universidad Veracruzana en el cual evaluó la resistencia a la compresión de bloques fabricados en la región de Perote. El ensayo de resistencia a la compresión se realizó con bloques provenientes de tres (3) bloqueras, de acuerdo a la norma mexicana NMX-C-036-ONNCCE-2004, dichos valores de resistencia se compararon con los mínimos establecidos en la norma NMX-C-404-ONNCCE-2005, la cual especifica los métodos de ensayo a cumplir por los bloques para uso estructural en las edificaciones. Se concluyó que en base a la norma NMX-C-404-ONNCCE-2005 de los tres lugares de los que se tomaron especímenes para realizar los ensayos a compresión, ninguno cumple con la resistencia mínima requerida de  $60 \text{ kg/cm}^2$ ; ya que la resistencia a la compresión obtenida fue de  $32 \text{ kg/cm}^2$ ,  $36 \text{ kg/cm}^2$  y  $27 \text{ kg/cm}^2$ , donde el promedio de las tres bloqueras no alcanza el 55% de la establecida en la norma. Esta investigación aporta valores de resistencia comparativos tanto con bloques estructurales como comerciales.

### **Bases teóricas**

A continuación, se presentan las bases teóricas que representan y sustentan la información contenida en todos los párrafos de la investigación.

## 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”. 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 de pared, son las paredes y los nervios. En la figura 1 se ilustran las dimensiones del bloque de pared y el eje de carga, así como los espesores de paredes y nervios.

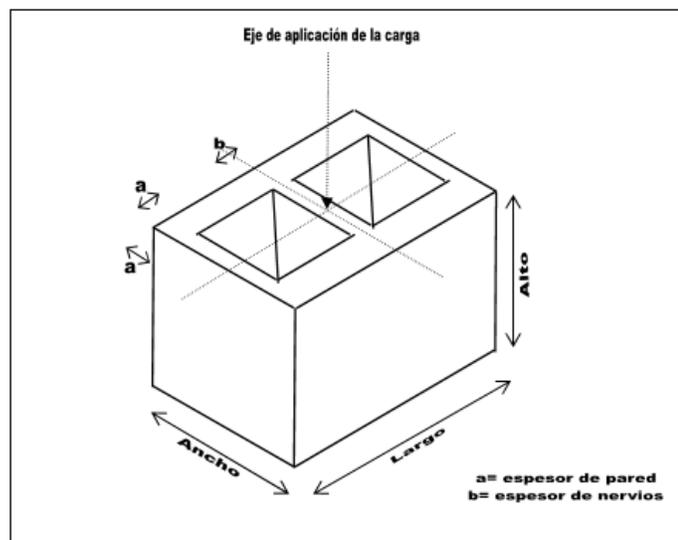


Figura 1. Bloque de concreto

Fuente: Norma COVENIN 42-82

La fabricación de los bloques huecos de concreto responde a la necesidad de abaratar costos en la construcción de muros de albañilería, creándose así un material de dimensiones mayores que los ladrillos cerámicos, los cuales, eran un material muy utilizado. 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.

Los bloques de concreto, que son elementos modulares y premoldeados, 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.

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 la disminución del costo de producción y el número de juntas.

## **Mampostería**

Según Herrera y Madrid (2001), “como mampostería se entiende la elaboración de estructuras mediante la disposición ordenada de unidades de mampostería, cuyas dimensiones son pequeñas comparadas con las del elemento que se va a construir (muro, bóveda, etc)”.

Desde el punto de vista estructural, la mampostería puede ser: estructural, cuando los muros que conforma deben soportar tanto su propio peso como las cargas horizontales y verticales actuantes sobre sus planos, y no estructural, cuando los muros deben soportar tan solo su propio peso y servir como división entre dos espacios. La mampostería estructural también sirve como divisoria.

## Mortero de cemento

Se denomina mortero, en el aspecto más general a la mezcla natural o artificial de elementos cuyas características constructivas fundamentales sea inicialmente su plasticidad, que permite cierta trabajabilidad y moldeo según el requerimiento, y que posteriormente evidencie ganancia de elasticidad mientras endurece, acción que proporcionará un grado de resistencia mecánica (compresión).

El mortero de cemento, nombre que recibe la combinación dosificada principalmente de cemento, agua y arena; al que se le puede considerar como un material de construcción de larga y continua tradición, pues el desarrollo de su industria se inicia paralelamente con el descubrimiento del cemento Portland, siendo la función de conglomerante su principal aplicación. Por tanto, se puede considerar al mortero como un tipo especial de concreto constituido por agregados finos destinados a fines diferentes, entre ellos la unión de unidades de albañilería.



Figura 2. Mortero de cemento

Fuente: Vargas. 2012

## Requisitos establecidos en la norma venezolana COVENIN 42-82

### Clasificación de los bloques huecos de concreto

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

Clasificación	Peso unitario del concreto seco (Kg/m <sup>3</sup> )
<b>Pesados</b>	> 2000
<b>Semipesados</b>	1400 - 2000
<b>Livianos</b>	< 1400

Fuente: Norma COVENIN 42-82

Tabla 2. Clasificación de los bloques de concreto según su uso

<b>Tipo A: Bloques para paredes de carga, expuestas o no a la humedad</b>	
<b>Clase A1</b>	Para paredes exteriores bajo o sobre el nivel del suelo y expuestas a la humedad
<b>Clase A2</b>	Para paredes exteriores bajo o sobre el nivel del suelo y no expuestas a la humedad
<b>Tipo B: Bloques para paredes que no soportan cargas o paredes divisorias</b>	
<b>Clase B1</b>	Para paredes expuestas a la humedad
<b>Clase B2</b>	Para paredes no expuestas a la humedad

Fuente: Norma COVENIN 42-82

## Apariencia y acabado de los bloques huecos de concreto

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

Tabla 3. Requisitos referentes a la apariencia y acabado de los bloques huecos de concreto según la norma COVENIN 42-82

<b>BLOQUE TIPO A</b>
No deben presentar grietas paralelas a las cargas. Si aparecen imperfecciones estas 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
<b>BLOQUE TIPO B</b>
Pueden presentar grietas menores producidas en la fabricación o fragmentos producidos por el manejo

Fuente: Norma COVENIN 42-82

## Dimensiones de los bloques huecos de concreto

Tabla 4. Dimensiones de bloques de concreto establecidas en la norma COVENIN 42-82

<b>Denominación ordinaria (cm)</b>	<b>Dimensiones normales (cm)</b>	<b>Dimensiones modulares (cm)</b>
<b>10</b>	39 x 19 x 9	40 x 20 x 10
<b>15</b>	39 x 19 x 14	40 x 20 x 15
<b>20</b>	39 x 19 x 19	40 x 20 x 20
<b>25</b>	39 x 19 x 24	40 x 20 x 25
<b>30</b>	39 x 19 x 29	40 x 20 x 30

Fuente: Norma COVENIN 42-82

Las dimensiones usuales de los bloques huecos de concreto, son las indicadas en la tabla 4. Pueden fabricarse bloques con otras dimensiones siempre y cuando cumplan con lo especificado en la norma COVENIN 42-82.

Es importante recalcar que las dimensiones de los bloques se ordenan de la siguiente manera: Largo (cm) x Altura (cm) x Ancho (cm), siendo el “ancho” la dimensión que generalmente varía, por lo que es común denominarlos ordinariamente según dicha dimensión.

Tabla 5. Espesores mínimos establecidos en la norma COVENIN 42-82 para bloques tipo A

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

Fuente: Norma COVENIN 42-82

Tabla 6. Espesores mínimos establecidos en la norma COVENIN 42-82 para bloques tipo B

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

Fuente: Norma COVENIN 42-82

La norma COVENIN 42-82 especifica en el artículo 6.2.2.1 que la máxima tolerancia en cualquier dimensión es de 0,3 cm.

### **Resistencia a la compresión de bloques huecos de concreto**

El ensayo para determinar la resistencia a la compresión debe realizarse a los 28 días de elaborados los bloques, y debe cumplir con los valores mínimos indicados en la tabla 7.

Tabla 7. Resistencia a compresión de bloques huecos de concreto exigida por la norma COVENIN 42-82.

<b>Tipo de Bloque</b>	<b>Promedio 3 Bloques (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Mínimo 1 Bloque (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
A1	70	55
A2	50	40
B1- B2	30	25

Fuente: Norma COVENIN 42-82

La norma COVENIN 42-82 especifica en el artículo 6.4.2 que los bloques después de ser convenientemente curados por métodos aprobados, deben tener una resistencia a la compresión igual o mayor al 80% de la especificada en la tabla 7.

### **Normativa**

Las bases legales de esta investigación se encuentran representadas, en primer lugar, en la norma COVENIN 42-82 “bloques huecos de concreto” de donde se destacan las características geométricas y de resistencia de los bloques de concreto, los cuales están especificados en el capítulo 5 “clasificación”, estos serán sometidos a

ensayos de compresión con ciertos valores mínimos establecidos en dicha norma en el capítulo 6 “Requisitos”.

Para garantizar el cumplimiento de lo establecido en los capítulos 5 y 6, es de fundamental importancia la existencia de una mezcla de concreto adecuada y la aplicación de ensayos de calidad establecidos en la Norma Venezolana COVENIN 484-93 “Cemento Portland. Determinación de la resistencia a compresión de morteros en probetas cúbicas de 50.8 mm de lado”, a través de los cuales se determinará la resistencia de la mezcla, para la posterior elaboración de los bloques y sus correspondientes ensayos.

## **CAPITULO III**

### **MARCO METODOLÓGICO**

Toda investigación se fundamenta en un marco metodológico, este definirá el uso de métodos, técnicas, instrumentos, estrategias y procedimientos a utilizar en el desarrollo de la investigación.

Arias (2006) expone que “la metodología del proyecto incluye el tipo de investigación, las técnicas y los procedimientos que serán utilizados para llevar a cabo la indagación, es el cómo se realizará el estudio para responder al problema”.

#### **Tipo de investigación**

Según Hernández et al (2010), los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Es decir, únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren.

La presente investigación es de tipo descriptiva ya que contiene los procedimientos llevados a cabo para ensayar los bloques estructurales y los existentes en el mercado en términos de parámetros mecánicos y físicos, como lo son su

resistencia a la compresión y peso; los cuales dependen de los materiales utilizados en la elaboración de la mezcla.

### **Diseño de la investigación**

Para Balestrini (2002), un diseño de investigación se define como el plan global de investigación que integra de un modo coherente y adecuadamente correctas técnicas de recogida de datos a utilizar, análisis previstos y objetivos. El diseño de una investigación intenta dar de una manera clara y no ambigua respuestas a las preguntas planteadas en la misma.

El diseño de la investigación es experimental, debido a que se manipulan las dosificaciones de cemento y de arena como variables independientes para obtener la mezcla y posteriormente los resultados de la resistencia a compresión.

### **Población y muestra**

La población en esta investigación está constituida por los bloques de concreto, siendo esta finita, de carácter intencional y no probabilística. Con relación a la población, Morles (1994), citado por Arias (2006), expresa: “La población o universo se refiere al conjunto para el cual serán válidas las conclusiones que se obtengan: a los elementos o unidades (personas, instituciones, o cosas) involucradas en la investigación”.

El ensayo contempla la evaluación de distintos diseños de mezcla de mortero, inicialmente fundándose en la norma COVENIN 484-93 y de acuerdo a los resultados experimentales esta se ajustará.

La muestra seleccionada en la presente investigación está conformada por 20 bloques de concreto disponibles en el mercado, 10 bloques de concreto estructural

elaborados con la mezcla E1, 5 bloques de concreto estructural con la mezcla E2 y 20 bloques de concreto estructural elaborados con la mezcla E3, de los cuales la mezcla tipo E1 se basó en el diseño establecido en la norma COVENIN 484-93 y el resto se obtuvieron en fase experimental.

## **Fases de la investigación**

### **Recolección de datos**

Las técnicas utilizadas para la recolección de datos fueron de observación directa debido a que dichos datos fueron obtenidos a través de la máquina de ensayo a compresión; los cuales se deben comparar con los establecidos en la norma COVENIN 42-82 “Bloques huecos de concreto”.

