



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**ESTUDIO COMPARATIVO DE LOS
BLOQUES DE CONCRETO A PARTIR
DE RESIDUOS DE PLÁSTICO Y
ESCOMBRO COMO AGREGADO CON
RESPECTO AL BLOQUE CONVENCIONAL
DE CONCRETO**

Autores: Aguilar L. Emily D.
C.I.: 19.856.571
Flores A. Mireya A.
C.I.: 20.696.824

Urb. Yuma II, Calle N° 3, Municipio San Diego
Teléfono: (0241) 8714240 (Master) - Fax: (0241) 871239



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

**ESTUDIO COMPARATIVO DE LOS BLOQUES DE CONCRETO A
PARTIR DE RESIDUOS DE PLÁSTICO Y ESCOMBRO COMO
AGREGADO CON RESPECTO AL BLOQUE CONVENCIONAL DE
CONCRETO**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de
INGENIERO CIVIL**

Autores: Aguilar L. Emily D.

C.I.: 19.856.571

Flores A. Mireya A.

C.I.: 20.696.824

Tutor: Ing. Marisabel Gil

C.I.: 9.227.923.

San Diego, 25 de Noviembre de 2015



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

ACEPTACIÓN DEL TUTOR

Quien suscribe, Ingeniero Marisabel Gil portador de la cédula de identidad N° 9.227.923, en mi carácter de tutor del trabajo de grado presentado por el(los) ciudadano(s) Emily Aguilar y Mireya Flores, portador(es) de la cédula de identidad N° 19.856.571 y 20.696.824, (respectivamente), titulado **ESTUDIO COMPARATIVO DE LOS BLOQUES DE CONCRETO A PARTIR DE RESIDUOS DE PLÁSTICO Y ESCOMBRO COMO AGREGADO CON RESPECTO AL BLOQUE CONVENCIONAL DE CONCRETO.** Presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En San Diego, a los 25 de Noviembre del año dos mil quince

Ing. Marisabel Gil.
C.I.: 9.227.923.

AGRADECIMIENTO

A Dios por habernos dado la vida, y por todas las bendiciones recibidas a lo largo de esta etapa de nuestras vidas.

A nuestros padres por habernos apoyado cada día para alcanzar nuestras metas, brindándonos su amor incondicional y paciencia. Por brindarnos las posibilidades de estudiar esta carrera y darnos las herramientas para convertirnos en profesionales.

A nuestra tutora, Ing. Marisabel Gil, quien con mucha paciencia nos ayudó y orientó en la realización del presente trabajo.

A la Ing. Alicia de Pizzella por aclarar nuestras dudas y brindarnos el apoyo para la culminación de este trabajo.

Al Ing. Ramón Mata brindarnos todo el apoyo que necesitamos en la utilización del laboratorio y por toda la orientación brindada en la realización de este trabajo.

A la Universidad José Antonio Páez, por facilitarnos la utilización de los laboratorios.

A todas las personas que de una u otra manera estuvieron involucradas. Especialmente a nuestro compañero de estudios, Ulises Brito, por habernos ayudado en la elaboración de los bloques.

DEDICATORIA

Dedicamos este trabajo a todas aquellas personas importantes que siempre estuvieron apoyándonos y dándonos ánimos, para alcanzar esta meta; principalmente a nuestros padres Juana de Aguilar, Angela Aguilar, Pedro Flores y Mireya de Flores, por confiar en nuestras capacidades y educarnos para ser personas de bien.

A nuestros familiares que aun en la distancia han estado pendientes de cada uno de nuestros logros.

A todos los profesores que nos han brindado sus conocimientos y nos han ayudado a lo largo de toda la carrera.

A nuestros compañeros de estudios por compartir con nosotras su amistad y conocimientos, en los buenos y malos momentos. En especial a Franchesca Gilly y Karem Velásquez, por su amistad incondicional.

Este trabajo fue realizado con mucho esfuerzo por ustedes y para ustedes, familia y amigos, que estarán siempre en nuestros corazones.

ÍNDICE

CONTENIDO	Pág.
RESUMEN	xiii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO	
I EL PROBLEMA	
1.1 Planteamiento del Problema.....	3
1.2 Formulación del Problema.....	4
1.3 Objetivos de la Investigación.....	4
1.3.1 Objetivo General.....	4
1.3.2 Objetivos Específico.....	4
1.4 Justificación.....	5
1.5 Alcance.....	6
1.6 Limitaciones.....	7
II MARCO TEÓRICO	
2.1 Antecedentes.....	8
2.2 Bases Teóricas.....	10
2.2.1 Materiales.....	10
2.2.2 Resistencia de Concreto.....	14
2.2.3 Cálculo de resistencia de concreto.....	15
2.2.4 Origen de los Bloques de Construcción.....	15
2.2.5 Bloques de Concreto.....	16
2.2.6 Construcción de Bloques de Concreto.....	16
2.2.7 Dosificación de mezcla para bloques de concreto.....	18
2.2.8 Procesos de fabricación de los bloques.....	19
2.2.9 Tipos de bloques.....	19
2.2.10 Desarrollo Sustentable.....	20
2.3 Definición de Términos.....	20
2.4 Marco Normativo Legal.....	21
III MARCO METODOLÓGICO	
3.1 Tipo de Investigación.....	23
3.2 Diseño de la Investigación.....	23
3.3 Nivel de la Investigación.....	24
3.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	24
3.5 Técnicas de análisis de datos.....	24
3.6 Fases Metodológicas.....	25
IV RECURSOS	
4.1 Determinación de Resultados.....	27

	Pág.
4.1.1 Determinación de Resultados.....	27
4.1.2 Determinación de la Composición granulométrica del Agregado Grueso (escombro).....	32
4.1.3 Determinación de la Composición granulométrica del Agregado Fino (arena).....	34
4.1.4 Determinación de la Composición granulométrica del Agregado Fino (plástico).....	41
4.1.5 Determinación del Contenido de Terrones de arcilla y partículas desmenuzables en Agregado Grueso (piedra).....	43
4.1.6 Determinación del Contenido de terrones de arcilla y partículas desmenuzables en agregado grueso (escombro).....	44
4.1.7 Determinación del Contenido de terrones de arcillas y partículas desmenuzables en agregado fino.....	45
4.1.8 Determinación de partículas planas, largas y planilargas.....	45
4.2 Evaluar la resistencia de cada material a través de un ensayo de resistencia mayor.....	47
4.2.1 Diseño de concreto para los ensayos de resistencia.....	47
4.2.1.1 Muestra 1 (concreto normal).....	47
4.2.1.2 Muestra 2 (concreto a base de escombro).....	53
4.2.1.3 Muestra 3 (concreto a base de plástico).....	57
4.2.1.4 Muestra 4.....	62
4.2.2 Características físicas del concreto.....	62
4.2.2 Resistencia a la compresión del concreto.....	66
4.3 Elaboración de los diferentes tipos de bloques, utilizando el método convencional.....	71
4.3.1 Con una dosificación para bloques de concreto hueco.....	72
4.3.2 Ensayo de absorción de agua.....	74
4.4 Analizar el costo de producción de cada bloque bajo las mismas condiciones y compararlo con el costo actual en mercado.....	75
4.5 Realizar estudios comparativos de los resultados obtenidos por cada tipo de bloque.....	78

V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones.....	81
Recomendaciones.....	83

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	84
--	-----------

ÍNDICE DE TABLAS

CONTENIDO	Pág.
Tabla 1. Peso retenido del agregado grueso (piedra).....	28
Tabla2. Determinación de la composición granulométrica del agregado.	31
Tabla 3. Peso retenido agregado grueso (escombro).....	33
Tabla 4. Determinación de la composición granulométrica del agregado grueso (escombro).....	33
Tabla 5. Pesos retenidos agregado fino (arena).....	35
Tabla 6. Determinación de la composición granulométrica del agregado fino (arena).....	39
Tabla 7. Pesos retenidos agregado fino (plástico)	41
Tabla 8. Determinación granulométrica de del agregado Fino (plástico)...	41
Tabla 9. Partículas Planas, Largas O Plani-Largas.....	46
Tabla 10. Resistencia promedio a la compresión requerida, Fcr, cuando no se conoce la desviación estándar.....	47
Tabla 11. Relación agua/cemento cuando no existen datos de resistencia..	48
Tabla12. KR factor para corregir α por tamaño máximo, mm (pulgadas)..	48
Tabla 13. KR factor para corregir α por tipo de agregado.....	49
Tabla 14. Máximo valores de α para distintas condiciones de servicio o ambientales.....	49
Tabla 15. Valores usuales de asentamiento con el cono de Abrams.....	50
Tabla 16. C1 factor para corregir C por tamaño máximo, mm (pulgadas)...	50
Tabla 17. C2 factor para corregir C por tipo de agregado.....	51
Tabla18. Contenido mínimo de cemento en Función de las condiciones de servicio o ambientales.....	51
Tabla 19. Proporción de cada uno de los componentes y sus agregados para 1m ³	52
Tabla 20. Dosificación para un volumen de 0,0318m ³ mezcla 1.....	53

	Pág.
Tabla 21. Proporción de cada uno de los componentes y sus agregados para 1m ³ mezcla	56
Tabla 22. Dosificación para un volumen de 0,0318m ³ mezcla 2.....	57
Tabla 23. Proporción de cada uno de los componentes y sus agregados para 1m ³ 80% plástico y 20% de arena.....	60
Tabla 24. Dosificación para un volumen de 0,0318m ³ mezcla 3.....	61
Tabla 25. Valores de asentamiento por muestra.....	62
Tabla 26. Densidad de las muestras.....	63
Tabla 27. Clasificación de los bloques.....	72
Tabla 28. Dosificación de cada material.....	73
Tabla 29. Dimensiones de los bloques (Normal).....	73
Tabla 30. Dimensiones de los bloques (escombro).....	73
Tabla 31. Dimensiones de los bloques (plástico).....	73
Tabla 32. Absorción de agua de los bloques.....	75
Tabla 33. APU Bloque de Concreto Convencional.....	75
Tabla 34. APU Bloque de Concreto Hueco con Escombro como Agregado Grueso.....	76
Tabla 35. APU Bloque de Concreto Hueco con Plástico como Agregado Fino.....	77

ÍNDICE DE GRAFICOS

	Pág.
Gráfico 1. Curva Granulométrica de Piedra Picada.....	32
Gráfico 2. Curva granulométrica agregado grueso (escombro).....	34
Gráfico 3. Curva Granulométrica de la Arena.....	40
Gráfico 4: curva granulométrica del agregado fino (Plástico).....	43
Gráfico 5: Densidad de la muestra 1.....	63
Gráfico 6: densidad de la muestra 2.....	64
Gráfico 7 densidad de la muestra 3.....	64
Gráfico 8: densidad de la muestra 4.....	65
Gráfico 9. Densidad de las muestras.....	66
Gráfico 10 resistencia de la muestra 1.....	67
Gráfico 11. Resistencia de la muestra 2.....	68
Gráfico 12. Resistencia de la muestra 3 (plástico).....	69
Gráfico 13. Resistencia de la muestra 4 (70% arena 30% plástico).....	70
Gráfico 14. Resistencia promedio de las muestras.4.....	71
Gráfico 15. Porcentaje promedio de absorción de agua.....	75

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1: muestra 1 (normal).....	67
Cuadro 2. Muestra 2 (escombros).....	68
Cuadro 3: muestra 3 (plástico).....	69
Cuadro 4. Muestra 4 (70% arena 30% plástico).....	70
Cuadro 5: estudio comparativo de los bloques.....	78



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

**ESTUDIO COMPARATIVO DE LOS BLOQUES DE CONCRETO A
PARTIR DE RESIDUOS DE PLÁSTICO Y ESCOMBRO COMO
AGREGADO CON RESPECTO AL BLOQUE CONVENCIONAL DE
CONCRETO**

Autores: Aguilar L. Emily D.

Flores A. Mireya A.