### **Procesamiento de datos**

- Fase 1: El objetivo de esta fase es determinar la resistencia a compresión a los 28 días de los bloques de concreto disponibles en el mercado, previamente se tomaron las dimensiones, se pesaron y se registraron las irregularidades de los bloques que serán ensayados a compresión axial en el laboratorio de materiales y ensayos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad De Carabobo.
- Fase 2: En esta etapa se diseñan las mezclas de los bloques de concreto estructural y se procede a la construcción de los bloques. Las dosificaciones de agua, cemento y arena de las mezclas, se basará en el diseño establecido en la norma COVENIN 484-93 “Cemento Portland. Determinación de la resistencia a compresión de morteros en probetas cubicas de 50.8mm”.

- Fase 3: En esta etapa se toman las dimensiones de los bloques con una cinta métrica, se pesan en una balanza digital y se registran las irregularidades de los mismos, cumpliendo los parámetros establecidos en la norma COVENIN 42-82.

El objetivo de esta etapa es determinar la resistencia a compresión de los bloques estructurales a los 28 días, por medio del ensayo establecido en la norma COVENIN 42-82 “Bloques huecos de concreto”. Una vez obtenidos estos valores se procede a comparar con los resultados obtenidos al ensayar los bloques de concreto disponibles en el mercado.

- Fase 4: En esta etapa se procede a realizar un análisis de precio unitario de un bloque hueco de concreto estructural y un bloque de concreto disponible en el mercado, con el fin de realizar una comparación entre estos.

### **Proceso de fabricación de los bloques**

- La mezcla fue realizada en una máquina mezcladora con capacidad para 50 bloques, los cuales fueron elaborados en una máquina ponedora de bloques de concreto de 15 cm de dimensión ordinaria. Los bloques fueron realizados con arena lavada proveniente de San Felipe, Yaracuy en una bloquera ubicada en Bejuma, Carabobo.



Figura 3. Máquina mezcladora

Fuente: Leonardo, Marino. 2016



Figura 4. Máquina ponedora de bloques

Fuente: Leonardo, Marino. 2016

- La fabricación de los bloques se inició con la mezcla estructural E0, cuyo diseño se encuentra establecido en la norma COVENIN 484-93, resultando 94 Kg de arena lavada, 34 Kg de cemento Portland y 17 L de agua, para elaborar 10 bloques.
- La mezcla resultó tener mucha fluidez, no siendo apta para la elaboración del bloque, ya que al desencofrarse este se deshacía. Debido a lo anterior, hubo que ajustar el diseño de mezcla reduciendo el contenido de agua para hacer

una mezcla más seca y de esta manera lograr construir el bloque con la mezcla E1.



Figura 5. Bloques deshechos

Fuente: Leonardo, Marino. 2016

- Se elaboraron 10 bloques con la mezcla tipo E1, cuyas dosificaciones son 94 Kg de arena lavada, 34 Kg de cemento Portland y 8 Litros de agua, sin embargo, con este diseño de mezcla uno de los bloques se deshizo y otros presentaron grietas.



Figura 6. Bloques de concreto estructural tipo E1

Fuente: Leonardo, Marino. 2016

- Se realizaron 5 bloques con la mezcla tipo E2, con dosificaciones de 50 Kg de arena lavada, 21 Kg de cemento Portland y 7 Litros de agua a la máquina mezcladora.



Figura 7. Bloques de concreto estructural tipo E2

Fuente: Leonardo, Marino. 2016

- Debido a la fluidez que presentaba la mezcla E2, se decidió elaborar la mezcla E3 con las siguientes dosificaciones, 58 Kg de cemento Portland, 156 Kg de arena lavada y 19 Litros de agua, esta mezcla presentaba menor fluidez que las anteriores, logrando elaborar 20 bloques de concreto.



Figura 8. Bloques de concreto estructural tipo E3

Fuente: Leonardo, Marino. 2016

- Los bloques comerciales fueron suministrados por la bloquera Ferretería el Rocío C.A., los cuales son elaborados con un diseño de mezcla de 21,5 Kg de cemento Portland, 267 Kg de arena lavada y 13 litros de agua, para realizar 20 bloques.



Figura 9. Bloques de concreto comerciales

Fuente: Leonardo, Marino. 2016

Todos los bloques tanto los estructurales como los comerciales, fueron sometidos a un proceso de curado de dos (2) días antes de ser trasladados.

### **Caracterización de los agregados**

Los ensayos para la caracterización de la arena lavada proveniente de San Felipe se realizaron siguiendo el procedimiento que indica el “Manual de Laboratorio de Materiales” de la Universidad de Carabobo.

## **Método de ensayo para determinar la composición granulométrica de agregados finos y gruesos (COVENIN 255/77)**

El objetivo de este ensayo es determinar la distribución de tamaño de las partículas de una muestra de peso conocido, consiste en verter dicha muestra por medio de una serie de cedazos colocados de mayor a menor tamaño.

- **Equipos**

- Tamizadora para agregado fino
- Cuarteadora para agregado fino
- Cedazos
- Balanza
- Horno



Figura 10. Tamizadora

Fuente: Leonardo, Marino. 2016

- **Procedimiento**

1. Se humedece previamente la muestra y se obtiene por cuarteo 500 gramos de esta. Secar la muestra por un tiempo aproximado de 18 a 24 horas en el horno, a una temperatura de  $110 \pm 5$  °C y obtener su peso una vez seca.
2. Pesar los cedazos y ensamblar en orden de abertura decreciente (#4, #8, #16, #30, #50, #100 y ciego). Colocar la muestra en el tamiz superior.
3. Colocar el conjunto de cedazos en la tamizadora y poner en funcionamiento por 15 minutos.
4. Pesar los cedazos con el material retenido.
5. Completar las tablas de datos y cálculos y represente la curva granulométrica.

**Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado (COVENIN 263)**

El peso unitario del agregado es una característica del material que no puede ser cambiada y es la relación entre el peso del material que acoge un determinado recipiente, y el volumen de ese recipiente.

- **Equipos**

- Balanza.
- Barra compactadora de 5/8" de diámetro, de aproximadamente 60 cm de longitud y punta semiesférica.
- Recipiente cilíndrico de metal.

- **Procedimiento**

1. Se debe secar la muestra al horno y se debe estimar una cantidad suficiente para llenar el recipiente cilíndrico.

- **Calibración del recipiente.**

2. Se pesa el recipiente vacío.
3. Se llena el recipiente vacío con agua, colocándolo previamente sobre la balanza, de ser necesario colocar pequeñas cuñas para nivelar y completar con agua hasta que esté a punto de derramarse, registrar el peso.
4. Determinar el peso de las cuñas y el peso neto del agua en el recipiente.
5. Medir la temperatura del agua y determinar su peso unitario.
6. Determinar el volumen del recipiente, dividiendo el peso neto del agua entre su peso unitario.

$$V = \frac{W_1}{\rho}$$

Dónde:

V= Volumen del recipiente [m³].

W<sub>1</sub>= Peso neto del agua [Kg].

ρ= Peso unitario del agua [Kg/m³].

- **Determinación del peso unitario compacto**

1. Llenar la tercera parte del recipiente con el agregado y compactar, dando 25 golpes con la barra compactadora, distribuidos de manera uniforme.
2. Completar hasta las dos terceras partes y repita el proceso de compactado. Luego lleve el recipiente hasta rebosar y enrase con una regla.
3. Determinar el peso del recipiente en el agregado y calcule el peso unitario, dividiendo el peso neto del agregado entre el volumen del recipiente.

$$\rho_{AC} = \frac{W_{AC}}{V}$$

Dónde:

$\rho_{AC}$  = Peso unitario compacto del agregado [Kg/m<sup>3</sup>].

V = Volumen del recipiente [m<sup>3</sup>].

$W_{AC}$  = Peso neto del agregado compacto [Kg].

- **Determinación del peso unitario suelto**

1. Llenar el recipiente con pala hasta rebosar descargando el agregado desde una altura no mayor de 5 cm por encima de la parte superior del recipiente.
2. Desechar el agregado sobrante, enrasando con una rejilla y obtenga el peso del recipiente con agregado y calcule el peso unitario.

$$\rho_{AS} = \frac{W_{AS}}{V}$$

Dónde:

$\rho_{AS}$ = Peso unitario suelto del agregado [Kg/m<sup>3</sup>].

V= Volumen del recipiente [m<sup>3</sup>].

$W_{AS}$ = Peso neto del agregado suelto [Kg].

### **Método de ensayo para determinar por lavado el contenido de materiales más finos que el cedazo #200 en agregados minerales (COVENIN 258/ 77)**

Las partículas finas son aquella parte del material menor a 0,02 mm (20 micras), entre ellas se ubican las arcillas y el limo; cuando se presentan adheridas a la superficie de los granos, impiden el recubrimiento de los mismos por la pasta de cemento, disminuyendo así la resistencia del concreto a tracción; aumentan de volumen con la humedad y se adhieren mal, lo que provoca la disgregación del concreto.

- **Equipos**

- Cuarteadora para agregados finos
- Cedazos
- Envase llano
- Balanza
- Horno

- **Procedimiento**

1. La muestra de agregado fino se obtiene por cuarteo y se humedece previamente para disminuir la segregación y la pérdida de polvo.
2. Secar la muestra a una temperatura constante de  $110 \pm 5$  °C de 18 a 24 horas.

3. Colocar un cedazo de 3/8" sobre uno # 16 y este sobre uno # 200. Colocar parte del material sobre el cedazo de 3/8" y lavar la muestra con agua del chorro hasta que salga limpia. Colocar el retenido en el cedazo de 3/8" en una bandeja y colocar material nuevo sobre el mismo tamiz y repetir el proceso de lavado.
4. Cuando se haya procesado toda la muestra, colocar todo el retenido sobre el cedazo de 3/8", el #16 y el #200 en la bandeja y secar al horno durante 18 a 24 horas.
5. Calcular el porcentaje del material que pasa el tamiz #200 con la ecuación:

$$F = \frac{W_0 - W_1}{W_0} \times 100$$

Dónde:

F= Porcentaje de material más fino que el cedazo 200.

W<sub>0</sub>= Peso original de la muestra [gr].

W<sub>1</sub>= Peso seco de la muestra después de lavada [gr].

### **Determinación de la resistencia a la compresión de mortero en probetas cúbicas de 50,8 mm de lado (COVENIN 484-93)**

El ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros en probetas cúbicas se realizará a los 14 días de elaboradas las mezclas, y se proyectará su resistencia a los 28 días.

- **Equipos**

- Balanza.
- Moldes de las probetas de 50,8 mm de lado.
- Recipiente de mezclado y paleta.
- Barra compactadora.
- Máquina de ensayo.
- Cuchara de albañil.



Figura 11. Máquina de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión de las probetas cúbicas

Fuente: Leonardo, Marino. 2016

- **Procedimiento**

- **Preparación de los moldes**

1. Se cubren las caras interiores y las superficies de contacto entre las mitades de cada molde con una capa delgada de aceite mineral o grasa liviana.

2. Se ensamblan los moldes y se elimina el exceso de aceite o grasa de las caras interiores y de la superficie superior e inferior.

- **Preparación de la mezcla**

3. Se coloca la paleta en el recipiente seco en posición de mezclar.
4. Para los cementos Portland, se coloca toda el agua de mezclado en el recipiente.
5. Se añade el cemento al agua.
6. Se hace funcionar la mezcladora a velocidad baja ( $140 \pm 5$  rpm), y se mezcla durante 30 s.
7. Se añade la arena lentamente en un lapso de 30 s, mientras se continua el mezclado a velocidad baja ( $140 \pm 5$  rpm).
8. Se detiene la mezcladora, se cambia a velocidad rápida ( $285 \pm 10$  rpm) y se mezcla durante 30 s.
9. Se detiene la mezcladora y se deja reposar el mortero durante 90 s. Durante los primeros 15 s, de este intervalo, se raspa rápidamente hacia abajo el mortero que se haya podido adherir a los lados del recipiente, luego por el resto de este intervalo se raspa el recipiente.
10. Se hace funcionar la mezcladora a una velocidad rápida ( $285 \pm 10$  rpm) durante 60 s.