Tutor: Ing. Marisabel Gil

Fecha: 6 de Noviembre del 2015

RESUMEN

La presente investigación se desarrollo con el objetivo de realizar una comparación de los beneficios que aportaría a la industria de la construcción en el país, la incorporación de nuevos materiales como agregado grueso en la elaboración de bloques de concreto a partir de residuos como plásticos y escombros. Estos materiales, que no son bio-degradables, actualmente son enviados a predios de enterramiento sanitario municipal, o quemados en basurales clandestinos, generando graves problemas de contaminación ambiental. De este modo se pretende utilizarlos para realizar un análisis costo, como también definir las características de cada tipo de bloque con respecto al convencional. La investigación es de tipo factible, con un diseño de investigación documental, y un nivel descriptivo. Con la elaboración de los diferentes bloques, se determino que el plástico por ser un agregado no convencional apporto ciertas característica físicas al bloque siendo este mas liviano y menos resistente, por lo contrario al otro bloque en estudio, donde el agregado de escombros tuvo similar característica tanto física como por resistencia al bloque convencional.

Descriptor: bloques de ecológicos; reciclaje de materiales.

INTRODUCCIÓN

Convencionalmente se ha venido utilizando materiales tradicionales en forma no tradicional (Se han utilizado ladrillos comunes de tierra cocida para constituir placas premoldeadas; bloques de concreto rellenos con suelo-cemento; placas de polietileno expandido como paredes de una vivienda al combinarse con una malla de acero y recibir la aplicación de un revoque, etc).

Con la nueva tecnología que se presenta en este trabajo de investigación científico experimental se invierte este concepto, puesto que se utilizan materiales no tradicionales (plásticos reciclados) en forma tradicional (para fabricar bloques, que se utilizarán para levantar paredes). En el entorno, existen cantidades importantes de materiales de costo bajo o nulo por ser residuos como son los plásticos procedentes de envases descartables de bebidas, y de los envoltorios de alimentos. Estos materiales, que no son bio-degradables, actualmente son enviados a predios de enterramiento sanitario municipal, o quemados en basurales clandestinos, generando graves problemas de contaminación ambiental. Sólo un pequeño porcentaje de los mismos es reciclado y realizado.

De esta forma el escombros tampoco pertenece al grupo de materiales bio-degradable, ya que proviene de los residuos sólidos generados en la construcción, por esta razón se pretende crear nuevas alternativas en concepto de bloques, la sustitución del bloque convencional por una que sea ecológico, sustituyendo el agregado grueso por plástico y escombros, se estudiara las características de cada uno de ellos, así como también, un análisis del costo de cada uno.

El capítulo I, corresponde a, **EL PROBLEMA**, su planteamiento, formulación, objetivos de la investigación tanto generales como específicos, la justificación, alcance y limitaciones.

El capítulo II, hace referencia al **MARCO TEÓRICO**, conformado por los antecedentes del problema, es decir, los trabajos realizados anteriormente que guarden relación con la problemática en estudio. Las bases teóricas que fundamentan el trabajo y la definición de términos.

El capítulo III, trata del **MARCO METODOLÓGICO**, esto es, todos los aspectos metodológicos a seguir como; tipo de investigación, el diseño y las fases metodológicas.

El capítulo IV, abarca los **RESULTADO**, los cuales contempla los ensayos realizados y la interpretación.

El capítulo V, define las **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**, de cada una de las fases desarrolladas en la investigación.

CAPÍTULO 1

EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del Problema

Durante muchos años el ser humano ha realizado actividades tendientes a satisfacer sus necesidades, sin importarle la cantidad de residuos que produce la realización de tales actividades. Esto responde a una constante visión a corto plazo que busca el beneficio inmediato sin medir las consecuencias del impacto ambiental que esto conlleva y al desgaste de los recursos naturales que son mal administrados.

A partir de la Revolución Industrial, y particularmente en el último siglo, la producción de residuos es tan importante que el hombre ha tenido que empezar a pensar qué va a hacer con ellos, pues constituyen un verdadero problema. Asimismo, los entes gubernamentales comienzan a preocuparse por una gestión integral de los residuos, surgiendo así, movimientos ecológicos que animan a tomar conciencia en la temática del reciclado, como una forma de no despilfarrar los recursos disponibles, y de disminuir la contaminación del medio ambiente.

En el campo de la arquitectura y la construcción es muy reciente el comienzo del uso de materiales reciclados, sobre todo de aquellos procedentes de otras industrias. La tecnología que se pretende utilizar es material de residuos e incorporarlo en proyectos de construcciones de vivienda de interés social, uno de los materiales con más protagonismo en la implementación es el plástico llamado polietileno, con el que se fabrican botellas de bebidas. Las mismas, usadas y descartadas, constituyen un residuo de la industria alimenticia que se aplica a la elaboración de bloques para uso en la construcción.

Otra propuesta de material de residuo como elemento en la construcción de bloques de concreto basados en escombros, se ha dado en otros países con interés en la rehabilitación y reconstrucción después de desastres, así como en lugares donde reúnen grandes cantidades de escombros en el mismo lugar de elaboración

o en las cercanías. Pero también debe hacerse en lugares como Venezuela, donde muchas porciones de paisajes que se han ido perdiendo debido a la extracción de materias primas para la confección de materiales para la construcción, de igual forma en problemas de vertido que no solo afecta lo estético sino que generan grandes pérdidas de dinero por el material no aprovechado.

En la actualidad el país presenta graves problemas a nivel de construcción, debido a que la materia prima es cada vez más difícil de adquirir tanto por la escasez de recursos, como los elevados costos de las mismas, esto produce gran impacto en la industria fabricante del bloque de concreto tradicional ya que depende directamente de material como el cemento, arena y piedra picada siendo estas últimas cada día más costosas, por lo que se pretende comparar nuevas alternativas de construcción de bloques de concreto a partir de otros agregados y sus beneficios con las ya existente.

1.2. Formulación del Problema

Por ello, para la elaboración de este trabajo se plantea la siguiente interrogante:

¿De qué manera pueden beneficiar las nuevas alternativas de elaboración bloques huecos de concreto hechos a partir de residuos como el plástico de polietileno y escombros, mejoraran los beneficios en características y costos con respecto a un bloque convencional?

1.3. Objetivos de la Investigación

1.3.1. Objetivos Generales

Comparar los beneficios de nuevas alternativas en la elaboración de bloques de concreto a partir de agregados como plástico y escombros respecto al bloque convencional.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Diagnosticar las características físicas de cada residuo para su utilización como agregados.
- Evaluar la resistencia de cada material a través de un ensayo de resistencia al concreto.
- Elaborar los diferentes tipos de bloques utilizando el método convencional

- Analizar el costo de producción de cada bloque bajo las mismas condiciones y compararlo con el costo actual en el mercado.
- Realizar estudio comparativo de los resultados obtenido por cada tipo de bloque.

1.4. Justificación de la Investigación

Al utilizar elementos que son considerados desechos como materia prima para la fabricación de nuevos productos, ayudar a disminuir la cantidad de desechos producidos por el hombre, generando un desarrollo sostenible y la reducción de la huella ambiental que existe.

Además de fomentar el uso de nuevas metodologías para la fabricación de elementos constructivos hechos a partir de materiales reciclados, también generar menos costos para la elaboración de dichos elementos, ya que se disminuyen gastos de elaboración de la materia prima convencional, debido a que la nueva materia prima son desperdicios que se encuentran en el medio ambiente y los costos de su fabricación disminuyen considerablemente respecto a los costos de la materia prima convencional.

Esto les permite a pequeñas comunidades realizar la elaboración de dichos elementos constructivos y poder desarrollar el crecimiento de estos lugares y, generar empleos para estas personas. La participación de la comunidad permite que se integre mejor las necesidades y gustos propios, que se valore y aprecie el valor comunitario y artesanal, y que se estimule el sentido de pertenencia y la ética participativa.

El uso de estos bloques de concreto huecos hechos a partir de materiales reciclables, como el plástico de polietileno y escombros de la construcción, no solo ayuda al medio ambiente y benefician económicamente, sino que permite romper paradigmas respecto a los métodos constructivos y materiales de construcción utilizados en el país, dando la oportunidad de trabajar con elementos que no se han utilizados antes en la construcción, sabiendo que son de igual calidad que los elementos constructivos convencionales.

1.5. Alcance

Se realizarán seis bloques, de tres tipos de mezclas diferentes, la mezcla convencional, y dos mezclas diferentes las cuales tienen como agregado fino plástico de polietileno desmenuzado, y la otra mezcla contiene escombros provenientes de la demolición de aceras y muros de concreto como agregado grueso. Estos bloques se harán en la asociación cooperativa Doña Carmen 222, ubicada en Estado Yaracuy.

Los materiales que serán utilizados son la piedra picada proveniente de la cantera Minas Cara Cara, la arena fina proveniente de la cantera Minas Cara Cara, el cemento es gris Portland Tipo I y agua sin impurezas.

Los ensayos que se realizarán al agregado fino, arena y plástico, y a los agregados gruesos, piedra y escombros, están contemplados en la Norma COVENIN 255/277/264, y se realizarán en los laboratorios de la Universidad José Antonio Páez.

La dosificación de la mezcla para la elaboración de los bloques se hará según lo establecido en la Norma Venezolana COVENIN 42-82: Bloques de Concreto Hueco. Así como, la dosificación de las diferentes mezclas que se utilizarán para el cálculo de la resistencia, se realizarán de acuerdo a lo establecido en la norma COVENIN 1753: Proyectos y Construcción de Obras de Concreto estructural.

A los bloques se les realizarán el ensayo de Contenido de Humedad, según Norma COVENIN 42-82 Bloques Huecos de Concreto. Los cilindros de concreto que se harán son seis por cada uno tipo de agregado, obteniendo tres mezclas, a fin de realizar un estudio indicativo de la resistencia de cada tipo de bloque. Ambos ensayos se realizarán en los laboratorios de la Universidad José Antonio Páez.

El análisis de costos se hará con los precios establecidos en APV Obras del mes de Octubre del 2015, tanto de materiales, mano de obra y herramientas para la construcción.

1.6. Limitaciones

Se estudian solo las propiedades de los plásticos de polietileno y de escombros provenientes de concreto, ya que fueron las muestras de desechos obtenidas en la comunidad cercana al sitio de fabricación de los bloques, en búsqueda de disminuir los gastos por transporte de material.

Debido a la falta de tiempo se omitirán los Ensayos de peso específico y peso unitario, pero se realizaran los ensayos más significativos a los agregados finos y gruesos, con los cual podamos concluir si estos cumplen con los estándares requeridos en la Norma COVENIN 227-2007.

Por otra parte no se cuenta con la máquina de compresión necesaria en los laboratorios de la Universidad José Antonio Páez, el Ensayo de Resistencia a Compresión especificado en la Norma COVENIN 42-82 Bloques Huecos de Concreto no se hará, en su lugar se realizaran ensayos indicativos para calcular la resistencia de las distintas mezclas, por medio del procedimiento de cálculo de resistencia de concreto establecido en la Norma COVENIN 338-2002.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

Para fundamentar y tener una referencia de los aspectos teóricos de la presente investigación, se presenta una breve reseña histórica que permite tener una perspectiva del desarrollo de la humanidad y de la ingeniería civil a través de los años, así como también se muestran los puntos importantes de los antecedentes de la investigación los cuales son de vital importancia para guiar y orientar el presente trabajo de grado. Por último se hará referencia a los temas y aspectos de la ingeniería civil que tienen relación al diseño y construcción de bloques ecológicos como nuevas alternativas.

2.1 Antecedentes

Evans L; (2010), publico en su investigación titulada **La construcción sustentable** desarrolló diversos beneficios que se extienden más allá de su participación en el mejoramiento de las condiciones ambientales y mitigación del impacto ambiental, dado que representan el establecimiento de un nuevo orden de los principios básicos de diseño en todas y cada una de sus escalas. Dichos principios son fundamentales en sistemas y ciclos naturales, mayor dependencia en recursos locales, particularmente para la generación, distribución y uso de energía y agua, con dimensión social y proyección a futuro; dicho estudio aporta a la investigación a desarrollar, mas amplitud del conocimiento para aprovechamientos de los recursos a usar.