11. Se detiene la mezcladora y se deja el mortero en reposo en el recipiente de mezclado sin tapar durante 90 s. Durante los últimos 15 s, de este intervalo, se raspa rápidamente hacia abajo el mortero que se haya podido adherir a los lados del recipiente y se mezcla nuevamente durante 60 s.
12. Se detiene la mezcladora y se deja el mortero en reposo en el recipiente de mezclado sin tapar durante 90 s. Durante los últimos 15 s., de este intervalo, se raspa rápidamente hacia abajo el mortero y se mezcla de nuevo durante 15 s., a velocidad rápida.
13. Al terminar el mezclado se sacude la paleta del mezclador dentro del recipiente para recuperar el mortero pegado a la misma.
14. Se comienza a moldear las probetas dentro de un intervalo de tiempo no mayor de 2 min y 30 s., después de completar el primer mezclado de la masa de mortero.
15. Se coloca una capa de mortero de aproximadamente 25 mm de espesor en todos los compartimientos cúbicos.
16. Se compacta el mortero en cada compartimiento cubico 32 veces alrededor de 10 s. esto se hace en 4 vueltas y cada vuelta, deberá ser en ángulo recto con la anterior. La presión de compactación debe ser fuerte para asegurar un llenado uniforme de los moldes.
17. Se deben completar las 4 vueltas de compactación (32 golpes) del mortero en un cubo antes de pasar al próximo.

18. Cuando se haya completado la compactación de la primera capa en todos los compartimientos cúbicos se llenan los compartimientos con el mortero restante y se compacta igual que la primera capa.
19. Durante la compactación de la segunda capa se devuelve el mortero que haya rebosado la parte superior del molde con ayuda del compactador, después de cada vuelta de compactación, al completar la compactación el mortero debe sobresalir ligeramente de los moldes.
20. Se alisan los cubos pasando la parte plana de la cuchara, con la punta ligeramente levantada, una sola vez por la superficie de cada cubo y el ángulo recto con el largo del molde.
21. Se enrasa el mortero con el tope del molde pasando la orilla recta de la cuchara de albañil, colocada casi perpendicularmente al molde, con un movimiento de vaivén a lo largo del mismo.

- **Ensayo**

22. Se seca la superficie de cada probeta y se eliminan los granos sueltos de arena u otras incrustaciones en aquellas caras que deban estar en contacto con las superficies de carga de la máquina de ensayo.
23. Se revisan las caras pasando una reglilla; si hay curvatura apreciable se descarta la probeta, ya que se obtienen resultados mucho menores que las resistencias reales si las caras de las probetas no están completamente planas, para ello es esencial que los moldes se conserven escrupulosamente limpios. Los instrumentos con los cuales se limpian los moldes deben ser de un material más suave que el material con que se hayan fabricado para evitar que se deterioren.

24. Se aplica la carga a las dos caras de la probeta que estaban en contacto con las superficies planas (paredes) del molde.
25. Se coloca la probeta cuidadosamente en la guía base de la máquina de ensayo del centro del bloque del asiento superior. Antes de ensayar cada probeta se debe cuidar que la base de la rótula esférica oscile libremente.
26. Se aplica una carga inicial a cualquier velocidad conveniente hasta la mitad de la carga máxima, para probetas que tienen carga máxima estimada en más de 13,5 KN. No se aplica ninguna carga inicial a probetas que tienen cargas máximas estimadas en menos de 13,5 KN.
27. Se ajusta la velocidad de aplicación de la carga, de manera que el resto de la carga (o la carga total en el caso de cargas máximas estimadas menores de 13,5 KN), se aplique sin interrupción hasta la falla, a una velocidad tal, que se alcance la máxima carga en no menos de 20 s ni más de 80 s, desde el comienzo de la aplicación.
28. No se deben hacer ajustes en los controles de la máquina de ensayo mientras una probeta está sometida a carga, antes de que esta falle.
29. Se anota la carga total máxima indicada por la máquina y se expresa la resistencia a la compresión en MPa.

Luego de obtener la resistencia a la compresión de las probetas cúbicas, se proyecta la resistencia de cada probeta a los 28 días, con el fin de estimar el comportamiento de las mezclas a dicha edad, para ello se utiliza la ecuación establecida en el manual del antiguo Ministerio de Obras Publicas:

$$Resistencia\ proyectada = \frac{Resistencia}{\frac{1,285xDias + 8}{Dias + 16}}$$

Dónde:

Resistencia proyectada = Resistencia estimada a los 28 días [Kg/cm<sup>2</sup>].

Resistencia = Resistencia obtenida por medio del ensayo. [Kg/cm<sup>2</sup>]

Días = Días a los que se realiza el ensayo, luego de elaborada la probeta.

### **Caracterización de los bloques de concreto**

#### **Dimensiones y pesos de los bloques huecos de concreto**

Se registrarán las dimensiones y el peso de cada uno de los bloques, tanto estructurales como comerciales con el uso de una cinta métrica y la balanza digital, verificando que cumplan con los parámetros establecidos en la norma COVENIN 42-82.

#### **Evaluación de la apariencia y acabado de los bloques huecos de concreto**

Se observarán las irregularidades que presentan cada uno de los bloques, tanto estructurales como comerciales, verificando lo establecido en la tabla 3.

#### **Ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión de bloques huecos de concreto (COVENIN 42- 82)**

Luego de elaborados los bloques huecos de concreto, se debe cumplir el lapso de 28 días para realizar el ensayo de resistencia a la compresión según lo establecido en la norma COVENIN 42-82.

- **Equipos**

- **Máquina de ensayo:** con suficiente capacidad para producir la rotura de las probetas. Debe estar provista de dos platos de carga uno de éstos debe ir montado sobre una rótula esférica, preferiblemente el que se apoya sobre la parte superior del bloque de ensayo. Se utilizará la máquina marca FRANK GMBH tipo UPM 40 Nro. 4030 (disponible en el laboratorio de materiales y ensayos de la escuela de ingeniería civil de la Universidad de Carabobo).



Figura 12. Máquina de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión de los bloques de concreto

Fuente: Leonardo, Marino. 2016

- **Platos de carga:** de acero con una dureza no inferior a 60 Rc (620 BHN), de superficie lisa con una tolerancia de 0,25mm y un diámetro de 15 cm; el centro de la superficie esférica de la rótula debe coincidir con el plato correspondiente.
- **Placas adicionales:** de acero con una dureza no inferior a 60Rc (620 BHN), un espesor de 1/3 de la distancia existente entre el borde del plato de carga a la esquina más distante del bloque de ensayo, en ningún caso el espesor de la

placa debe ser menor de 12,7 mm, y serán colocadas entre el bloque y los platos de carga, después que el centro de gravedad del bloque ha sido alineado con el eje de los platos de carga y por consiguiente con el centro de la superficie esférica de la rótula en el plato de carga correspondiente.

- **Rótula:** debe girar e inclinarse ángulos pequeños en cualquier dirección.

- **Preparación de la muestra**

La superficie de los bloques de ensayo donde se va aplicar la carga constará de una plancha de acero de dimensiones 20 cm x40 cm x4 cm y peso 8,14 Kg.

- **Procedimiento**

1. Se colocan los bloques de ensayo de manera que la carga se aplique en la misma dirección en que las cargas o los pesos propios actúen sobre ellas en la construcción.
2. 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 el bloque de ensayo. En caso de que las superficies de los platos de carga no sean suficientes para cubrir el área de ensayo del bloque a ensayar, se utilizan placas adicionales.
3. Se aplica 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 en un período que no sea menor de un minuto, ni mayor de dos, de acuerdo a la carga máxima soportada.

- **Expresión de los resultados**

La resistencia a la compresión se calcula dividiendo la carga máxima soportada de Kilogramos (Kg) por la superficie bruta del bloque expresada en centímetros cuadrados (cm<sup>2</sup>).

$$R_c = \frac{C_m}{S_b}$$

Dónde:

$C_m$ = Carga máxima [Kg]

$S_b$ = Superficie bruta [cm<sup>2</sup>]

## CAPITULO IV

### PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

#### Dosificación de las mezclas

El diseño de mezcla inicial para los bloques estructurales se basó en el establecido en la norma COVENIN 484-93, sin embargo, se decidió realizar la mezcla tipo E1 con menor cantidad de agua para lograr la fluidez deseada, la cual se obtuvo de forma apreciativa. Posteriormente se realizó la mezcla E2 con la cual se elaboraron 5 bloques, dicha mezcla tenía una alta fluidez la cual dificultaba la construcción de los bloques, por lo que se decidió elaborar 20 bloques con la mezcla E3.

Tabla 8. Dosificaciones para bloques huecos de concreto

BLOQUES DE CONCRETO					
Bloques	Agua (L)	Cemento (Kg)	Arena (Kg)	Cantidad	Nivel de fluidez
E0	17	34	94	10	Muy alta
Comerciales	13	21,5	267	20	Muy baja
E1	8	34	94	10	Media
E2	7	21	50	5	Alta
E3	19	58	156	20	Baja

Fuente: Leonardo, Marino. 2016

Tabla 9. Dosificaciones para probetas cúbicas

<b>PROBETAS CÚBICAS</b>				
<b>Probetas cúbicas</b>	<b>Agua (L)</b>	<b>Cemento (Kg)</b>	<b>Arena (Kg)</b>	<b>Cantidad</b>
<b>Mezcla E0</b>	0,12	0,25	0,69	3
<b>Mezcla Comercial</b>	0,04	0,07	0,87	3
<b>Mezcla E1</b>	0,06	0,25	0,69	3
<b>Mezcla E2</b>	0,09	0,28	0,66	3
<b>Mezcla E3</b>	0,08	0,25	0,68	3

Fuente: Leonardo, Marino. 2016

Las dosificaciones necesarias para la construcción de un solo bloque según los distintos diseños de mezclas propuestos se muestran en la tabla 10, se puede observar que la mezcla E1, al poseer menor cantidad de agua disminuye su relación agua/cemento mientras que para las otras dos mezclas estructurales dicha relación es similar.

Tabla 10. Dosificaciones para un bloque hueco de concreto

<b>DISEÑO DE MEZCLA PARA UN BLOQUE</b>				
<b>Bloques</b>	<b>Agua (L)</b>	<b>Cemento (Kg)</b>	<b>Arena (Kg)</b>	<b>a/c</b>
<b>E0</b>	1,65	3,40	9,40	0,49
<b>Comerciales</b>	0,65	1,08	13,35	0,60
<b>E1</b>	0,80	3,40	9,40	0,24
<b>E2</b>	1,40	4,20	10,00	0,33
<b>E3</b>	0,90	2,90	7,80	0,32

Fuente: Leonardo, Marino. 2016

## Granulometría de la arena

Tabla 11. Granulometría de la arena

<b>GRANULOMETRIA</b>						
<b>Cedazo N°</b>	<b>Peso cedazo (gr)</b>	<b>Peso cedazo + retenido (gr)</b>	<b>Peso retenido (gr)</b>	<b>% Retenido</b>	<b>%Retenido acumulado</b>	<b>% Que pasa</b>
<b># 4</b>	550	610	60	12	12	88
<b># 8</b>	550	610	60	12	24	76
<b># 16</b>	500	570	70	14	38	62
<b># 30</b>	500	610	110	22	60	40
<b># 50</b>	490	540	50	10	70	30
<b># 100</b>	485	550	65	13	83	17
<b>Ciego</b>	500	585	85	17	100	0
<b>Sumatoria</b>			500			
<b>Módulo de finura</b>		2,87	<b>ARENA MEDIA</b>			

Fuente: ASTM C33/C33-08

Mediante el ensayo de granulometría se determinó el módulo de finura del agregado, resultando ser una arena media ya que se encuentra en el rango de 2,3 y 3,1 según lo establecido en la norma ASTM C33/C33-08.

Tabla 12. Límites de granulometría

<b>Cedazos COVENIN 254</b>	<b>Abertura (mm)</b>	<b>Límite % que pasa</b>	
		<b>Límite mínimo</b>	<b>Límite máximo</b>
<b># 4</b>	4,76	85	100
<b># 8</b>	2,38	60	95
<b># 16</b>	1,19	40	80
<b># 30</b>	0,60	20	60
<b># 50</b>	0,30	8	30
<b># 100</b>	0,15	2	10

Fuente: Norma COVENIN 277-2000

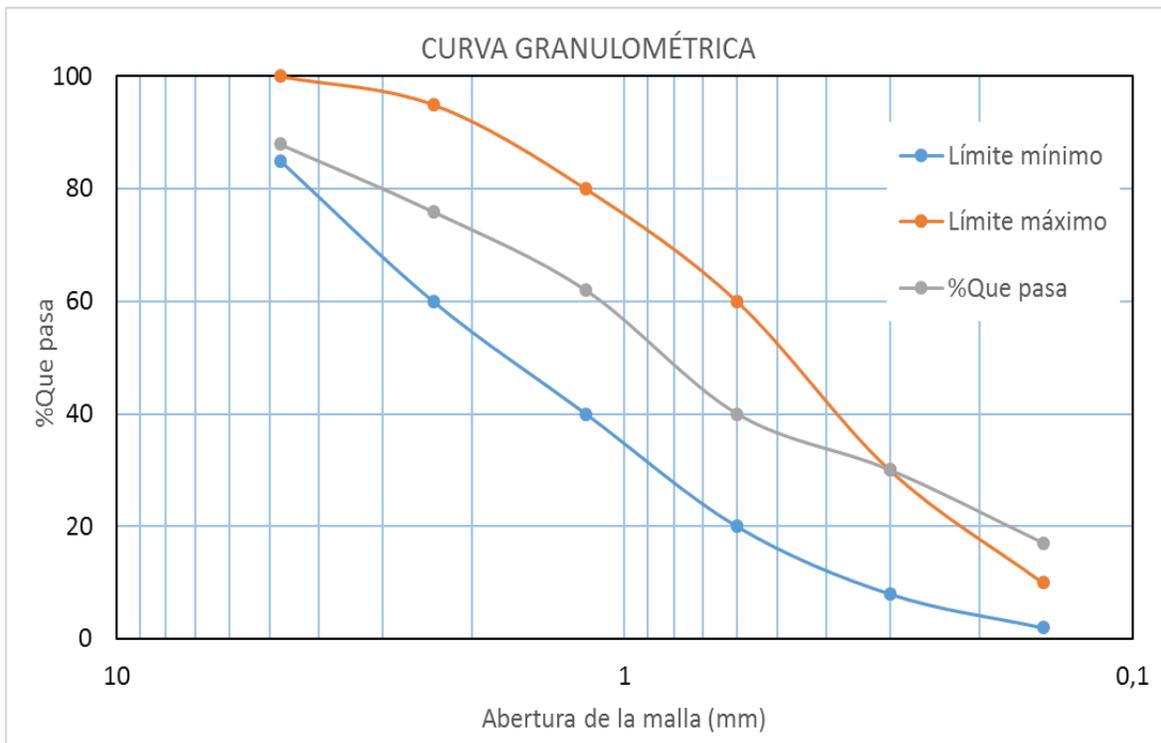


Figura 13. Curva granulométrica

Fuente: Leonardo, Marino. 2016

Se realizó el ensayo granulométrico con el fin de caracterizar el agregado utilizado en la fabricación de los bloques de concreto tanto estructurales como comerciales, comparando estos resultados con los valores establecidos en la norma COVENIN 277-2000, donde el porcentaje que pasa el tamiz #100 fue un 7% mayor al límite máximo establecido en dicha norma, sin embargo, esta no contempla los agregados utilizados en la fabricación de bloques huecos de concreto.

## Peso unitario

Tabla 13. Peso Unitario del agregado

<b>PESO UNITARIO</b>	
Cilindro vacío (Kg)	3,68
M. Compactada + cilindro (Kg)	12,94
M. Suelta + cilindro (Kg)	12,09
Cilindro + agua (Kg)	8,56
Temperatura (°F)	79,00
Temperatura (°C)	26,00
Volumen del cilindro (m3)	0,005
Peso unitario compacto (Kg/m3)	1.897,54
Peso unitario suelto (Kg/m3)	1.722,34

Fuente: Leonardo, Marino. 2016

En base al ensayo COVENIN 263, se lograron registrar los valores de peso unitario suelto y compacto del agregado utilizado en la elaboración de tanto bloques de concreto estructurales como los comerciales.

## Materiales más finos que el cedazo #200

Tabla 14. Contenido de materiales más finos que el cedazo #200

<b>CONTENIDO DE MATERIALES MAS FINOS QUE EL CEDAZO #200</b>	
Peso muestra (gr)	500
Peso de la bandeja (gr)	120
Peso bandeja + muestra seca (gr)	575
% Pasa cedazo #200	9

Fuente: Leonardo, Marino. 2016

Se realizó el ensayo según la norma COVENIN 258-77, con el cual se logró determinar el porcentaje de material que pasa el cedazo #200 respecto a una muestra del agregado de 500 gramos. La norma COVENIN 277-2000 establece un valor

máximo de 5%, sin embargo, dicho valor corresponde para la elaboración de concreto y no contempla la fabricación de bloques.

### Ensayo de probetas cúbicas de 50.8 mm de lado

Se realizaron 3 probetas cúbicas para cada diseño de mezcla tanto de los bloques estructurales como del comercial, dichas probetas se almacenaron bajo las condiciones establecidas en la norma COVENIN 484-93 en el laboratorio de materiales y ensayos de la Universidad de Carabobo. El ensayo para determinar la resistencia a la compresión se realizó a los 14 días y se empleó la ecuación del antiguo Ministerio De Obras Públicas para proyectar dicha resistencia a los 28 días, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 15. Resultados del ensayo de resistencia a la compresión para la mezcla E1

Probeta N°	Peso (Kg)	Peso Unitario (Kg/m <sup>3</sup> )	Área de la cara del cubo (cm <sup>2</sup> )	Carga máxima (Kg)	Resistencia a la compresión a los 14 días (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia a la compresión a los 28 días (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	0,27	2021,41	25,81	2790	108,11	124,79
2	0,25	1906,99	25,81	2730	105,79	122,11
3	0,26	1983,27	25,81	2745	106,37	122,78
Promedio					106,76	123,23
Desviación estándar					1,21	1,39

Fuente: Leonardo, Marino. 2016

Tabla 16. Resultados del ensayo de resistencia a la compresión para la mezcla E2

Probeta N°	Peso (Kg)	Peso Unitario (Kg/m <sup>3</sup> )	Área de la cara del cubo (cm <sup>2</sup> )	Carga máxima (Kg)	Resistencia a la compresión a los 14 días (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia a la compresión a los 28 días (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	0,25	1906,99	25,81	3890	150,74	174,00
2	0,26	1945,13	25,81	3705	143,57	165,72
3	0,25	1906,99	25,81	3815	147,83	170,64
Promedio					147,38	170,12
Desviación estándar					3,61	4,16

Fuente: Leonardo, Marino. 2016

Tabla 17. Resultados del ensayo de resistencia a la compresión para la mezcla E3

Probeta N°	Peso (Kg)	Peso Unitario (Kg/m <sup>3</sup> )	Área de la cara del cubo (cm <sup>2</sup> )	Carga máxima (Kg)	Resistencia a la compresión a los 14 días (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia a la compresión a los 28 días (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	0,24	1830,71	25,81	1830	70,91	81,85
2	0,25	1868,85	25,81	1715	66,46	76,71
3	0,25	1868,85	25,81	1725	66,84	77,15
Promedio					68,07	78,57
Desviación estándar					2,47	2,85

Fuente: Leonardo, Marino. 2016

Tabla 18. Resultados del ensayo de resistencia a la compresión para la mezcla comercial

Probeta N°	Peso (Kg)	Peso Unitario (Kg/m <sup>3</sup> )	Área de la cara del cubo (cm <sup>2</sup> )	Carga máxima (Kg)	Resistencia a la compresión a los 14 días (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia a la compresión a los 28 días (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	0,24	1830,71	25,81	550	21,31	24,60
2	0,24	1830,71	25,81	530	20,54	23,71
3	0,24	1792,57	25,81	495	19,18	22,14
Promedio					20,34	23,48
Desviación estándar					1,08	1,24

Fuente: Leonardo, Marino. 2016

Una vez obtenida la resistencia a la compresión de cada una de las probetas cúbicas, se procede a calcular la resistencia promedio para cada tipo de mezcla y verificar que cada una de estas se encuentre dentro del rango establecido en la norma COVENIN 484-93.

Al realizar el ensayo de resistencia a la compresión no se descartó ninguna de las probetas ya que sus valores de resistencia se encontraban dentro del 10% por encima o por debajo de la resistencia promedio para cada mezcla.

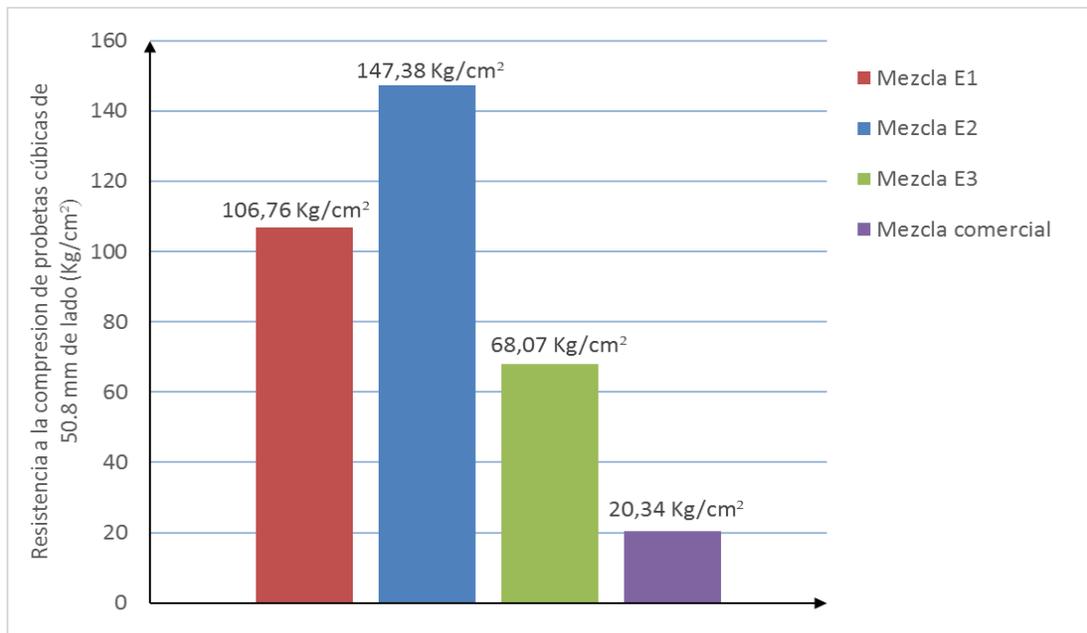


Figura 14. Resistencia a la compresión de probetas cúbicas a los 14 días

Fuente: Leonardo, Marino. 2016

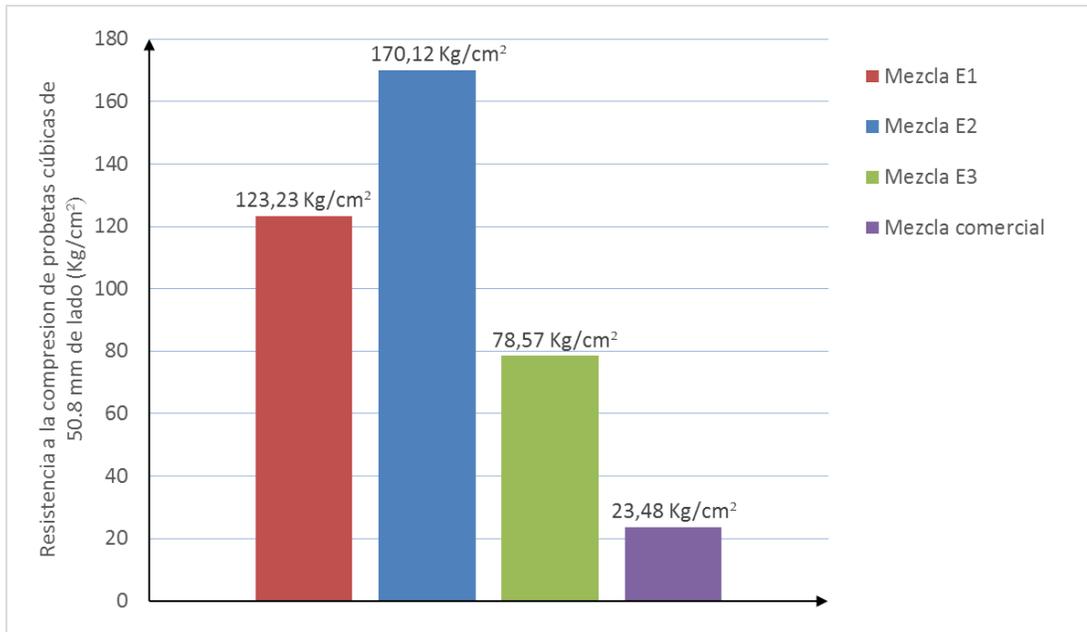


Figura 15. Resistencia a la compresión de probetas cúbicas a los 28 días

Fuente: Leonardo, Marino. 2016

La mezcla tipo E2 registró un incremento de 624,53% de la resistencia a la compresión con respecto a la mezcla comercial, resultando la mayor resistencia de las probetas ensayadas con un valor de 170,12 Kg/cm<sup>2</sup>, mientras que la mezcla E1 presentó una resistencia de 123,23 Kg/cm<sup>2</sup>, lo cual implica un aumento de 424,83% de la resistencia en comparación a la mezcla comercial, por último, la mezcla E3 obtuvo una resistencia de 78,57 Kg/cm<sup>2</sup> la cual representa un aumento de 234,63% sobre la mezcla comercial la cual al realizar el ensayo registró 23,48 Kg/cm<sup>2</sup>.