Así mismo, Parnisani E; (2014), publico en su block una investigación titulada “**Materiales constructivo ecológicos**”, que Entre los materiales ecológicos se encuentra el “ladrillo ecológico”, el cual es un buen aislante de frío y de calor exterior, por lo que permite significativas disminuciones de costos en el mantenimiento térmico de viviendas y edificios, y principalmente gasta menos

energía. También es económico, resistente a los agentes naturales, durables y capaces de soportar cargas muy pesadas.

Por su parte, la publicación en el diario ecoambiente (2008), titulada: Contaminación ambiental de la fábrica de bloques; describen el bloque ecológico con respecto al convencional, es similar en tamaño y textural, con la diferencia de que este último es perjudicial para el medio ambiente ya que para su fabricación se requiere de la extracción de materiales no sustentable. Es por ello que diferentes asociaciones promueven nuevas alternativas de elaboración de materiales con base de residuos o desechos sólidos.

Seguidamente, Liu H; (2004) (Follow the “Green” Brick Road) , en el **Desarrollo de bloques ecológico con el apoyo del programa de Investigación para la Innovación en Pequeños Negocios (SBIR) de la Fundación Nacional de la Ciencia**, Cada año, aproximadamente 25 millones de toneladas de ceniza fina, que son provenientes de las plantas generadoras de energía, las cuales funcionan a base de carbón, se reciclan de manera permanente, convirtiéndose en aditivos para materiales de construcción tales como el concreto, pero existen 45 millones de toneladas que pasan a formar parte de la basura. Los bloques ecológicos son un modo de aprovechar parte de la ceniza fina, al fabricarlos a temperatura ambiente se conserva energía. Brindando como aporte que son más baratos de producir, más ligeros y manejables para el trabajador, agilizando el tiempo de construcción y disminuyendo los gastos.

En este orden de ideas, Brümmermontó M; (2008), describió en su publicación titulada **Bloques de cáñamo**, la existencia de los bloques de ceniza de carbón, así como también están los bloques fabricados con cáñamo, los cuales aíslan la temperatura exterior, por lo que el gasto de energía en aire acondicionado y calefacción es menor. A pesar de aparentar fragilidad, su dureza es semejante a los bloques convencionales, y es utilizado por muchas empresas españolas. Hace nueve años, la arquitecta alemana en Guadix (Granada, España) la empresa Cannabric, donde fabrica artesanalmente bloques de cáñamo formados por fibras vegetales de cáñamo industrial, cal hidráulica natural y una mezcla de minerales, además de tierra procedente de las cuevas de Guadix. La arquitecta anteriormente

mencionada establece que “el costo de materiales algo más elevado que en la construcción habitual, pero es un costo que se amortiza en pocos años con el gran ahorro energético que conlleva su empleo”

Por último, Berretta H; (Bär, 2006), en el Diseño de bloques con plástico usado y cascara de cacahuete, surgieron en el Centro Experimental de la Vivienda Económica de Argentina. Los envoltorios, botellas de plástico, o las cáscaras de cacahuete se mezclan con cemento siguiendo un proceso de elaboración que no requiere maquinarias caras, no necesita terreno de donde extraer la materia prima ni grandes instalaciones para procesarla. Son bloques menos pesados, buenos aislantes y más baratos, lo que facilita la autoconstrucción por familias más humildes y sin recursos. El arquitecto quien dirigió el proyecto, sostiene que "Un aspecto muy importante es que esta nueva tecnología permite la autoconstrucción, con lo que mejora la calidad de vida de personas para las que el acceso a la vivienda convencional es prácticamente imposible"

2.2. Bases Teóricas

2.2.1 Materiales

El cemento: es el material ligante de los diferentes componentes del concreto. El cemento para concretos estructurales debe ser Portland. Se denomina cemento a un conglomerante hidráulico que, mezclado con agregados pétreos (árido grueso o grava, más árido fino o arena) y agua, crea una mezcla uniforme, maleable y plástica que fragua y se endurece al reaccionar con el agua, adquiriendo consistencia pétreo, denominado hormigón (en España y el Caribe hispano) o concreto (en Sudamérica). Su uso está muy generalizado en construcción e ingeniería civil, su principal función la de aglutinante.

El cemento es uno de los productos más utilizados en la construcción. Generalmente, sus materias primas (piedra calcárea y materiales arcillosos) proceden de recursos no renovables y su extracción tiene notable impacto ambiental, como suele suceder con todas extracciones de minerales. En lo referente al proceso industrial, la obtención del clinker implica un elevado consumo de energía y, posteriormente, emisiones importantes de gases y polvo al molerlo.

Agregados: Más del 75% del volumen del concreto está ocupado por los agregados, por lo que las propiedades de los mismos tienen influencia definitiva sobre el comportamiento del concreto. De acuerdo al tamaño de las partículas, los agregados se clasifican en agregados gruesos (tamaño mayor a 5 mm) y agregados finos (tamaño entre 0.075 mm y 5 mm).

Una buena graduación de los agregados da lugar a concreto de mejores características y más económicos. Para conseguir una granulometría apropiada se mezclan en proporciones adecuadas a los menos dos tipos de agregados.

Los agregados pueden ser utilizados en su estado natural o pueden provenir de un proceso de trituración. El agregado grueso triturado presenta mejores características de adherencia que el agregado natural, por lo que este concreto puede alcanzar mayor resistencia.

Los agregados deben estar libres de partículas orgánicas, sales, limos y arcillas que puedan afectar las reacciones químicas de fraguado o produzcan porosidades indeseables. Dependiendo del tipo de concreto que se desee fabricar, se pueden emplear agregados ligeros, agregados normales o agregados pesados. También pueden utilizarse agregados artificiales.

- Agregado fino Arena La arena es un conjunto de partículas de rocas disgregadas. En geología se denomina arena al material compuesto de partículas cuyo tamaño varía entre 0,063 y 2 mm. Una partícula individual dentro de este rango es llamada grano de arena. Una roca consolidada y compuesta por estas partículas se denomina arenisca. Las partículas por debajo de los 0,063 mm y hasta 0,004 mm se denominan limo, y por arriba de la medida del grano de arena y hasta los 64 mm se denominan grava.

. Componentes y características El componente más común de la arena, en tierra continental y en las costas no tropicales, es la sílice, generalmente en forma de cuarzo. Sin embargo, la composición varía de acuerdo a los recursos y condiciones locales de la roca. Gran parte de la fina arena hallada en los arrecifes de coral, por ejemplo, es caliza molida que ha pasado por la digestión del pez loro. En algunos lugares hay arena que contiene hierro, feldespato o, incluso, yeso.

Según el tipo de roca de la que procede, la arena puede variar mucho en apariencia. Por ejemplo, la arena volcánica es de color negro mientras que la arena de las playas con arrecifes de coral suele ser blanca.

La arena es transportada por el viento, también llamada arena eólica, (pudiendo provocar el fenómeno conocido como calima) y el agua, y depositada en forma de playas, dunas, médanos, etc. En el desierto, la arena es el tipo de suelo más abundante. La granulometría de la arena eólica está muy concentrada en torno a 0,2 mm de diámetro de sus partículas.

-Granulometría Dentro de la clasificación granulométrica de las partículas del suelo, las arenas ocupan el siguiente lugar en el escalafón:

Limo

Légamo

Grava

Duna

Arena (hormigón)

-Áridos Gruesos (piedra) El árido natural utilizado grueso, corresponde a un material procesado, obtenido de lechos y ribera de cauces naturales, compuestos principalmente por partículas de dolomita, basalto, dacitas, andesitas, rolitas, arenisca, cuarzo y cuarcita (Moreno et al.1985). El tamaño máximo nominal del árido grueso utilizado en este estudio fue de 12.5 mm.

Plástico reciclado:

El término Plástico, en su significación más general, se aplica a las sustancias de distintas estructuras y naturalezas que carecen de un punto fijo de ebullición y poseen durante un intervalo de temperaturas propiedades de elasticidad y flexibilidad que permiten moldearlas y adaptarlas a diferentes formas y aplicaciones. Sin embargo, en sentido restringido, denota ciertos tipos de materiales sintéticos obtenidos mediante fenómenos de polimerización o multiplicación artificial de los átomos de carbono en las largas cadenas moleculares de compuestos orgánicos derivados del petróleo y otras sustancias naturales.

Materiales poliméricos orgánicos (los compuestos por moléculas orgánicas gigantes) que son plásticos, es decir, que pueden deformarse hasta conseguir una forma deseada por medio de extrusión, moldeo o hilado. Las moléculas pueden ser de origen natural, por ejemplo la celulosa, la cera y el caucho (hule) natural, o sintéticas, como el polietileno y el nylon. Los materiales empleados en su fabricación son resinas en forma de bolitas o polvo o en disolución. Con estos materiales se fabrican los plásticos terminados

-Características Generales de los Plásticos Los plásticos se caracterizan por una relación resistencia/densidad alta, unas propiedades excelentes para el aislamiento térmico y eléctrico y una buena resistencia a los ácidos, álcalis y disolventes. Las enormes moléculas de las que están compuestos pueden ser lineales, ramificadas o entrecruzadas, dependiendo del tipo de plástico. Las moléculas lineales y ramificadas son termoplásticas (se ablandan con el calor), mientras que las entrecruzadas son termoendurecibles (se endurecen con el calor).

-Reciclaje y Reúso del Plástico Si bien existen más de cien tipos de plásticos, los más comunes son sólo seis, y se los identifica con un número dentro de un triángulo a los efectos de facilitar su clasificación para el reciclado, ya que las características diferentes de los plásticos exigen generalmente un reciclaje por separado.

El material que se utiliza en este proyecto para sustituir el árido grueso es:

Polietileno procedente de envases de bebidas descartables, residuo post-consumo

- Polietileno: Es un polímero que se obtiene mediante la polimerización de eteno (mejor conocido como etileno). Este se utiliza para la producción de varios productos como tuberías, recipientes, bolsas, cable, entre otros.

Escombros:

Escombros son el conjunto de fragmentos o restos de ladrillos, concreto, argamasa, acero, hierro, madera, etc., provenientes de los desechos de construcción, remodelación y/o demolición de estructuras, como edificios, residencias, puentes, etc.

Podemos identificar, en los escombros que se producen durante una construcción, la existencia de dos tipos de residuos:

- Los residuos (fragmentos) de elementos prefabricados, como materiales de cerámica, bloques de cemento, demoliciones localizadas, etc.;
- Los residuos (restos) de materiales elaborados en la obra, como concreto y argamasas, que contienen cemento, cal, arena y piedra.

Los escombros de construcción se componen de restos y fragmentos de materiales, mientras los de demolición están formados prácticamente sólo por fragmentos, teniendo por eso mayor potencial cualitativo comparativamente con los escombros de construcción.

Nota: argamasa o mortero es la mezcla de cal, arena y agua, que popularmente se conoce como “mezcla”; el hormigón es mezcla de cal, arena, agua y piedra; el cemento es un tipo de cal; el hormigón armado o concreto, es hormigón con una estructura de hierro o acero.

Concreto:

El concreto es el producto resultante de la mezcla de un aglomerante (cemento, arena, piedra y agua) que al fraguar y endurecer adquiere una resistencia similar a la de una de las mejores piedras naturales.

2.2.2 Resistencia del concreto

La resistencia de un material se puede definir como su habilidad para resistir esfuerzos sin fallar. Cuando hablamos del Concreto, la resistencia a compresión es el principal parámetro utilizado para medir la calidad de este material, ya sea porque es el principal indicador de la fortaleza del material o porque es una propiedad que se relaciona con la mayoría de las otras características del concreto, como son su resistencia al esfuerzo cortante, su módulo de elasticidad o su permeabilidad.

La resistencia del concreto puede estar afectada por varios factores como:

- Relación inversa entre la porosidad y la resistencia de los materiales.
- Relación Agua-Cemento (A/C).
- Calidad y cantidad del cemento.
- Distribución granulométrica de los agregados.

2.2.3 Cálculo de la resistencia del concreto

El cálculo de la resistencia a compresión del concreto es realizado con la siguiente fórmula:

$$R_{cc} = C / \text{Área superior del cilindro}$$

Donde: R_{cc} : Resistencia a compresión Kg/cm²

C: Carga aplicada en Kg

A: Área de apoyo de la carga en cm²

Para el cálculo de la resistencia del concreto se utilizan cilindros de concreto y la carga aplicada a estos es producida por una prensa a presión, la cual nos dice el valor de dicha carga. Este procedimiento es de acuerdo a lo establecido a la norma COVENIN 338:2002.