## Dimensiones y pesos de los bloques huecos de concreto

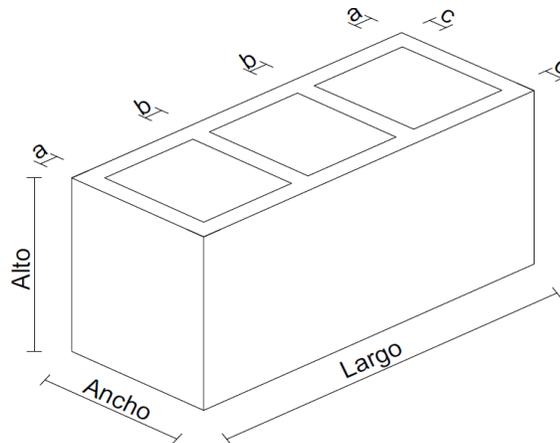


Figura 16. Bloque hueco de concreto

Fuente: Leonardo, Marino. 2016

Tanto los bloques de concreto estructurales como comerciales, fueron medidos con una cinta métrica y pesados en una balanza digital, dichos datos fueron registrados con el fin de clasificar cada uno de los bloques según lo establecido en la norma COVENIN 42-82.

Tabla 19. Dimensiones y pesos de los bloques huecos de concreto tipo E1

Bloque	Dimensiones (cm)						Peso (Kg)
	Largo	Ancho	Alto	a	b	c	
E1.1	39,00	14,50	18,50	2,20	2,50	2,50	14,74
E1.2	39,50	14,50	18,50	1,90	2,00	2,00	12,28
E1.3	39,00	14,30	19,00	2,00	2,00	2,00	14,23
E1.4	39,50	14,50	19,00	1,70	2,00	2,00	11,65
E1.5	39,70	14,50	18,50	1,70	2,00	2,20	12,86
E1.6	39,20	14,20	18,00	1,80	1,70	2,20	11,51
E1.7	39,30	14,40	19,00	1,70	2,00	2,20	11,89
E1.8	39,30	14,50	18,00	1,50	2,00	2,20	12,54
E1.9	40,00	14,50	19,00	1,70	2,00	2,10	12,42
Promedio							12,68

Fuente: Leonardo, Marino. 2016

Tabla 20. Dimensiones y pesos de los bloques huecos de concreto tipo E2

Bloque	Dimensiones (cm)						Peso (Kg)
	Largo	Ancho	Alto	a	b	c	
E2.1	39,50	14,50	19,50	1,70	2,00	2,20	12,19
E2.2	39,20	14,50	19,00	1,40	2,00	2,00	12,28
E2.3	39,20	14,50	19,00	2,30	2,20	2,30	14,51
E2.4	39,50	14,50	19,00	1,70	1,50	2,00	12,84
E2.5	39,20	14,50	19,00	1,50	2,00	1,80	12,20
Promedio							12,80

Fuente: Leonardo, Marino. 2016

Tabla 21. Dimensiones y pesos de los bloques huecos de concreto tipo E3

Bloque	Dimensiones (cm)						Peso (Kg)
	Largo	Ancho	Alto	a	b	c	
E3.1	39,00	14,50	19,50	1,50	2,00	2,00	10,58
E3.2	39,50	14,50	19,00	1,50	2,00	2,20	10,24
E3.3	39,00	14,50	19,50	1,80	2,00	2,20	10,69
E3.4	39,00	14,50	19,50	1,50	2,00	2,00	10,15
E3.5	39,00	14,50	19,50	1,50	2,00	2,20	10,24
E3.6	39,00	14,50	19,00	1,50	2,00	2,20	10,53
E3.7	39,00	14,50	19,50	1,90	2,00	2,20	10,79
E3.8	39,00	14,50	19,50	1,50	2,00	2,00	10,04
E3.9	39,50	14,50	20,00	1,50	2,00	2,20	10,30
E3.10	39,00	14,50	19,00	1,50	2,00	2,00	10,42
E3.11	39,50	14,50	19,50	1,50	2,00	2,00	10,74
E3.12	39,00	14,50	19,00	1,50	2,00	2,00	10,70
E3.13	39,50	14,50	19,00	2,00	2,00	2,20	10,48
E3.14	39,50	14,50	20,00	1,50	2,20	2,00	10,26
E3.15	39,50	14,50	19,50	1,50	2,20	2,00	10,61
E3.16	39,50	14,50	20,00	1,40	2,20	2,20	10,32
E3.17	39,50	14,50	19,00	1,40	2,00	2,00	10,31
E3.18	39,50	14,50	19,50	1,40	2,00	2,20	10,51
E3.19	39,00	14,50	19,50	1,40	2,00	2,00	10,39
E3.20	39,00	14,50	19,00	1,80	1,50	1,70	10,66
Promedio							10,45

Fuente: Leonardo, Marino. 2016

Tabla 22. Dimensiones y pesos de los bloques huecos de concreto comerciales

Bloque	Dimensiones (cm)						Peso (Kg)
	Largo	Ancho	Alto	a	B	c	
C1	39,00	14,50	19,50	1,80	1,70	2,00	11,18
C2	39,00	14,50	19,50	1,50	1,50	2,00	10,56
C3	39,00	14,50	19,50	1,90	2,00	2,20	12,07
C4	39,00	14,50	20,00	1,40	2,00	2,20	11,03
C5	39,20	14,50	19,00	1,90	2,20	2,30	12,73
C6	39,00	14,50	19,50	1,40	2,20	2,00	11,16
C7	39,00	14,50	19,20	1,50	2,20	2,00	11,36
C8	39,00	14,50	19,20	1,60	1,50	2,00	11,39
C9	39,20	14,50	20,00	1,40	2,00	2,00	11,23
C10	39,00	14,50	19,50	1,90	2,20	2,30	12,88
C11	39,00	14,50	19,50	1,40	2,00	2,00	11,26
C12	39,20	14,50	19,50	1,50	2,00	1,90	11,21
C13	39,20	14,50	19,50	1,50	1,70	2,00	11,52
C14	39,00	14,50	19,20	1,50	2,00	2,00	10,20
C15	39,00	14,50	19,50	1,50	2,00	1,80	11,15
C16	39,00	14,50	19,50	1,50	1,80	2,00	10,81
C17	39,00	14,50	19,50	1,40	1,90	1,90	11,08
C18	39,20	14,50	19,50	1,50	1,80	2,00	10,27
C19	39,20	14,50	19,00	2,00	2,00	2,20	12,44
C20	39,50	14,50	19,00	1,40	1,90	2,00	10,40
Promedio							11,30

Fuente: Leonardo, Marino. 2016

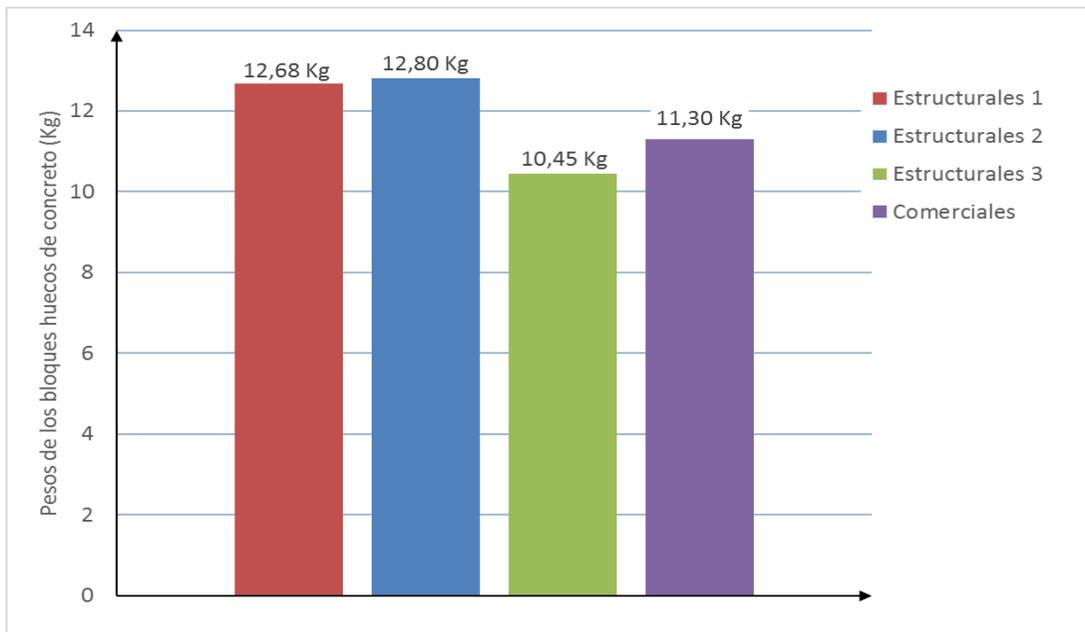


Figura 17. Peso de los bloques huecos de concreto

Fuente: Leonardo, Marino. 2016

Los bloques huecos de concreto tipo E1, resultaron 12,21% más pesados que los bloques comerciales, mientras que los bloques tipo E2 son un 13,27% más pesados que estos últimos, sin embargo, los bloques tipo E3 registraron el menor peso siendo un 7,52% más livianos que los bloques comerciales.

Con respecto a las dimensiones normativas expuestas en la tabla 4, para un bloque cuya denominación ordinaria es 15 cm, se obtienen las siguientes dimensiones normales:

Largo: 39 cm

Alto: 19 cm

Ancho: 14 cm

Sin embargo, la norma COVENIN 42-82 permite una tolerancia de hasta 0,3 cm en cualquier dimensión, obteniendo:

Largo: 38,7 – 39,3 cm

Alto: 18,7 – 19,3 cm

Ancho: 13,7 – 14,3 cm

Todos los anchos de tanto los bloques estructurales como los comerciales, fueron mayores al límite superior establecido; mientras que un total de 16 bloques superaron el límite referente al largo y solo 20 de los bloques se encontraron dentro del rango establecido con respecto al alto.

Sin embargo, es importante recordar que la norma COVENIN 42-82 menciona que se pueden fabricar bloques con otras dimensiones, siempre y cuando cumplan con lo especificado en dicha norma.

En cuanto a los valores de los espesores de los paredes y nervios, observamos lo siguiente:

Según la norma COVENIN 42-82 el valor mínimo establecido para los espesores de paredes y nervios es de 2,2 cm para bloques tipo A y de 1,5 cm para los tipo B, con una tolerancia de 0,3 cm.

De los 9 bloques tipo E1 evaluados, 6 de estos registraron un espesor menor al normado, representando un 66,67%; mientras que 4 de los 5 bloques tipo E2 evaluados resultaron con un espesor menor al normado, lo que representa un 80% de dichos bloques; por último, 18 de los 20 bloques tipo E3 no cumplieron con el valor mínimo establecido, representando el 90% de estos.

Los 20 bloques comerciales evaluados cumplieron con el valor mínimo normado para bloques tipo B.

### Clasificación de los bloques según los agregados

Tabla 23. Clasificación de los bloques huecos de concreto tipo E1 según los agregados

Bloque	Peso (Kg)	Volumen (m3)	Peso unitario (Kg/m3)	Clasificación
E1.1	14,74	0,0053	2.781,13	Bloques pesados
E1.2	12,28	0,0044	2.790,91	
E1.3	14,23	0,0045	3.161,11	
E1.4	11,65	0,0045	2.587,78	
E1.5	12,86	0,0046	2.794,57	
E1.6	11,51	0,0043	2.675,58	
E1.7	11,89	0,0047	2.529,79	
E1.8	12,54	0,0044	2.850,00	
E1.9	12,42	0,0046	2.698,91	
Promedio		0,0046	2.763,31	

Fuente: Leonardo, Marino. 2016

Tabla 24. Clasificación de los bloques huecos de concreto tipo E2 según los agregados

Bloque	Peso (Kg)	Volumen (m3)	Peso unitario (Kg/m3)	Clasificación
E2.1	12,19	0,0048	2.538,54	Bloques pesados
E2.2	12,28	0,0043	2.854,65	
E2.3	14,51	0,0051	2.844,12	
E2.4	12,84	0,0043	2.984,88	
E2.5	12,20	0,0041	2.974,39	
Promedio		0,0045	2.839,32	

Fuente: Leonardo, Marino. 2016

Tabla 25. Clasificación de los bloques huecos de concreto tipo E3 según los agregados

Bloque	Peso (Kg)	Volumen (m3)	Peso unitario (Kg/m3)	Clasificación
E3.1	10,58	0,0045	2.351,11	Bloques pesados
E3.2	10,24	0,0046	2.226,09	
E3.3	10,69	0,0048	2.227,08	
E3.4	10,15	0,0045	2.254,44	
E3.5	10,24	0,0047	2.178,72	
E3.6	10,53	0,0046	2.288,04	
E3.7	10,79	0,0049	2.202,04	
E3.8	10,04	0,0045	2.231,11	
E3.9	10,30	0,0049	2.102,04	
E3.10	10,42	0,0044	2.368,18	
E3.11	10,74	0,0045	2.386,67	
E3.12	10,70	0,0044	2.430,68	
E3.13	10,48	0,0048	2.182,29	
E3.14	10,26	0,0047	2.181,91	
E3.15	10,61	0,0046	2.306,52	
E3.16	10,32	0,0049	2.106,12	
E3.17	10,31	0,0044	2.342,05	
E3.18	10,51	0,0047	2.235,11	
E3.19	10,39	0,0044	2.360,23	
E3.20	10,66	0,0039	2.732,05	
Promedio		0,0046	2.284,62	

Fuente: Leonardo, Marino. 2016

Tabla 26. Clasificación de los bloques huecos de concreto comerciales según los agregados

Bloque	Peso (Kg)	Volumen (m3)	Peso unitario (Kg/m3)	Clasificación
C1	11,18	0,0045	2.484,44	Bloques pesados
C2	10,56	0,0043	2.454,65	
C3	12,07	0,0049	2.463,27	
C4	11,03	0,0048	2.296,88	
C5	12,73	0,0050	2.545,00	
C6	11,16	0,0045	2.480,00	
C7	11,36	0,0045	2.523,33	
C8	11,39	0,0042	2.711,90	
C9	11,23	0,0046	2.440,22	
C10	12,88	0,0051	2.524,51	
C11	11,26	0,0044	2.557,95	
C12	11,21	0,0044	2.547,73	
C13	11,52	0,0044	2.618,18	
C14	10,20	0,0044	2.318,18	
C15	11,15	0,0042	2.653,57	
C16	10,81	0,0044	2.455,68	
C17	11,08	0,0043	2.576,74	
C18	10,27	0,0044	2.332,95	
C19	12,44	0,0048	2.590,63	
C20	10,40	0,0043	2.417,44	
Promedio		0,0045	2.499,66	

Fuente: Leonardo, Marino. 2016

Según la clasificación establecida en la norma COVENIN 42-82 la cual se muestra en la tabla 1, tanto los bloques estructurales como comerciales clasifican como pesados debido a que registraron un peso unitario mayor a 2000 Kg/m<sup>3</sup>.

## Apariencia y acabado de los bloques huecos de concreto

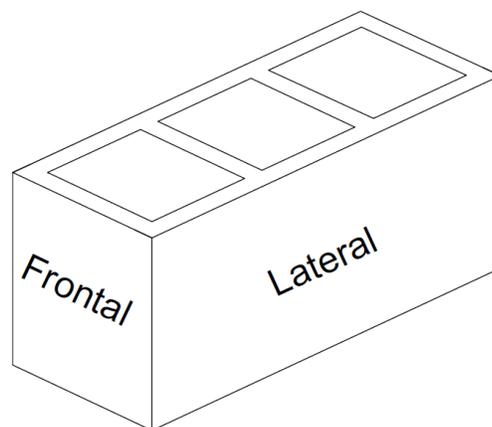


Figura 18. Bloque hueco de concreto

Fuente: Leonardo, Marino. 2016

Tabla 27. Irregularidades presentes en los bloques huecos de concreto tipo E1

Bloque	Observaciones
E1.1	No presenta irregularidades
E1.2	No presenta irregularidades
E1.3	No presenta irregularidades
E1.4	Grieta en una cara frontal
E1.5	Grieta en una cara frontal
E1.6	El plano superior no es uniforme
E1.7	No presenta irregularidades
E1.8	No presenta irregularidades
E1.9	Grieta en ambas caras frontales y el plano superior no es uniforme

Fuente: Leonardo, Marino. 2016

De los 9 bloques de concreto tipo E1, 4 presentaron observaciones referentes a su apariencia y acabado, resultando un 44,44% de los bloques con irregularidades.

Tabla 28. Irregularidades presentes en los bloques huecos de concreto tipo E2

<b>Bloque</b>	<b>Observaciones</b>
E2.1	Grieta en una cara frontal
E2.2	No presenta irregularidades
E2.3	No presenta irregularidades
E2.4	El plano superior no es uniforme
E2.5	El plano superior no es uniforme

Fuente: Leonardo, Marino. 2016

De los 5 bloques de concreto tipo E2 evaluados, 3 presentaron observaciones en la apariencia y acabado, lo cual representa el 60% de dichos bloques.

Tabla 29. Irregularidades presentes en los bloques huecos de concreto tipo E3

<b>Bloque</b>	<b>Observaciones</b>
E3.1	Grietas frontales en una cara
E3.2	No presenta irregularidades
E3.3	No presenta irregularidades
E3.4	No presenta irregularidades
E3.5	No presenta irregularidades
E3.6	No presenta irregularidades
E3.7	No presenta irregularidades
E3.8	No presenta irregularidades
E3.9	No presenta irregularidades
E3.10	Grietas frontales en una cara
E3.11	No presenta irregularidades
E3.12	Grieta frontal y lateral en una cara
E3.13	No presenta irregularidades
E3.14	No presenta irregularidades
E3.15	No presenta irregularidades
E3.16	Grieta frontal en una cara
E3.17	No presenta irregularidades
E3.18	No presenta irregularidades
E3.19	No presenta irregularidades
E3.20	Grieta frontal en una cara

Fuente: Leonardo, Marino. 2016

En cuanto a los bloques huecos de concreto tipo E3, de los 20 bloques fabricados 5 presentaron observaciones referentes a su apariencia y acabado, esto representa el 25% del total de dichos bloques.

Tabla 30. Irregularidades presentes en los bloques huecos de concreto comerciales

<b>Bloque</b>	<b>Observaciones</b>
C1	No presenta irregularidades
C2	No presenta irregularidades
C3	No presenta irregularidades
C4	No presenta irregularidades
C5	No presenta irregularidades
C6	No presenta irregularidades
C7	No presenta irregularidades
C8	El plano superior no es uniforme
C9	No presenta irregularidades
C10	No presenta irregularidades
C11	No presenta irregularidades
C12	No presenta irregularidades
C13	Grieta en una cara frontal
C14	No presenta irregularidades
C15	El plano superior no es uniforme
C16	No presenta irregularidades
C17	No presenta irregularidades
C18	No presenta irregularidades
C19	El plano superior no es uniforme
C20	No presenta irregularidades

Fuente: Leonardo, Marino. 2016

Al momento de registrar las observaciones de los bloques huecos de concreto comerciales, se identificaron que 4 bloques presentaban imperfecciones en su apariencia y acabado, respecto a los 20 bloques fabricados, representando así el 20% del total.

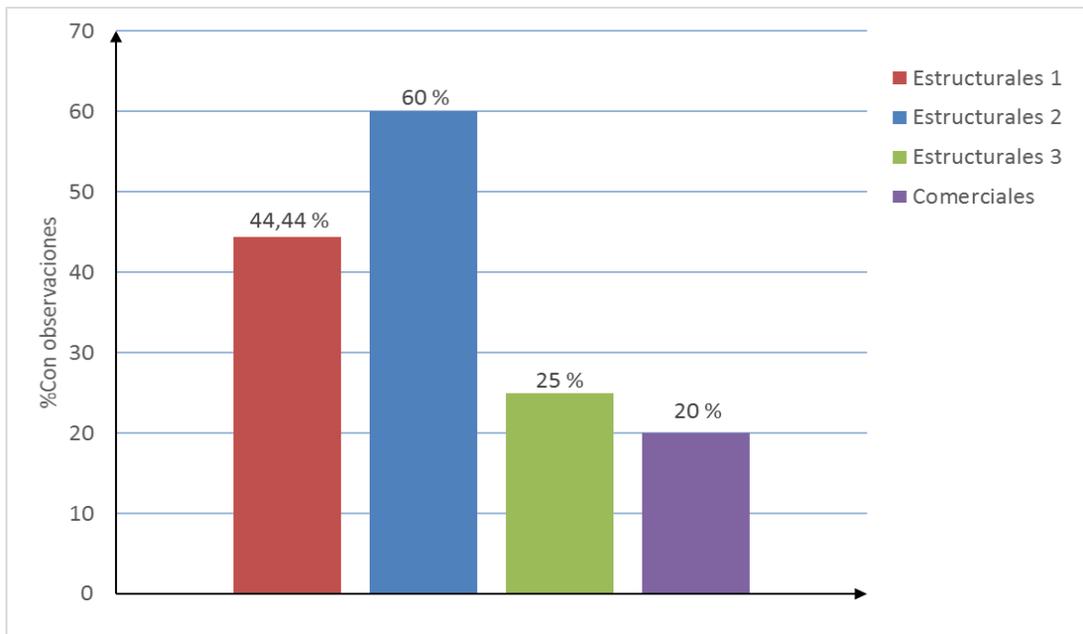


Figura 19. Porcentajes de bloques huecos de concreto con observaciones

Fuente: Leonardo, Marino. 2016

En la figura 19 se puede observar que los bloques comerciales presentan menor porcentaje de irregularidades con un 20%, seguido por los bloques tipo E3 que presentan un 25% de irregularidades, luego los estructurales tipo E1 con un 44,44% de bloques con imperfecciones y por último los tipo E2 con un 60%.