2.2.4 Origen de los bloques para la construcción

La utilización del concreto por los Romanos data desde a principios del año 200 a.c. con la finalidad de dar forma a las piedras usadas en la construcción de edificios en esa época. Durante el reinado del emperador romano Calígula en el año 37-41 d.c, pequeños bloques de concreto prefabricados fueron usados como material de construcción en la región cerca de lo que hoy se conoce como Nápoles, Italia.

Sin embargo, mucha de la tecnología desarrollada por los romanos se perdió tras la caída del imperio en el siglo V. No fue sino hasta 1824 que el Inglés Joseph Aspdin, desarrollo el cemento Portland, que llegó a ser un componente esencial del concreto moderno.

El primer bloque de concreto fue diseñado en 1890 por Harmon S. Palmer en los Estados Unidos. Después de 10 años de experimentación, Palmer patentó el diseño en 1900. Los bloques de Palmer fueron de 20.3 x 25.4 x 76.2 cm. En 1905, aproximadamente 1500 compañías estadounidenses se encontraban manufacturando bloques de concreto. Estos bloques eran sólidos sumamente pesados en los que se utilizaba la cal como material cementante. La introducción del cemento Portland y su uso intensivo, abrió nuevos horizontes a este sector de la industria.

A principios del siglo XX aparecieron los primeros bloques huecos para muros; la ligereza de estos nuevos bloques significa, por sus múltiples ventajas, un gran adelanto. Las primeras máquinas que se utilizaban en la entonces incipiente industria se limita a simples moldes metálicos, en los cuales se compacta la mezcla manualmente; este método de producción se siguió utilizando hasta los años veinte, época en que aparecieron máquinas con martillos accionados mecánicamente, más tarde se descubrió la conveniencia de la compactación lograda basándose en vibración y compresión; actualmente, las más modernas y eficientes máquinas para la elaboración de bloques de concreto utilizan el sistema de vibro compactación.

Los bloques de concreto son principalmente usados como materiales de construcción de paredes. La mayoría de los bloques tienen una o más cavidades y sus lados pueden ser planos o con algún diseño. Ya en la construcción, los bloques de concreto son colocados uno a la vez con concreto fresco, para formar el alto y el ancho deseado de la pared.

2.2.5 Bloques de concreto

Es un elemento de concreto con forma de paralelepípedo, de base rectangular o cuadrada, destinado a ser usado como unidad de albañilería. Normalmente tienen huecos, los que alcanzan hasta un 50 % de su volumen bruto.

Medidas del ladrillo: 5,5 cm. x 26,2 cm. x 12,5 cm.

Medidas del bloque: 20 cm. x 14 cm. x 40 cm.

Medidas de la placa de ladrillos: 240 cm. x 28 cm. x 5,6 cm

2.2.6 Construcción con bloques de concreto.

La construcción con bloques de concreto presenta ventajas económicas en comparación con cualquier otro sistema constructivo tradicional, la que se pone de manifiesto durante la ejecución de los trabajos y al finalizar la obra. Las ventajas de los bloques de concreto proceden de la rapidez, exactitud y uniformidad de las medidas de los bloques, resistencia y durabilidad, desperdicio casi nulo, y sobre todo por constituir un sistema modular.

El bloque de concreto es utilizado ampliamente en la construcción, desde viviendas de interés social a edificaciones comerciales e industriales. Además de este tipo de construcciones, es mayormente utilizado para la construcción de:

- Muros simples o divisorios (paredes no soportarán ninguna carga).
- Muros estructurales
- Bandas perimetrales
- Muros de retención o de contención.
- Construcción de Losas.

Si se compara un muro de bloques de concreto con otro espesor equivalente, utilizando mampostería tradicional de ladrillo de campo o bloque cerámico, se obtienen las siguientes conclusiones:

- Menor costo por metro cuadrado de pared, originado en la menor cantidad de mampuestos (12 ½ bloques/m²), y al bajo precio por unidad
- Menor cantidad de mortero de asiento
- Mayor rendimiento de la mano de obra debido a la menor cantidad de movimientos necesario para levantar un metro cuadrado. Esto se traduce en una relación hora oficial y ayudante por m² de pared, menor a la existente en la mampostería tradicional.
- Tiempos óptimos en las obras de construcción, ya que no será necesario contar con los tiempos de encofrado y tiempos de espera para desencofrado de columnas, vigas, encadenados, etc.

Finalmente, se puede afirmar enfáticamente, que la reducción real de los costos definitivos de la mampostería de concreto, varía entre un 15 y un 30% con respecto a otros tipos de mamposterías, dependiendo este margen del tipo de obra de que se trate. El mismo clasifica cuatro tipos diferentes de mamposterías tradicionales de nuestro medio, destacando el tipo y precio de cada mampuesto, la cantidad de mortero (1:2:6) y la mano de obra necesaria por metro cuadrado sin incluir el revoque necesario para la terminación del resto de la mampostería, lo que incrementa su valor y resaltaría aún más las ventajas económicas del bloque de concreto.

2.2.7 Dosificación de mezcla para bloques de concreto hueco

Cada Empresa tienen diferentes dosificaciones con respecto al volumen de la arena, ya que se usa la carretilla como medio de transporte y unidad de medida; así como las paladas que van entre 55 a 60 unidades por saco de cemento. La cantidad de agua que se agrega por saco de cemento, es aleatoria, y va desde 15 a 30 litros, por lo que se considera como excesiva cuando el agua está por encima de los 26 litros.

Hay tres tipos de preparación de la mezcla de los cuales los procedimientos pueden ser mezclado de tipo manual (29%), mezclado de trompos (21%) y mezcladoras de eje horizontal (50%). El tiempo que se toma para la elaboración de la mezcla es por el orden de los 25 minutos en forma manual y 10 minutos con las mezcladoras.

En el proceso de moldeado, la mayoría de las empresas utilizan máquinas vibrocompactadoras bien sean estáticas o ponedoras móviles. Este procedimiento consiste en el llenado de los moldes, enrasado, prensado, vibrado y posterior desmoldado de los bloques sobre tablas de madera. Tiene una producción por saco de cemento entre 40 y 60 bloques, la producción de más de 50 bloques por saco de cemento es excesiva, y afecta directamente la calidad del bloque.

El periodo de fraguado y curado se realiza en total en 3 días donde se debe rociar agua en un periodo de dos veces por día.

Es importante mencionar que la mala calidad del producto se debe entre otros aspectos a la falta de atención a la materia prima utilizada, mala dosificación del cemento, el curado de los bloques, y falta de atención a la materia prima

En el caso de la arena esta muchas veces contiene materia orgánica, sedimentos, desechos químicos, lo que la hace no apta para la elaboración o fabricación de los bloques.

-Mala dosificación del cemento: Algunas fábricas de bloques producen de 28 a 32 bloques por bolsa de cemento, cuando la regla es producir 27 bloques por bolsa de cemento.

Dosis adecuada= $94.5 \text{ Kg.} / 27 \text{ unidades} = 3.5 \text{ kg./unidad}$ entonces sabemos que cada bloque de concreto tendrá como dosis 3.5 Kg por unidad

producida en proporción explicada de 1:5:2 cemento:arena:piedra partida o Chancado. (Sólo se deben producir 27 bloques por bolsa de cemento)

2.2.8 Proceso de fabricación de los bloques

Los bloques se fabrican vertiendo una mezcla de cemento, arena y agregados pétreos (normalmente calizos) en moldes metálicos, donde sufren un proceso de vibrado para compactar el material. Es habitual el uso de aditivos en la mezcla para modificar sus propiedades de resistencia, textura y color.

2.2.9 Tipos de bloque

Al ser un material prefabricado, pueden existir tantos modelos de bloque de concreto como fabricantes existan en el mercado. Se enumeran aquí las tipologías más representativas:

- De gafa: Son el modelo más común. Deben ser posteriormente revestidos con algún tratamiento superficial (normalmente enlucidos en paramentos interiores, y enfoscados en los exteriores). También se emplean con los huecos en horizontal, para crear celosías que no impidan totalmente la visión o el paso de aire con el exterior.
- Multicámara: Sus huecos internos están compartimentados. Estos bloques se utilizan frecuentemente cuando se pretende construir una pared de una sola hoja. Las divisiones internas aíslan el aire en distintas cámaras, por lo que aumentan el aislamiento de la pared. Son similares en concepto a los bloques de termoarcilla.
- De carga: Son más macizos, y se emplean cuando el muro tiene funciones estructurales (esto es: cuando soporta el forjado superior)
- Armados: Diseñados como encofrado perdido de muros macizos de concreto. Presentan rebajes interiores para apoyar las armadas (construcción) de acero.
- Cara vista: Son bloques con al menos una de las caras especialmente preparadas para no precisar revestimiento.
- En U: Se emplean como zunchos para cubrir cantos de forjado, o para crear dinteles. Los muros de bloque se construyen de forma similar a los de ladrillo, uniéndose las hiladas con mortero (construcción). Sin embargo, debido al mayor grosor de estas piezas, es relativamente frecuente que los muros compuestos por bloques de concreto actúen como muros de carga en pequeñas edificaciones de

una o dos plantas. En estos casos, los muros se suelen reforzar con armaduras de en forma de cercha plana de acero específicas para fábricas de ladrillo y bloque. Estas armaduras reciben habitualmente el nombre de armaduras murfor, por ser éste su fabricante principal.

2.2.10 Desarrollo Sustentable

La sustentabilidad hace referencia al equilibrio existente entre una especie con los recursos del entorno al cual pertenece. Según el informe Brundtland, realizado en 1987 por distintas naciones para la ONU (Organización de Naciones Unidas), es “la capacidad de satisfacer las necesidades del presente sin comprometer las necesidades de las futuras generaciones” (Fernández, 2012).

Por otra parte, según la Guía local de Planificación de la agenda 21, ICLEI 1996, “la sustentabilidad es el desarrollo que brinda servicios ambientales, sociales y económicos básicos a todas las viviendas de una comunidad sin amenazar la viabilidad de los sistemas naturales, construidos y sociales de los que depende el suministro de tales sistemas” (como se cita en Sustentabilidad en Arquitectura 1, 2010). Es decir, el desarrollo sustentable está definido por tres pilares que se retroalimentan: el social, el económico y el ambiental; estos mismos deben estar en iguales condiciones, y para ello se debe tener en cuenta la incorporación de variables a la idea de desarrollo, dejando atrás los sistemas convencionales constructivos.

2.3. Definición de Términos Básico

Absorción (%): Medida, expresada en forma de porcentaje, de la cantidad de agua absorbida por un bloque empleado en albañilería, sumergido totalmente en agua.

Aglomerante: materiales cementantes, ya sea cementos hidratados o productos de cemento o cal y materiales silíceos reactivos.

Agregados Calizos (1): Material proveniente de rocas sedimentarias compuestas en su mayoría por carbonato de calcio.

Bloque ACAP: Bloque compuesto por: Agua, cemento, arena y plástico.

Cáñamo: es el nombre que reciben las variedades de la planta Cannabis y el nombre de las fibras que se obtienen de ellas.

CFC: Clorofluorocarbono son haloalcanos utilizados como refrigerantes Altamente contaminantes.

Clinker: Es el principal componente del cemento portland.

Densidad aparente (Kg/dm³): masa de un material (incluyendo sus partículas sólidas y cualquier agua que contenga) por unidad de volumen incluyendo vacíos.

Densidad real seca (Kg/dm³): masa por unidad de volumen de una sustancia seca a una temperatura especificada.

Dosajes: Del cemento, se calcula como porcentaje en peso del material seco.

Especímenes: Muestra o ejemplar representativa de un grupo.

Estireno: Hidrocarburo aromático manufacturado por la industria química.

Etilenglicol: Compuesto químico perteneciente al grupo de los dioles.

PET: Clasificación del plástico. Polímero Polietileno de Tereftalato.

Poliestireno: Polímero termoplástico que se obtiene de la polimerización del estireno.

Reciclaje: es la acción y efecto de reciclar aplicar un proceso sobre un material para que pueda volver a utilizarse.

Resistencia tensil: Fuerza importante para un material que va a ser extendido o va a estar bajo tensión.

Tereftálico: Acido dicarboxilico aromático.

2.4. Marco Normativo Legal

- COVENIN (2007): CONCRETO. AGREGADOS 227-2007. FONDONORMA Venezuela.
- COVENIN (2002): CONCRETO. Métodos para la elaboración, curado y ensayos a compresión de cilindros de Concreto (2da Revisión) 338:2002. FONDONORMA Venezuela.
- COVENIN (2003): CONCRETO. Método para la medición del asentamiento con el cono de Abrams 339-200. FONDONORMA Venezuela.
- COVENIN (1977): Método de ensayo para determinar el coeficiente entre la dimensión máxima y dimensión mínima en agregados gruesos para concreto 264:77. FONDONORMA Venezuela.

- COVENIN (1978): Método de ensayo para determinar el contenido de terrones de arcilla y partículas desmenuzables en agregados 257-78. FONDONORMA Venezuela.
- COVENIN (1998): Método de ensayo para determinar la composición granulométrica de agregados finos y gruesos 255-98. FONDONORMA Venezuela.
- COVENIN (1982): Norma Venezolana 42-82 Bloques Huecos de Concreto. FONDONORMA Venezuela.
- COVENIN (2006): Proyectos y Construcción de Obras en Concreto Estructural 1753:2006. FONDONORMA Venezuela.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipos de Investigación

Según los objetivos a cumplir en la presente investigación este estará planteado como un proyecto factible, apoyado en un trabajo de campo para la obtención de la información necesaria para su documentación.

Según el manual de la UPEL (UPEL, 2006, p.35) se define el proyecto factible “como un estudio que consiste en la investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de organizaciones o grupos sociales”.

3.2. Diseño de la Investigación

El diseño de la investigación de acuerdo con Arias (2012, p.26) es: “la estrategia general que adopta el investigador para responder el problema planteado”, dicho esto el carácter de la investigación será de campo y documentado, dado a que se centra en hacer el estudio a un objeto. Según Arias (2012, p.31) una investigación de campo: “consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos (datos primarios), sin manipular o controlar variable alguna”. Por lo tanto, este estudio se enmarcó en una investigación de campo, ya que los datos serán extraídos en forma directa de la realidad en el laboratorio por los investigadores.

Además, esta investigación de campo se apoyó en el empleo de fuentes documentales a partir de las cuales se construyen los fundamentos teóricos que dan sustento al estudio. Para Arias (2012, p. 49) una investigación documental es “aquella que se basa en la obtención y análisis de datos provenientes de materiales impresos u otros tipos de documentos”. En este sentido, la información utilizada se derivó de fuentes de información contenidas en libros, estudios previos realizados y todo aquel material bibliográfico que se encuentra relacionado con el objeto de este estudio.

3.3. Nivel de la investigación

El nivel de investigación es de carácter de descriptivo debido a que se realizarán los estudios directamente sobre el objeto de investigación. Según Tamayo y Tamayo (2001, p. 130) "se caracteriza con la presencia del investigador o científico en el lugar de ocurrencia del fenómeno". Este tipo de investigación tiene como objetivo la descripción precisa del objeto de estudio.

En base a esto, se considera el proyecto de tipo factible apoyado con datos que deberán ser recolectados mediante un trabajo de campo, debido a que los resultados de las muestras se obtendrán por medio de estudios que serán realizados en el laboratorio.

3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

El éxito de un trabajo de investigación va de la mano con una exactitud de la recolección de datos y su manejo a la hora de desarrollarlos e interpretarlos, así como también los instrumentos que se utilizan para la recolección de información. Arias (2012, p. 53), menciona que "las técnicas de recolección de datos son las distintas formas de obtener información".

La recolección de datos para la realización de este proyecto de investigación serán: Observación directa y Registro y formalización de la observación.

Según Hernández, (2003, p.428) se define la Observación "La observación consiste en el registro sistemático, válido y confiable de comportamiento o conducta manifiestos". Esta técnica deberá ser aplicada para conocer el comportamiento del objeto de estudio y el objeto con el que se desea comparar.

3.5. Técnicas de Análisis de Datos

Las técnicas de análisis de datos a utilizar en este trabajo de investigación serán de carácter cuantitativo, debido a que solo se analizarán resultados de carácter numérico. En base a estos resultados cuantitativos se podrán dar las comparaciones entre los objetos de estudio y el ya existente. Señala Álvarez (1990, p.42), que "las técnicas cuantitativas de obtención de información requieren de apoyo matemático y permiten la cuantificación del resultado. Son utilizadas fundamentalmente para obtener datos primarios sobre todo de

características, comportamientos y conocimientos”. Esta técnica es fundamental para la investigación debido a que los resultados obtenidos mediante modelos matemáticos permitirán conocer en valores numérico el comportamiento de los bloques de concreto a partir de residuos plásticos, de escombros y el bloque convencional de concreto, y en base a esta información poder compararlos en cuanto a su calidad y costos de realización.

3.6. Fases Metodológicas

A continuación se describen por medio de fases, el procedimiento a seguir para el cumplimiento de los objetivos específicos planteados en el Capítulo I de este trabajo, a través de los cuales se alcanzará el objetivo general de investigación propuesto.

Fase I Realizar el diagnóstico de las características físicas de cada residuo para su utilización como agregados.

Determinaremos las características físicas de cada residuo a través de los estudios que se realizan a los agregados establecidos en las Normas COVENIN 255:98, 257:78, 264:77 y 339-200, que son Método de ensayo para determinar la composición granulométrica de agregados finos y gruesos, Método de ensayo para determinar el contenido de terrones de arcilla y partículas desmenuzables en agregados, Método de ensayo para determinar el coeficiente entre la dimensión máxima y dimensión mínima en agregados gruesos para concreto y Método para la medición del asentamiento con el cono de Abrams, con lo cual se podrá establecer su clasificación y determinaremos si son de uso factible para la elaboración de los bloques de concreto o no.

Fase II Evaluar la resistencia de cada material a través de un ensayo de resistencia al concreto.

Se realizarán el ensayo de compresión de cilindros establecido en la Norma COVENIN Métodos para la elaboración, curado y ensayos a compresión de cilindros de Concreto 338:2002, para determinar la resistencia del concreto elaborado a partir de diferentes agregados. Para esto se elaborarán cuatro cilindros por cada una de las mezclas, mezcla convencional, mezcla con residuos

plásticos como agregado fino y mezcla con escombros como material grueso, y los ensayos se realizarán en los laboratorios de la Universidad José Antonio Páez.

Fase III Elaborar los diferentes tipos de bloque utilizando el método convencional

Se harán tres tipos de bloques por mezcla, cumpliendo con los requisitos establecidos por la Norma COVENIN 42-82 Bloques Huecos de Concreto, donde elaboraremos los bloques de concreto a partir de plástico y escombros en sustitución del agregado grueso, además de la elaboración de bloques de concreto convencionales.

Los bloques se realizarán en la asociación cooperativa Doña Carmen 222, se harán por el método convencional utilizado para la elaboración de bloques huecos de concreto.

Fase IV Analizar el costo de producción de cada bloque bajo las mismas condiciones y compararlo con el costo actual en el mercado

Se establecerán los costos de producción de cada uno de los diferentes tipos de bloques de concreto que realizaremos. Para esto se hará con un Análisis de Precio Unitario con los precios establecidos por el APV más actualizados para el momento en que se realizarán los bloques, y se compararán con el costo de producción que existe actualmente en el mercado.

Fase V Realizar estudio comparativo de los resultados obtenidos por cada tipo de bloque

Una vez obtenidos los resultados de los estudios de resistencia y análisis de costos de cada tipo de bloque, se procederá a hacer un estudio comparativo de sus características físicas y análisis de costos, y se compararán con el fin de determinar cuál tipo de bloque es el más óptimo, es decir que posea mejores características físicas y costo factible.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4. Realizar el diagnóstico las características físicas de cada residuo para su utilización como agregados.

Para la realización del diagnóstico es necesario conocer la granulometría y otros ensayos de dichos agregados por lo que se llevó a cabo de acuerdo a los procedimientos especificados en las Normas COVENIN 255/277/257/268, extraído del manual para la realización de prácticas de laboratorio en la asignatura de “Materiales y Ensayo” de la Universidad José Antonio Páez.

4.1.1 Determinación de la composición granulométrica del agregado grueso (piedra picada)

Fecha: 21/09/2015

NORMA VENEZOLANA 225, Su objetivo es determinar por cernido la distribución de los tamaños de las partículas de agregado grueso provenientes de la Mina Cara Cara, Maco Maco, Sector la Cumaca, estado Carabobo.

Objetivos

- Determinar por cernido la distribución de los tamaños de las partículas del agregado grueso como lo indica la Norma Venezolana #255.
- Realizar curva granulométrica del agregado grueso para saber si está dentro de los límites que indica la Norma Venezolana #277.
- Determinar el Tamaño máximo del agregado grueso.
- Comprobar si la piedra picada que será ensayada es apta para la elaboración del concreto.

Procedimiento

1. Sacar completamente la muestra en un horno a temperatura de 110°C.

2. Tomar una muestra representativa del material.
3. Ensamblar los tamices en orden de tamaño de aberturas decrecientes desde arriba hacia abajo y coloque la muestra en el tamiz superior.
4. Se ensamblan los tamices en el siguiente orden, #1, #3/4, #1/2, #3/8, #1/4.
5. Agitar los tamices por medios mecánicos durante un periodo de tiempo tal que no pase más del 1% de la masa del residuo por cualquier tamiz.

Materiales Y Herramientas

- Se utilizó 8,12kg de piedra picada seca, de procedencia desconocida.
- Mesón.
- Cuchara.
- Envase plástico o tara.
- Peso Grande.
- Tamizadora.

Presentación De Datos Y Cálculos

Peso de la Muestra 8,12kg.

Tamaño Máximo (TMax) = 1”.

Los pesos retenidos en los tamices fueron los de la tabla 1 y la complementa la tabla 2.

Tamiz	Peso Retenido (kg)
1 ½”	0
1”	1,40
¾”	3,12
½”	2,58
3/8”	0,55
¼”	0,22

Fondo	0,25
Peso Total	8,12

Tabla 1. *Peso retenido del agregado grueso (piedra)*

Nota: Aguilar y Flores (2015)

- Porcentaje Retenido Parcial:
- Ecuación: Peso Total → 100%.