### Resistencia a la compresión

Tabla 31. Resistencia a compresión de bloques huecos de concreto tipo E1

Resistencia a la compresión de bloques tipo E1				
Bloque	Peso (Kg)	Área bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga máxima (Ton)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
E1.1	14,74	565,50	28,40	50,22
E1.2	12,28	572,75	11,10	19,38
E1.3	14,23	557,70	27,50	49,31
E1.4	11,65	572,75	16,30	28,46
E1.5	12,86	575,65	13,70	23,80
E1.6	11,51	556,64	9,50	17,07
E1.7	11,89	565,92	13,00	22,97
E1.8	12,54	569,85	16,20	28,43
E1.9	12,42	580,00	12,00	20,69
Promedio				28,93
Desviación estándar				12,4

Fuente: Leonardo, Marino. 2016

Tabla 32. Resistencia a compresión de bloques huecos de concreto tipo E2

Resistencia a la compresión de bloques tipo E2				
Bloque	Peso (Kg)	Área bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga máxima (Ton)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
E2.1	12,19	572,75	31,00	54,12
E2.2	12,28	568,40	23,20	40,82
E2.3	14,51	568,40	31,20	54,89
E2.4	12,84	572,75	20,00	34,92
E2.5	12,20	568,40	18,30	32,2
Promedio				43,39
Desviación estándar				10,62

Fuente: Leonardo, Marino. 2016

Tabla 33. Resistencia a compresión de bloques huecos de concreto tipo E3

<b>Resistencia a la compresión de bloques tipo E3</b>				
<b>Bloque</b>	<b>Peso (Kg)</b>	<b>Área bruta (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Carga máxima (Ton)</b>	<b>Resistencia (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
E3.1	10,58	565,50	13,65	24,14
E3.2	10,24	572,75	9,13	15,94
E3.3	10,69	565,50	12,60	22,28
E3.4	10,15	565,50	11,20	19,81
E3.5	10,24	565,50	12,70	22,46
E3.6	10,53	565,50	11,50	20,34
E3.7	10,79	565,50	16,10	28,47
E3.8	10,04	565,50	14,50	25,64
E3.9	10,30	572,75	13,60	23,75
E3.10	10,42	565,50	12,70	22,46
E3.11	10,74	572,75	14,25	24,88
E3.12	10,70	565,50	13,30	23,52
E3.13	10,48	572,75	20,00	34,92
E3.14	10,26	572,75	9,00	15,71
E3.15	10,61	572,75	12,15	21,21
E3.16	10,32	572,75	12,30	21,48
E3.17	10,31	572,75	12,75	22,26
E3.18	10,51	572,75	12,85	22,44
E3.19	10,39	565,50	11,50	20,34
E3.20	10,66	565,500	15,85	28,03
			Promedio	23,00
			Desviación estándar	4,26

Fuente: Leonardo, Marino. 2016

Tabla 34. Resistencia a compresión de bloques huecos de concreto comercial

<b>Resistencia a la compresión de bloques comerciales</b>				
<b>Bloque</b>	<b>Peso (Kg)</b>	<b>Área bruta (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Carga máxima (Ton)</b>	<b>Resistencia (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
C1	11,18	565,50	8,85	15,65
C2	10,56	565,50	7,50	13,26
C3	12,07	565,50	11,50	20,34
C4	11,03	565,50	8,10	14,32
C5	12,73	568,40	10,20	17,95
C6	11,16	565,50	10,25	18,13
C7	11,36	565,50	9,05	16,00
C8	11,39	565,50	8,15	14,41
C9	11,23	568,40	9,15	16,10
C10	12,88	565,50	13,25	23,43
C11	11,26	565,50	10,60	18,74
C12	11,21	568,40	10,90	19,18
C13	11,52	568,40	13,00	22,87
C14	10,20	565,50	7,50	13,26
C15	11,15	565,50	11,00	19,45
C16	10,81	565,50	8,05	14,24
C17	11,08	565,50	12,85	22,72
C18	10,27	568,40	6,70	11,79
C19	12,44	568,40	12,30	21,64
C20	10,40	572,750	10,80	18,86
			Promedio	17,62
			Desviación estándar	3,50

Fuente: Leonardo, Marino. 2016

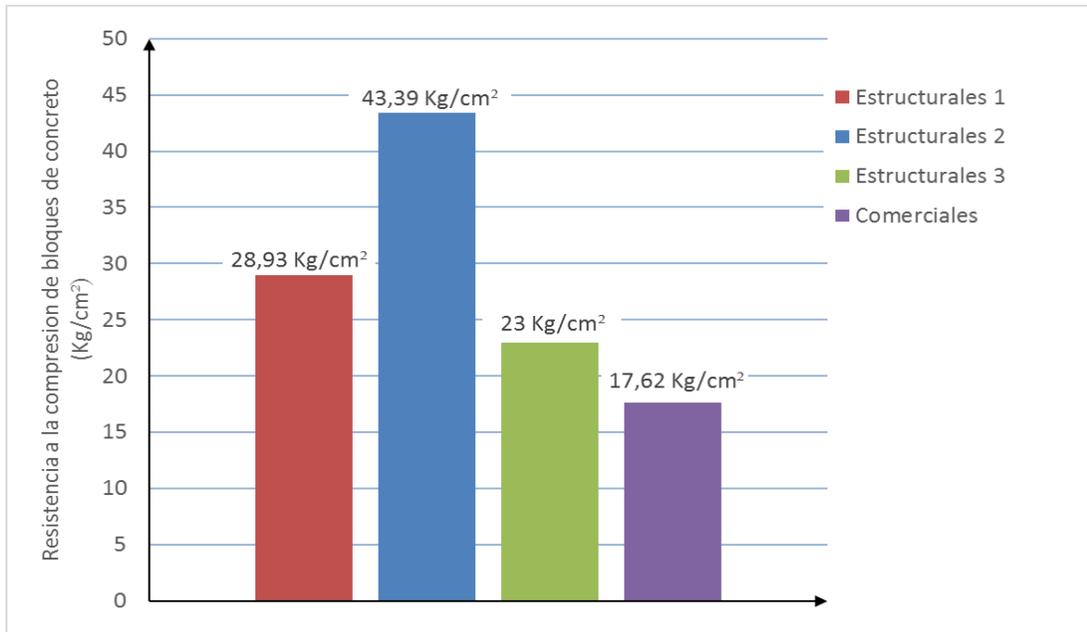


Figura 20. Resistencia a la compresión de bloques huecos de concreto

Fuente: Leonardo, Marino. 2016

Al comparar la resistencia a la compresión de los bloques huecos de concreto, se logró observar que el bloque estructural tipo E2 registró los valores más elevados ( $43,39 \text{ Kg/cm}^2$ ), con un aumento de resistencia a compresión de un 146,25% con respecto al bloque comercial ( $17,62 \text{ Kg/cm}^2$ ).

La resistencia a compresión de los bloques tipo E1 fue de  $28,93 \text{ Kg/cm}^2$ , resultando ser un 64,19% mayor a la de los bloques comerciales.

Los bloques tipo E3 presentaron una resistencia a la compresión de  $23 \text{ Kg/cm}^2$ , una disminución de 46,99% en comparación con el bloque tipo E2, y un incremento de 30,53% con respecto al bloque comercial.

Tabla 35. Comparación de la resistencia a compresión de los bloques estructurales con la establecida en la norma COVENIN 42-82 para bloques tipo A1

Bloques de Concreto Estructurales	Resistencia a Compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )	Mínima Resistencia a Compresión para Bloques A1 según norma COVENIN 42-82 (Kg/cm <sup>2</sup> )	Comparación con lo establecido en la norma COVENIN 42-82
E1	28,93	56	NO CUMPLE
E2	43,39		NO CUMPLE
E3	23,00		NO CUMPLE

Fuente: Leonardo, Marino. 2016

Tabla 36. Comparación de la resistencia a compresión de los bloques estructurales con la establecida en la norma COVENIN 42-82 para bloques tipo A2

Bloques de Concreto Estructurales	Resistencia a Compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )	Mínima Resistencia a Compresión para Bloques A2 según norma COVENIN 42-82 (Kg/cm <sup>2</sup> )	Comparación con lo establecido en la norma COVENIN 42-82
E1	28,93	40	NO CUMPLE
E2	43,39		CUMPLE
E3	23,00		NO CUMPLE

Fuente: Leonardo, Marino. 2016

Tabla 37. Comparación de la resistencia a compresión de los bloques comerciales con la establecida en la norma COVENIN 42-82 para bloques tipo B1-B2

Bloques de concreto	Resistencia a Compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )	Mínima Resistencia a Compresión para Bloques B1-B2 según norma COVENIN 42-82 (Kg/cm <sup>2</sup> )	Comparación con lo establecido en la norma COVENIN 42-82
Comercial	17,62	24	NO CUMPLE

Fuente: Leonardo, Marino. 2016

De los bloques estructurales ensayados a compresión, el bloque tipo E2 resultó el único en alcanzar la resistencia mínima establecida en la norma COVENIN 42-82 para bloques utilizados en paredes de carga no expuestos a la humedad (tipo A2).

El valor de la resistencia a compresión de los bloques de concreto comerciales resultó un 26,58% por debajo del mínimo establecido en la norma COVENIN 42-82 para bloques que no soporten cargas o utilizados para paredes divisorias.(tipo B).

## Análisis de precio unitario para bloques de concreto tipo E1

DESCRIPCIÓN: FABRICACIÓN DE BLOQUES HUECOS DE CONCRETO TIPO E1					
<b>UNIDAD</b>	Bloque	<b>CANTIDAD</b>	1	<b>RENDIMIENTO</b>	3000 bloques/día

### 1. MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Total
AGUA	M3	0,0008	2,8	0,0022
CEMENTO PORTLAND GRIS TIPO (CPCA) SC=42,5 KG	SACO	0,0800	4500	360,00
ARENA LAVADA	M3	0,0055	13800	75,32
Total de materiales				435,32
<b>Costo unitario de materiales</b>				<b>435,32</b>

### 2. EQUIPOS

Descripción	Cantidad	Costo	Dep. o Alq.	Total
MAQUINA VIBRO-COMPACTADORA DE BLOQUES	2	650000	0,0025	3250,00
MEZCLADORA DE CONCRETO CON MOTOR	1	414116	0,0025	1035,29
PALA RECTANGULAR	4	7946	0,01	317,84
CARRETILLA RUEDA DE GOMA	2	29000	0,0035	203,00
Total de materiales				4806,13
<b>Costo unitario de equipos</b>				<b>1,60</b>

### 3. MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad	Salario	Total
MAESTRO DE OBRA DE 1 era	1	1384,50	1384,50
CAPORAL	1	970,38	970,38
OBRERO DE 1 era	2	808,37	1616,74
AYUDANTE	2	865,52	1731,04
Total mano de obra directa			5702,66
882,57		%FCAS	50329,97
Total mano de obra			56032,63
<b>Costo unitario de mano de obra</b>			<b>18,68</b>
Costo directo por unidad			455,60
15	% Administración		68,34
Sub-total A			523,94
10	% Utilidad		52,39
<b>PRECION UNITARIO (P.U)</b>			<b>576,33</b>

Fuente: Leonardo, Marino. 2016

## Análisis de precio unitario para bloques de concreto tipo E2

DESCRIPCIÓN: FABRICACIÓN DE BLOQUES HUECOS DE CONCRETO TIPO E2					
UNIDAD	Bloque	CANTIDAD	1	RENDIMIENTO	3000 bloques/día

### 1. MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Total
AGUA	M3	0,0014	2,8	0,0039
CEMENTO PORTLAND GRIS TIPO (CPCA) SC=42,5 KG	SACO	0,0988	4500	444,71
ARENA LAVADA	M3	0,0058	13800	80,12
Total de materiales				524,83
<b>Costo unitario de materiales</b>				<b>524,83</b>

### 2. EQUIPOS

Descripción	Cantidad	Costo	Dep. o Alq.	Total
MAQUINA VIBRO-COMPACTADORA DE BLOQUES	2	650000	0,0025	3250,00
MEZCLADORA DE CONCRETO CON MOTOR	1	414116	0,0025	1035,29
PALA RECTANGULAR	4	7946	0,01	317,84
CARRETILLA RUEDA DE GOMA	2	29000	0,0035	203,00
Total de materiales				4806,13
<b>Costo unitario de equipos</b>				<b>1,60</b>

### 3. MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad	Salario	Total
MAESTRO DE OBRA DE 1 era	1	1384,50	1384,50
CAPORAL	1	970,38	970,38
OBRERO DE 1 era	2	808,37	1616,74
AYUDANTE	2	865,52	1731,04
Total mano de obra directa			5702,66
882,57		%FCAS	50329,97
Total mano de obra			56032,63
<b>Costo unitario de mano de obra</b>			<b>18,68</b>
Costo directo por unidad			545,11
15	% Administración		81,77
Sub-total A			626,88
10	% Utilidad		62,69
<b>PRECION UNITARIO (P.U)</b>			<b>689,57</b>