Peso Retenido → X (%Retenido Parcial)
- Tamiz 1 ½": 8,12 kg → 100%

0 kg → X X = 0kg
- Tamiz 1": 8,12 kg → 100%

1,4kg → X X = 17,24%
- Tamiz ¾": 8,12 kg → 100%

3,12 kg → X X = 38,12%
- Tamiz ½": 8,12 kg → 100%

2,58 kg → X X = 31,78%
- Tamiz 3/8": 8,12 kg → 100%

0,55 kg → X X = 6,78%
- Tamiz ¼": 8,12 kg → 100%

0,22 kg → X X = 2,71%
- Fondo: 8,12 kg → 100%

$$0,25 \text{ kg} \rightarrow X \qquad X = 3,07\%$$

- Porcentaje Retenido Acumulado:

Ecuación: $\% \text{ Ret. Acumulado} = \% \text{ Ret. Acumulado} + \% \text{ Ret. Parcial}$

- Tamiz 1 ½": $\% \text{ Ret. Acumulado} = 0\% + 0\%$
 $\% \text{ Ret. Acumulado} = 0\%$
- Tamiz 1": $\% \text{ Ret. Acumulado} = 0\% + 17,24\%$
 $\% \text{ Ret. Acumulado} = 17,24\%$
- Tamiz ¾": $\% \text{ Ret. Acumulado} = 17,24\% + 38,42\%$
 $\% \text{ Ret. Acumulado} = 55,66\%$
- Tamiz ½": $\% \text{ Ret. Acumulado} = 55,66\% + 31,78\%$
 $\% \text{ Ret. Acumulado} = 87,44\%$
- Tamiz 3/8": $\% \text{ Ret. Acumulado} = 87,44\% + 6,78\%$
 $\% \text{ Ret. Acumulado} = 94,22\%$
- Tamiz ¼": $\% \text{ Ret. Acumulado} = 94,22\% + 2,71\%$
 $\% \text{ Ret. Acumulado} = 96,93\%$
- Fondo: $\% \text{ Ret. Acumulado} = 96,93\% + 3,07\%$
 $\% \text{ Ret. Acumulado} = 100\%$

- Porcentaje Pasante:

Ecuación: % Pasante = % Pasante Anterior - % Ret. Parcial

- Tamiz 1 ½": % Pasante = 100% - 0%
% Pasante = 100%
- Tamiz 1": % Pasante = 100% - 17,24%
% Pasante = 82,76%
- Tamiz ¾": % Pasante = 82,76% - 38,42%
% Pasante = 44,34%
- Tamiz ½": % Pasante = 44,34% - 31,78%
% Pasante = 12,56%
- Tamiz 3/8": % Pasante = 12,56% - 6,78%
% Pasante = 5,78%
- Tamiz ¼": % Pasante = 5,78% - 2,71%
% Pasante = 3,07%
- Fondo: % Pasante = 3,07% - 3,07%
% Pasante = 0,00%

Tabla 2. *Determinación de la composición granulométrica del agregado grueso (piedra).*

Tamices		Peso	% Retenido	% Retenido	% Pasante
		Retenido	Parcial	Acumulado	
37,50 mm	1 1/2"				100

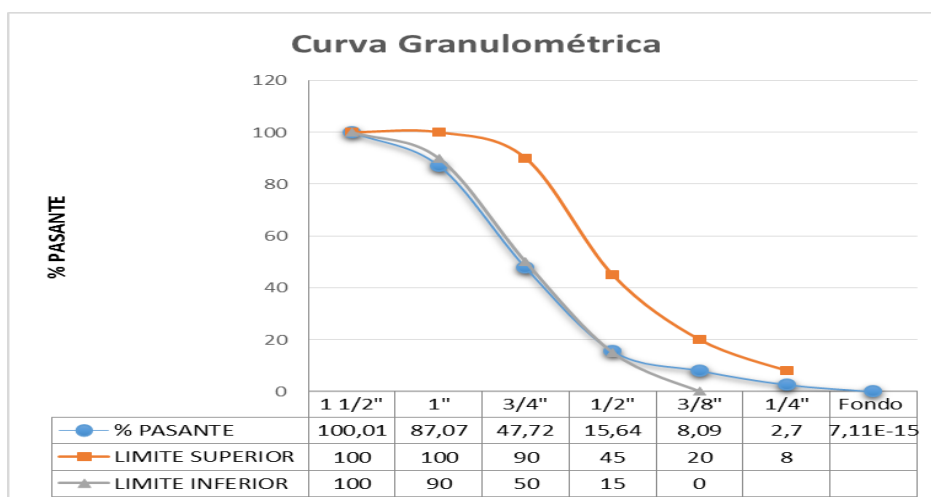
25,00 mm	1"	1,40	17,24	17,24	82,76
19,00 mm	3/4"	3,12	38,42	55,67	44,33
12,50 mm	1/2"	2,58	31,77	87,44	12,56
9,50 mm	3/8"	0,55	6,77	94,21	5,79
6,30 mm	1/4"	0,22	2,71	96,92	3,07
	Fondo	0,25	3,08	100	0,00
Peso Total		8,12	100		

Nota: Aguilar y Flores (2015)

Observaciones

Para que esta muestra sea aceptada granulométricamente los resultados contenidos en la gráfica 1, tienen que estar dentro del nivel mínimo límite y máximo límite en la misma.

Gráfica 1. Curva Granulométrica de Piedra Picada



Nota: Aguilar y Flores (2015)

Análisis e Interpretación De Los Resultados

Realizando el procedimiento indicado en la Norma Venezolana #255, se pudo obtener satisfactoriamente los datos necesarios para poder graficar la curva granulométrica y también se obtuvo el tamaño máximo de las partículas del agregado grueso dando como resultado de 1”.

En la gráfica 1 mostrada se observa que la curva granulométrica no está entre los límites establecidos en la norma en la norma #277 por una pequeña diferencia, ya que la muestra de Piedra Picada analizada se encuentra en los tamices 1” y ¾” por debajo del nivel de porcentaje pasantes de partículas normado por aproximadamente 5, aun así es aceptable, por lo que las partículas de los demás tamaños si están dentro de los límites establecidos.

Por lo cual se realizó cambio en el material para que cumpliera con lo establecido en la Norma Venezolana #277 y pudiera ser utilizado para los ensayos siguientes.

4.1.2 Determinación de la composición granulométrica del agregado grueso (Escombros)

Para este ensayo se utilizó el mismo criterio y fórmulas que en el ensayo anterior, según lo establecido en las Normas Venezolanas #255/277 para la muestra de escombros proveniente de desperdicio de aceras; obteniendo como resultado lo siguiente:

Peso de la Muestra 4,66kg.

Tamaño Máximo (TMax) = 1”.

Los pesos retenidos en los tamices fueron los resultados en la tabla 3 y lo contribuye la tabla 4.

Tamiz	Peso Retenido (kg)
1 ½”	0
1”	0,10
¾”	1,5
½”	1,30
3/8”	0,50
¼”	0,44

Fondo	0,44
Peso Total	4,66

Tabla 3. *Peso retenido agregado grueso (escombros).*

Nota: Aguilar y Flores (2015)

Tabla 4. *Determinación de la composición granulométrica del agregado grueso (escombros)*

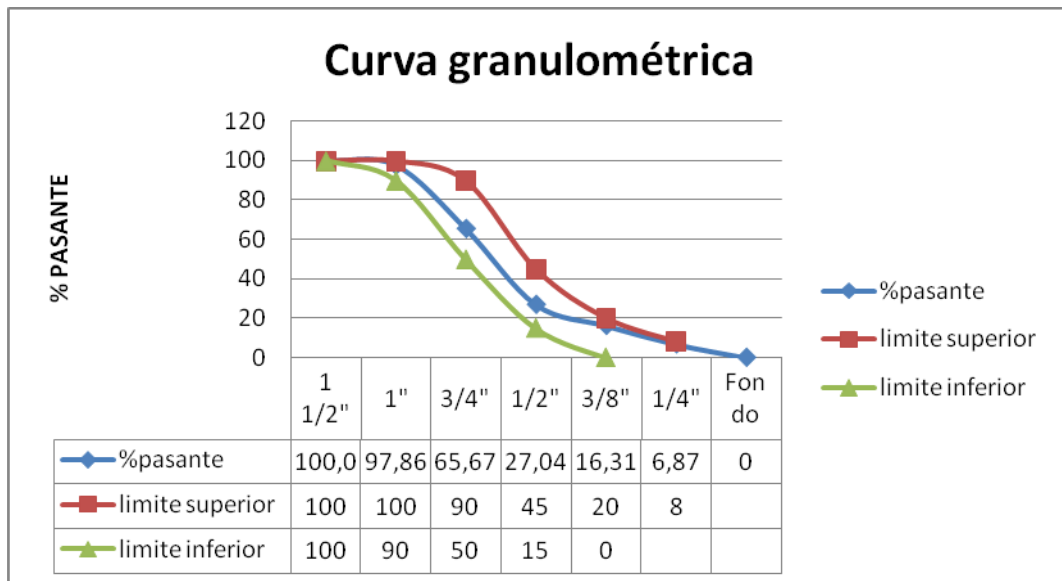
Tamices		Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Pasante
37,50 mm	1 1/2"				100,01
25,00 mm	1"	0,10	2,15	2,15	97,86
19,00 mm	3/4"	1,50	32,19	34,34	65,67
12,50 mm	1/2"	1,80	38,63	72,97	27,04
9,50 mm	3/8"	0,50	10,73	83,7	16,31
6,30 mm	1/4"	0,44	9,44	93,14	6,87
	Fondo	0,32	6,87	100,01	0
Peso Total		4,66	100,01		

Nota: Aguilar y Flores (2015)

Observaciones

Para que la muestra sea aceptada granulométricamente los resultados contenidos en la gráfica 2 tienen que estar dentro del nivel mínimo límite y máximo límite en la misma.

Gráfica 2. *Curva granulométrica agregado grueso (escombros)*



Nota: Aguilar y Flores (2015)

Análisis e Interpretación De Los Resultados

Podemos apreciar en la gráfica 2 mostrada que la curva granulométrica está entre el límite superior y el límite inferior, lo que indica que la muestra de Escombros analizada cumple con la Norma Venezolana #277, y que podrá ser utilizado eficazmente para la realización de los ensayos siguientes.

4.1.3 Determinación de la composición granulométrica del agregado fino (arena)

Fecha: 21/09/2015

NORMA VENEZOLANA 225: Su objetivo es determinar por cernido la distribución de los tamaños de las partículas de agregado fino arena proveniente de la Mina Cara Cara, Maco Maco, Sector la Cumaca, estado Carabobo.

Objetivos

- Determinar por cernido la distribución de los tamaños de las partículas del agregado fino como lo indica la Norma Venezolana #255.
- Realizar curva granulométrica del agregado fino para saber si está dentro de los límites que indica la Norma Venezolana #277.
- Determinar el módulo de finura del agregado fino.

- Comprobar si la arena que será ensayada es apta para la elaboración del concreto.

Procedimiento

1. Secar completamente la muestra en un horno a temperatura de 110°C.
2. Tomar una muestra del material, mínimo de 500g tratando de tomar esta cantidad de material exacta.
3. Ensamblar los tamices en orden de tamaño de aberturas decrecientes desde arriba hacia abajo y colocar la muestra en el tamiz superior.
4. Se ensamblan los tamices en el siguiente orden, #3/8, #4, #8, #16, #30, #50, #100, #200.
5. Agite los tamices por medios mecánicos durante un periodo de tiempo tal que no pase más del 1% de la masa del residuo por cualquier tamiz.

Materiales Y Herramientas

- Se utilizaron 523,9g de Agregado Fino.
- Mesón.
- Cuchara.
- Envase metálico o tara.
- Peso pequeño.
- Tamices N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100, N°200, Fondo

Presentación De Datos Y Cálculos de peso y composición en la tabla 5 y tabla 6.

Tabla 5. *Pesos retenidos agregado fino (arena).*

Tamices	Peso Retenido
9,50 mm	3/8"

6,35 mm	1/4"	
4,75 mm	N° 4	31,00
2,36 mm	N° 8	34,30
1,18 mm	N° 16	102,10
600 μm	N° 30	117,10
300 μm	N° 50	94,30
150 μm	N° 100	80,60
75 μm	N° 200	39,00
	Fondo	11,60
	Peso Total	5,30
		515,30

Nota: Aguilar y Flores (2015)

- Porcentaje Retenido Parcial:

- Ecuación: Peso Total → 100%.

 Peso Retenido → X (%Retenido Parcial)

- Tamiz 3/8": 515,3 g → 100%

 0 g → X X = 0%

- Tamiz 1/4": 515,3 g → 100%

 31 g → X X = 6,02%

- Tamiz N°4: 515,3 g → 100%

 34,3g → X X = 6,66%

- Tamiz N°8: 515,3 g → 100%

 102,1g → X X = 19,81%

- Tamiz N°16: 515,3 g → 100%
117,1g → X X = 22,72%
- Tamiz N°30: 515,3 g → 100%
94,3 g → X X = 18,30%
- Tamiz N°50: 515,3 g → 100%
80,6 g → X X = 15,64%
- Tamiz N°100: 515,3 g → 100%
39 g → X X = 7,57%
- Tamiz N°200: 515,3 g → 100%
11,6 g → X X = 2,25 %

- Porcentaje Retenido Acumulado:

Ecuación: % Ret. Acumulado = % Ret. Acumulado + % Ret. Parcial

- Tamiz 3/8": % Ret. Acumulado = 0% + 0%
% Ret. Acumulado = 0%
- Tamiz 1/4": % Ret. Acumulado = 0% + 6,02%
% Ret. Acumulado = 6,02%
- Tamiz N°4: % Ret. Acumulado = 6,02% + 6,66%
% Ret. Acumulado = 12,67%

- Tamiz N°8: % Ret. Acumulado = 12,67% + 19,81%
% Ret. Acumulado = 32,49%
- Tamiz N°16: % Ret. Acumulado = 32,49% + 22,72%
% Ret. Acumulado = 55,21%
- Tamiz N°30: % Ret. Acumulado = 55,21% + 18,30%
% Ret. Acumulado = 73,51%
- Tamiz N°50: % Ret. Acumulado = 73,51% + 15,64%
% Ret. Acumulado = 89,15%
- Tamiz N°100: % Ret. Acumulado = 89,15% + 7,57%
% Ret. Acumulado = 96,72%
- Tamiz N°200: % Ret. Acumulado = 96,72% + 2,25%
% Ret. Acumulado = 98,97%
- Fondo: % Ret. Acumulado = 98,97% + 1,03%
% Ret. Acumulado = 100%

- Porcentaje Pasante:

Ecuación: % Pasante = % Pasante Anterior - % Ret. Parcial

- Tamiz 3/0": % Pasante = 100% - 0%
% Pasante = 100%

- Tamiz 1/4": % Pasante = 100% – 6,02%
% Pasante = 93,98%
- Tamiz N°4: % Pasante = 93,98% – 6,66%
% Pasante = 87,33%
- Tamiz N°8: % Pasante = 87,33% – 19,81%
% Pasante = 67,51%
- Tamiz N°16: % Pasante = 67,51 – 22,72%
% Pasante = 44,79%
- Tamiz N°30: % Pasante = 44,79% – 18,30%
% Pasante = 26,49%
- Tamiz N°50: % Pasante = 26,49% – 15,64%
% Pasante = 10,85%
- Tamiz N°100: % Pasante = 10,85% – 7,57%
% Pasante = 3,28%
- Tamiz N°200: % Pasante = 3,28% – 2,25%
% Pasante = 1,03%
- Fondo: % Pasante = 1,03% – 1,03%
% Pasante = 0.01%

Tabla 6. *Determinación de la composición granulométrica del agregado fino (arena).*

Tamices		Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Pasante
9,50 mm	3/8"				100
6,35 mm	1/4"	31	6,02	6,02	93,98
4,75 mm	N° 4	34,3	6,66	12,67	87,33
2,36 mm	N° 8	102,1	19,81	32,49	67,51

1,18 mm	N° 16	117,1	22,72	55,21	44,79
600 μm	N° 30	94,3	18,30	73,51	26,49
300 μm	N° 50	80,6	15,64	89,15	10,85
150 μm	N° 100	39	7,57	96,72	3,28
75 μm	N° 200	11,6	2,25	98,97	1,03
	Fondo	5,3	1,03	100,00	0,00
Peso Total		515,3	100		0

Nota: Aguilar y Flores (2015)

Módulo de Finura:

Procedimiento:

Se suma los porcentajes acumulados retenidos desde el tamiz #100 hasta el tamiz 3/8" y se divide entre 100.

Ecuación:

$$MF = [\%Ret. Acumulado \#100 + \%Ret. Acumulado \#50 + \%Ret. Acumulado \#30 + \%Ret. Acumulado \#16 + \%Ret. Acumulado \#8 + \%Ret. Acumulado \#4 + \%Ret. Acumulado 1/4" + \%Ret. Acumulado 3/8"] / 100$$

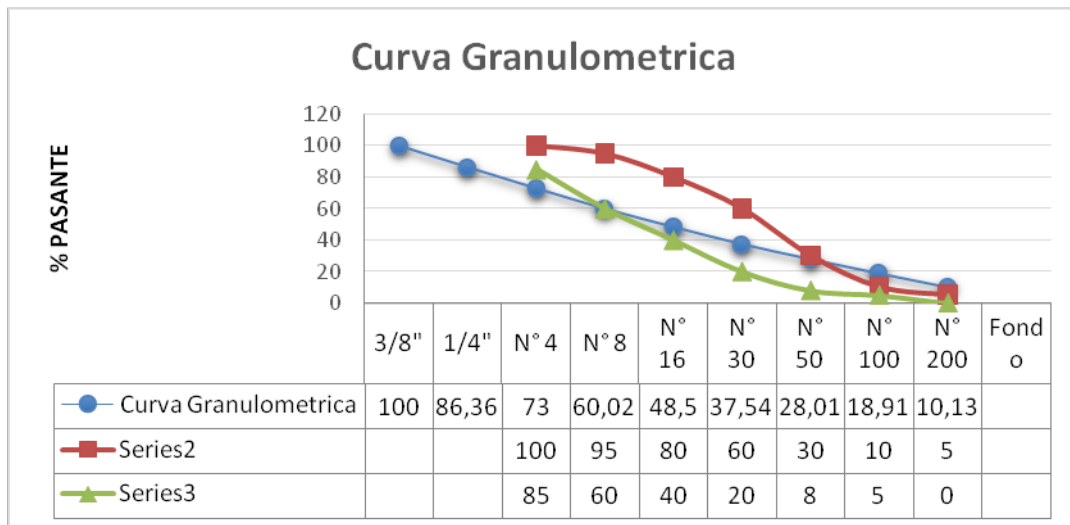
$$MF = [96,72+89,15+73,51+55,21+32,49+12,67+6,02] / 100$$

$$MF = 3.66$$

Observaciones

Para que dicha muestra sea aceptada granulométricamente los resultados contenidos en la gráfica 3 tienen que estar dentro del nivel mínimo límite y máximo.

Grafica 3. *Curva Granulométrica de la Arena.*



Nota: Aguilar y Flores (2015)

Análisis e Interpretación De Los Resultados

Realizando el procedimiento indicado en la Norma Venezolana #255, se pudo obtener satisfactoriamente los datos necesarios para poder graficar la curva granulométrica del agregado fino y también el módulo de finura de la arena ensayada que es un módulo de finura aceptable.

En la gráfica 3 mostrada se observa que la curva granulométrica no está entre el límite superior y el límite inferior, lo que nos indica que la muestra de Arena analizada no cumple con la Norma Venezolana #277, ya que contiene bajo nivel de porcentaje pasantes de partículas de tamaño 3/8" y 1/4", y a su vez contiene alto nivel del partículas pasantes del tamiz N°100 y el Tamiz N°200.

Por lo cual se realizó cambio en el material para que cumpliera con lo establecido en la Norma Venezolana #277 y pudiera ser utilizado para los ensayos siguientes.

4.1.4 Determinación de la composición granulométrica del agregado fino (plástico).

Debido a que no existe ensayos de granulometría para el plástico se tomara el ensayo de agregado fino de materias como indicativo, así mismo, cumpliendo con el procedimiento se procedió a realizar dicho ensayo al plástico proveniente de la compañía RECIPLAST.ca obteniendo los siguientes resultados:

Presentación de datos y cálculos y composición tabla 7 y 8.

Tabla 7. Pesos retenidos agregado fino (plástico).

Tamices		Peso Retenido
9,50 mm	3/8"	
6,35 mm	1/4"	44,1
4,75 mm	N° 4	239,2
2,36 mm	N° 8	201,9
1,18 mm	N° 16	18,8
600 µm	N° 30	6,3
300 µm	N° 50	5,3
150 µm	N° 100	
75 µm	N° 200	
	Fondo	5,3
	Peso Total	520,9

Nota: Aguilar y Flores (2015)

Tabla 8. Determinación granulométrica de del agregado Fino (plástico).

Tamices		Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Pasante
9,50 mm	3/8"				100
6,35 mm	1/4"	44,1	8,47	8,47	91,53
4,75 mm	N° 4	239,2	45,92	54,39	45,61
2,36 mm	N° 8	201,9	38,76	93,15	6,85
1,18 mm	N° 16	18,8	3,61	96,76	3,24
600 µm	N° 30	6,3	1,21	97,97	2,03
300 µm	N° 50	5,3	1,02	98,99	1,01
150 µm	N° 100			98,99	1,01
75 µm	N° 200			98,99	1,01
	Fondo	5,3	1,02	100,01	0
	Peso Total	520,9	100,0		0

Nota: Aguilar y Flores (2015)

Módulo de Finura:

Procedimiento: Se suma los porcentajes acumulados retenidos desde el tamiz #100 hasta el tamiz 3/8" y se divide entre 100.

Ecuación:

$$MF = [\%Ret. Acumulado \#100 + \%Ret. Acumulado \#50 + \%Ret. Acumulado \#30 + \%Ret. Acumulado \#16 + \%Ret. Acumulado \#8 + \%Ret. Acumulado \#4 + \%Ret. Acumulado 1/4" + \%Ret. Acumulado 3/8"] / 100$$

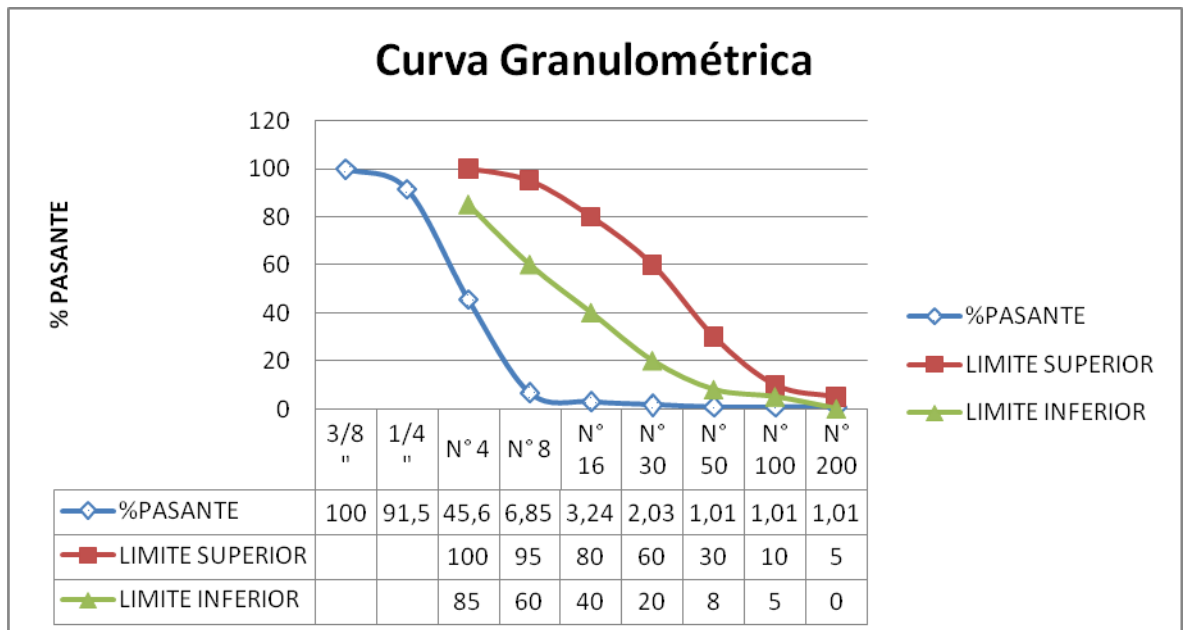
$$MF = [98,99+97,97+96,76+93,15+54,39+8,47] / 100$$

$$MF = 4,49$$

Observaciones

Para que la muestra sea aceptada granulométricamente los resultados contenidos en la gráfica tienen que estar dentro del nivel mínimo límite y máximo.

Gráfico 4. *Curva granulométrica del agregado fino (Plástico)*



Nota: Aguilar y Flores (2015)

Análisis e Interpretación De Los Resultados

Realizando el procedimiento indicado en la Norma Venezolana #255, se pudo obtener satisfactoriamente los datos necesarios para poder graficar la curva granulométrica del agregado fino y también el módulo de finura de la arena ensayada que es un módulo de finura aceptable.

En la gráfica 4 mostrada se observa que la curva granulométrica no está entre el límite superior y el límite inferior, lo que nos indica que la muestra de Plástico analizada no cumple con la Norma Venezolana #277, por lo que es necesario acomodar el material utilizando arena para que, así cumpla con los estándares establecidos en la norma.

4.1.5 Determinación del contenido de terrones de arcilla y partículas desmenuzables agregado grueso (piedra)

NORMA VENEZOLANA 257: su objetivo es determinar el contenido de terrones de arcilla y partículas desmenuzables en agregados.