Fuente: Leonardo, Marino. 2016

### Análisis de precio unitario para bloques de concreto tipo E3

DESCRIPCIÓN: FABRICACIÓN DE BLOQUES HUECOS DE CONCRETO TIPO E3					
UNIDAD	Bloque	CANTIDAD	1	RENDIMIENTO	3000 bloques/día

#### 1. MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Total
AGUA	M3	0,0009	2,8	0,0025
CEMENTO PORTLAND GRIS TIPO (CPCA) SC=42,5 KG	SACO	0,0682	4500	307,06
ARENA LAVADA	M3	0,0045	13800	62,50
Total de materiales				369,56
<b>Costo unitario de materiales</b>				<b>369,56</b>

#### 2. EQUIPOS

Descripción	Cantidad	Costo	Dep. o Alq.	Total
MAQUINA VIBRO-COMPACTADORA DE BLOQUES	2	650000	0,0025	3250
MEZCLADORA DE CONCRETO CON MOTOR	1	414116	0,0025	1035,29
PALA RECTANGULAR	4	7946	0,01	317,84
CARRETILLA RUEDA DE GOMA	2	29000	0,0035	203
Total de materiales				4806,13
<b>Costo unitario de equipos</b>				<b>1,60</b>

#### 3. MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad	Salario	Total
MAESTRO DE OBRA DE 1 era	1	1384,50	1384,50
CAPORAL	1	970,38	970,38
OBRERO DE 1 era	2	808,37	1616,74
AYUDANTE	2	865,52	1731,04
Total mano de obra directa			5702,66
882,57		%FCAS	50329,97
Total mano de obra			56032,63
<b>Costo unitario de mano de obra</b>			<b>18,68</b>
Costo directo por unidad			389,84
15	% Administración		58,48
Sub-total A			448,31
10	% Utilidad		44,83
<b>PRECION UNITARIO (P.U)</b>			<b>493,14</b>

Fuente: Leonardo, Marino. 2016

## Análisis de precio unitario para bloques de concreto comerciales

DESCRIPCIÓN: FABRICACIÓN DE BLOQUES HUECOS DE CONCRETO COMERCIALES					
UNIDAD	Bloque	CANTIDAD	1	RENDIMIENTO	3000 bloques/día

### 1. MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Total
AGUA	M3	0,00065	2,8	0,0018
CEMENTO PORTLAND GRIS TIPO (CPCA) SC=42,5 KG	SACO	0,025	4500	113,82
ARENA LAVADA	M3	0,008	13800	106,96
Total de materiales				220,79
<b>Costo unitario de materiales</b>				<b>220,79</b>

### 2. EQUIPOS

Descripción	Cantidad	Costo	Dep. o Alq.	Total
MAQUINA VIBRO-COMPACTADORA DE BLOQUES	2	650000	0,0025	3250,00
MEZCLADORA DE CONCRETO CON MOTOR	1	414116	0,0025	1035,29
PALA RECTANGULAR	4	7946	0,01	317,84
CARRETILLA RUEDA DE GOMA	2	29000	0,0035	203,00
Total de materiales				4806,13
<b>Costo unitario de equipos</b>				<b>1,60</b>

### 3. MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad	Salario	Total
MAESTRO DE OBRA DE 1 era	1	1384,50	1384,50
CAPORAL	1	970,38	970,38
OBRERO DE 1 era	2	808,37	1616,74
AYUDANTE	2	865,52	1731,04
Total mano de obra directa			5702,66
882,57		%FCAS	50329,97
Total mano de obra			56032,63
<b>Costo unitario de mano de obra</b>			<b>18,68</b>
Costo directo por unidad			241,07
15	% Administración		36,16
Sub-total A			277,23
10	% Utilidad		27,72
<b>PRECION UNITARIO (P.U)</b>			<b>304,95</b>

Fuente: Leonardo, Marino. 2016

Tabla 38. Cuadro comparativo entre los distintos diseños de mezcla

	<b>Bloques Comerciales</b>	<b>Bloques tipo E1</b>	<b>Bloques tipo E2</b>	<b>Bloques tipo E3</b>
<b>% Con irregularidades</b>	20,00%	44,44%	60,00%	25,00%
<b>Peso (Kg)</b>	11,30	12,68	12,80	10,45
<b>Resistencia a la compresión (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>	17,62	28,93	43,39	23,00
<b>Precio Unitario (Bs)</b>	304,95	576,33	689,57	493,14

Fuente: Leonardo, Marino. 2016

Tabla 39. Cuadro de parámetros

<b>Parámetros comparativos</b>	<b>Bloques estructurales</b>		
	<b>E1</b>	<b>E2</b>	<b>E3</b>
<b>Menor % de irregularidades</b>			X
<b>Menor peso</b>			X
<b>Mayor resistencia a la compresión</b>		X	
<b>Menor precio unitario</b>			X

Fuente: Leonardo, Marino. 2016

## CONCLUSIONES

Según la norma COVENIN 42-82 se logró determinar la resistencia a compresión de los bloques huecos de concreto comerciales y estructurales, comparando los resultados obtenidos con los mínimos exigidos por la norma, siendo los bloques estructurales tipo E2 los únicos que cumplieron como bloques A2, sin embargo, ninguno cumplió la resistencia mínima exigida para ser considerado como bloque A1.

El bloque estructural tipo E2 logró el mejor desempeño con respecto a la resistencia a compresión, mientras que para el resto de las mezclas dicha resistencia decrecía conforme se disminuía la dosificación de cemento, se logró observar que la resistencia a compresión se reducía como consecuencia de esto.

Al observar la apariencia y acabado de los bloques, tanto estructurales como comerciales, se obtuvo que los bloques estructurales tipo E2 contenían mayor porcentaje de irregularidades pese a registrar la mayor resistencia, se logró observar como dichas irregularidades se reducían a medida que la mezcla contenía menor cantidad de cemento, esto debido a que los bloques con mayor proporción de cemento en la mezcla poseían una mayor fluidez, lo cual ocasionaba irregularidades e imperfecciones en los bloques al momento del desencofrado.

Los bloques estructurales tipo E3 resultaron ser los más livianos debido a que poseían un peso unitario menor, lo que se reflejaba como una alta porosidad en sus caras, sin embargo, presentaron un mejor comportamiento respecto a la resistencia en comparación a los bloques comerciales debido a su alto contenido de cemento, lo cual

a pesar de aportar resistencia al bloque incrementa su costo notablemente.

Se realizó un análisis de precio unitario para cada tipo de bloque elaborado, resultando el bloque estructural tipo E2 el de mayor costo, como consecuencia a su alto contenido de cemento, sin embargo, al poseer la mayor resistencia y clasificar como bloque tipo A2 según la norma COVENIN 42-82 se podría utilizar para paredes de carga.

## **RECOMENDACIONES**

Se sugiere aplicar un control de calidad más exigente a los bloques huecos de concreto, con el fin de reducir las irregularidades que puedan afectar la resistencia a compresión de dichos bloques y de esta manera obtener resultados más precisos.

Se propone realizar otros diseños de mezclas, con la finalidad de obtener la resistencia a la compresión exigida según la norma COVENIN 42-82 para bloques estructurales expuestos a la humedad (tipo A1).

Se recomienda exigir a los fabricantes de bloques huecos de concreto cumplir con los valores de resistencia a la compresión establecidos en la norma COVENIN 42-82, debido a que los bloques comerciales ensayados no cumplieron con el mínimo exigido en dicha norma.

Se sugiere realizar un modelo estructural de una vivienda, utilizando el sistema aporticado tradicional y el sistema de mampostería estructural, con el fin de evaluar el aporte estructural de los bloques y posteriormente realizar un análisis de precios de dicha vivienda con ambos sistemas.

Se debe tomar en cuenta que la absorción es un parámetro importante en la caracterización de bloques huecos de concreto, por lo tanto, se propone elaborar el ensayo de absorción establecido en la norma COVENIN 42-82 y comparar dichos resultados con los máximos permitidos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Acosta, Vivas, Castilla, Fernández. (2005): “Sistema de muros de mampostería estructural confinada con perfiles de acero para la vivienda de bajo costo”. Tecnología y construcción, n° 21-II. Venezuela.
- Arias F. (2006), “El proyecto de Investigación”, 5ta edición, editorial Episteme. Caracas. Venezuela.
- Balestrini M. (2002), "Como se Elabora el Proyecto de Investigación", 6ta edición, BI Consultores Asociados. Caracas. Venezuela.
- Díaz A. y De Oteiza I. (2000): “Análisis de la calidad y proceso productivo de bloques huecos de concreto de producción informal. Zona norte de Maracaibo”, Tecnología y Construcción n° 16-II. Venezuela.
- Hernández R, Fernández C. y Baptista P. (2007), “Metodología de la investigación”, 4ta edición, Editorial Mc Graw Hill.
- Lugo S. (2013), “Manual para la realización de prácticas de laboratorio en la asignatura materiales y ensayos de la carrera de ingeniería civil en la Universidad de Carabobo”. Venezuela.
- Marvez F. (2015): “Evaluación del policloruro de vinilo como agregado adicional en bloques huecos de concreto”. Trabajo especial de grado de la Universidad de Carabobo. Venezuela.

Norma Venezolana COVENIN 277-2000, “Concreto. Agregados. Requisitos”, 3era revisión.

Norma Venezolana COVENIN 42-82. “Bloques huecos de concreto”.

Norma Venezolana COVENIN 484-93. “Cemento portland. Determinación de la resistencia a la compresión de morteros en probetas cubicas de 50,8 mm de lado”, 3 era revisión.

Seco C. y Muñoz M. (2014): “Evaluación de bloques revestidos con Mortero Reforzado con Fibras de Acero”. Trabajo especial de grado de la Universidad de Carabobo. Venezuela

#### **Referencias electrónicas:**

Barreiro, R. (2015), Producción de Gran Misión Vivienda bajó 37% en 2014. Disponible: [http://www.eluniversal.com/noticias/economia/produccion-gran-mision-vivienda-bajo-2014\\_39779](http://www.eluniversal.com/noticias/economia/produccion-gran-mision-vivienda-bajo-2014_39779) [Consulta: 2016, Abril 29]

Bouillon, C. (2012), Estudio del BID: América Latina y el Caribe encaran creciente déficit de vivienda. Disponible: <http://www.iadb.org/es/noticias/comunicados-de-prensa/2012-05-14/deficit-de-vivienda-en-america-latina-y-el-caribe,9978.html> [Consulta: 2016, Enero 30]

Herrera A. y Madrid G. (2001), Manual de construcción de mampostería de concreto. Disponible: [http://sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/2014-05-28\\_07-13-27103477.pdf](http://sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/2014-05-28_07-13-27103477.pdf) [Consulta: 2016, Febrero 28].

Morales (2009): “Evaluación de la resistencia a la compresión de blocks fabricados en región de perote, ver., de acuerdo a la norma nmx-c-onncce-

2004” Disponible:  
<http://cdigital.uv.mx/bitstream/123456789/32838/1/moralespadilla.pdf>  
[Consulta: 2016, Mayo 10]

Precios actuales de materiales, equipos y mano de obra (2015). Disponible:  
[www.apvobras.com/](http://www.apvobras.com/) [Consulta: 2016, Octubre 4].

Vargas (2012): “Morteros de Cemento”. Disponible: <https://es.scribd.com/doc/89821223/MORTEROS-DE-CEMENTO> [Consulta: 2016, Mayo 10]

## ANEXOS

### Bloquera Ferretería el Rocío C.A.



**Determinación del peso unitario**



**Mezcla de las probetas cúbicas**



### Fabricación de probetas cúbicas



### Ensayo de resistencia a la compresión de probetas cúbicas



## Bloques estructurales tipo E1



## Bloques estructurales tipo E2



### Bloques estructurales tipo E3



## Bloques Comerciales



## Ensayo de resistencia a la compresión de bloques de concreto