Tipo de agregado: grueso (piedra).

Procedimiento

- Secar completamente la muestra en un horno hasta una masa constante a una temperatura de 110°C.
- Tomar una muestra de un peso aproximado de 1000g la cual llamaremos (W0). Esta muestra consiste en partículas pasantes del tamiz #4 y retenidas en el tamiz #16.
- Tomar la muestra pesada y extiéndala en una capa delgada en el fondo de un envase. Cúbrala con agua destilada y deje reposar por 24 horas.
- Al cumplir el lapso de tiempo en remojo discierna la muestra con los dedos, sin usar las uñas.
- Realizar un cernido húmedo dejando pasar el agua sobre la muestra a través de un tamiz mientras lo agita manualmente hasta eliminar las partículas de menor tamaño.
- Sacar cuidadosamente las partículas retenidas en el tamiz.
- Secar completamente la muestra en el horno hasta una masa constante a una Temperatura De 110°C, Déjela Enfriar Y Luego Pesarla Esto Lo Llamaremos (W1).

Resultados

$$P = ((W0-W1) \div (W0)) * 100\% = 0.13\%$$

Observaciones

El peso inicial de la muestra fue 4732.5g y peso de la muestra seca retenida en el tamiz utilizado después de lavada de 4726.20g.

4.1.6 Determinación del contenido de terrones de arcilla y partículas desmenuzables agregado grueso (escombro)

Se establece el mismo procedimiento de la muestra anterior según la NORMA VENEZOLANA 257: su objetivo es determinar el contenido de terrones de arcilla y partículas desmenuzables en agregados, obteniendo los siguientes resultados

Tipo de agregado: grueso (escombros).

Datos:

W0= 4730g

W1= 4725g

RESULTADOS

$$P = ((W0-W1) \div (W0)) * 100\% = 0,105\%$$

Observaciones

El peso inicial de la muestra fue de 4730 g y el peso de la muestra seca retenida en el tamiz utilizado después de lavada fue de 4725g.

4.1.7 Determinación del contenido de terrones de arcilla y partículas desmenuzables agregado fino

NORMA VENEZOLANA 257: su objetivo es determinar el contenido de terrones de arcilla y partículas desmenuzables en agregados.

Tipo de agregado: Fino (arena).

Resultados

$$P = ((W0-W1) \div (W0)) * 100\% = 0.68\%$$

Observaciones

El peso inicial de la muestra fue de 1096.80 g y el peso de la muestra seca retenida en el tamiz utilizado después de lavada fue de 1089g.

4.1.8 Determinación De Partículas Planas, Largas O Plani-Largas.

NORMA VENEZOLANA 264: Su objetivo es determinar porcentaje de partículas planas, largas o plani-largas.

Tipo de agregado: grueso (escombros), tamaño máximo 2”.

Procedimiento

1. Tomar una muestra representativa del material, el número de partículas debe ser mayor a 60.
2. Si se efectúa el ensayo por clasificación manual, cuente todas las partículas de muestra (nt).

3. Mediante un calibrador o Vernier, se determinara para cada partícula su longitud (l), anchura (b) y espesor (d).
 - a. Partículas largas (nl): $l/b \geq 1.5$
 - b. Partículas planas (np): $d/b \leq 0.5$
4. Contar partículas largas y las partículas cortas.

Resultados

Por masa: Porcentaje Partículas largas= $(ml/mt)*100= 47,71\%$

Por conteo: Porcentaje Partículas largas= $(nl/nt)*100= 36.36\%$

Por masa: Porcentaje partículas planas= $(mp/mt)*100= 23.99\%$

Por conteo: Porcentaje partículas planas= $(np/nt)*100= 18.18\%$

Plani-Largas (por conteo)= %partículas largas +%partículas planas =58.58%

Plani-Largas (por masa)=% partículas largas +%partículas planas=66.7%

Observaciones

Para esta práctica se realizó una separación de 11 piedras, con el fin de medirlas en 3 dimensiones y poder aprender, de estas medidas se partió para realizar la tabla 9:

Tabla 9. Partículas Planas, Largas O Plani-Largas.

Numero De Piedra	Largo(L)	Ancho(B)	Espesor(D)	Partículas Largas $L/B \geq 1,5$	Partículas Planas $D/B \leq 0,5$
1	3.9	2.8	2.1	1,392	0,75
2	5	3.7	2	1,35	0,59
3	5.5	4.4	1.9	1,22	0,82
4	4.9	2.9	2.4	1,6	0,6
5	4.5	3	1.8	1,5	0,75
6	7	4.6	3	1,52	0,65
7	3.3	2.8	1.8	1.18	0.64
8	5.7	5	1.1	1,14	0.22
9	7	3.7	2.3	1,89	0,62
10	3.1	3	2.6	1.03	0.87
11	3.75	3.05	2.15	1.22	0.70

Nota: Aguilar y Flores (2015)

Para la resolución de este ensayo se usaron los datos que se muestran a continuación:

- Masa de la muestra (mt) 503.8g.
- Nro. de partículas de la muestra (nt) =11 piezas.
- Masa de partículas largas (ml) 215.2g.
- Masa de las partículas planas (mp) 120.9g.
- Nro. de partículas largas= 2 piezas.
- Nro. de partículas planas= 4 piezas.
- Nro. de partículas “OK”= 5 piezas.

Análisis De Resultados E Interpretación De Resultados

Se encontró que las partículas ensayadas de la muestra de escombros cumplen con las características apropiadas para un material de aceptable calidad establecido en la Norma Venezolana 264.

4.2 Evaluar la resistencia de cada material a través de un ensayo de resistencia al concreto.

4.2.1 Diseño de concreto para los ensayos de resistencia.

4.2.1.1 Muestra 1 (concreto normal).

Se diseñó una mezcla de concreto tomando como referencia el uso residencial, en un ambiente no agresivo, para lo cual se utilizara una piedra picada con tamaño máximo de 1” y una arena natural combinados adecuadamente con un $\beta = 0,45$. La resistencia específica es 250kg/cm^2 a los 28 días no se conoce la desviación estándar y se prevé con un control de calidad intermedio.

Solución:

1. Cuando el valor de la desviación estándar es desconocido y solos se conoce el tipo de control de calidad que se espera tener, la resistencia requerida a la compresión (F_{cr}) se denomina a través de la siguiente tabla 10.

Tabla 10. Resistencia promedio a la compresión requerida, F_{cr} cuando no se conoce la desviación estándar.

RESISTENCIA ESPECIFICADA A LA COMPRESIÓN f'_c , kgf/cm ²	RESISTENCIA PROMEDIO A LA COMPRESIÓN REQUERIDA f'_{cr} , kgf/cm ²		
	Excelente Control de Calidad	Control de Calidad Aceptable	Sin Control de Calidad
Menor de 210 kgf/cm ² ⁽¹⁾	$f'_c + 45$	$f'_c + 80$	$f'_c + 130$
De 210 a 350 kgf/cm ²	$f'_c + 60$	$f'_c + 95$	$f'_c + 170$
Mas de 350 kgf/cm ²	$f'_c + 75$	$f'_c + 110$	$f'_c + 210$

Nota: (1) En áreas sísmicas f'_c no será menor de 210 kgf/cm² (Véase la Sección 5.2.1)

(Fondonorma 1753:2006).

Tomando como punto de partida la resistencia especificada y el tipo de control, entonces para un $R'_c = 250$ kg/cm² y un control de calidad intermedio se tiene que $F_{cr} = R'_c + 95$; sustituyendo en la ecuación se obtuvo un $F_{cr} = 345$ kg/cm²

2. La resistencia requerida a la compresión (f_{cr}), es un dato necesario para calcular la relación agua cemento (α); para lo cual se obtiene en la siguiente tabla 11:

Tabla 11. Relación agua/cemento cuando no existen datos de resistencia.

RESISTENCIA ESPECIFICADA f'_c , kgf/cm ² ⁽¹⁾	RELACIÓN AGUA/CEMENTO POR PESO	
	CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO	CONCRETO CON AIRE INCORPORADO
150 ⁽²⁾	0,62	0,51
210	0,52	0,42
250	0,44	0,34
300	0,37	(3)
350	(3)	(3)

(1) Resistencia especificada del concreto a la compresión a los 28 días. Para la mayoría de los materiales, las relaciones agua/cemento dadas proporcionan resistencias promedio mayores que las indicadas en la Sección 5.4.2.

(2) En zonas sísmicas no se permiten concretos con resistencias inferiores a 210 kgf/cm²

(3) La dosificación de concretos con resistencias mayores que 300 kgf/cm² sin aire incorporado ó mayores que 250 kgf/cm² con aire incorporado, debe hacerse por los métodos del Artículo 5.4 (experiencias previas, mezclas de tanteo ó ambas).

(Fondonorma 1753:2006)

Siendo $\alpha = 0,44$ asumiendo un concreto sin aire incorporado.

3. En función de la característica del agregado (tamaño máximo y tipo) se deben buscar factores de corrección para α ; para lo cual se emplea las siguientes tablas 12 y 13:

Tabla 12. KR factor para corregir α por tamaño máximo, mm (pulgada).

Tamaño	6,35	9,53	12,7	19,1	25,4	38,1	50,8	63,5	76,2
máximo	(1/4)	(3/8)	(1/2)	(3/4)	(1)	(1 1/2)	(2)	82 1/2	(3)
Factor KR	1,6	1,3	1,1	1,05	1,0	0,91	0,82	0,78	0,74

(Fuente: porrero, et al., 2004)

Sabiendo que el $T_M = 1''$ conseguimos el factor de corrección por T_m , para el caso específico es $K_r = 1$ en cuanto a factor por tipo de material, entramos a la siguiente tabla:

Tabla 13. KR factor para corregir α por tipo de agregado

Finos	Gruesos		Canto rodado (grava natural)
	Triturados	Semitriturados	
Arena natural	1,00	0,97	0,91
Arena triturada	1,14	1,10	0,93

(Fuente: porrero, et al., 2004)

Sabiendo que se empleara una arena natural y una piedra picada, se obtiene que el factor $K_a = 0,91$ se procede a corregir el valor de α , diciendo que $\alpha_c = \alpha \cdot K_r \cdot K_a$

$$\alpha_c = 0,44 \cdot 1,00 \cdot 0,91$$

$$\alpha_c = 0,40 \rightarrow \text{relación de agua cemento por resistencia.}$$

4. Se sabe que la muestra se construirá en un ambiente no agresivo, con ese dato se verifica en la siguiente tabla 14:

Tabla 14. Máximo valores de α para distintas condiciones de servicio o ambientales.

Posible Tipo De Daño	Condiciones	α Máximo
	Atmosfera común \longrightarrow	0,75
	Litoral	0,60
Deterioro del concreto	Alta humedad relativa	0,55
Corrosión de las armaduras	En contacto con agua no corrosiva	0,50
	En contacto con aguas marina o por salpicadura	0,40

	En suelos selenitosos (con yesos)	0,40
	Ambientes industriales	Según el caso
Deterioro por deslavado o Permeabilidad	Elementos delgado Concreto en masa	0,45 0,65

Fuente: COVENIN1753:2003)

El valor de α para las distintas condiciones ambientales, es denominado “relación agua/cemento por durabilidad” para el caso específico, se tendrá un valor de $\alpha = 0,75$ (atmosfera común).

Ahora al comparar los valores de α por resistencia y α por durabilidad; para decidir cuál es el valor de diseño debe tomar el menor de ellos, ya que así se garantiza que se cumple ambas condiciones, para este caso en particular se tomara $\alpha = 0,40$ por ser el valor mínimo obtenido.

5. Determinar el valor correspondiente al asentamiento (T) que deberá tener la mezcla; sabiendo que se pretende que resulte para una mezcla de edificación.

Tabla 15. Valores usuales de asentamiento con el cono de Abrams

Elemento	Rangos de asentamiento (cm)
Prefabricada	Nulo-6
Fundaciones ciclópeas	3-8
Pedestales, muros de fundaciones armados	4-8
Pavimentos	5-8
Losas, vigas, columnas, muros de corte	6-11
Paredes estructurales delgadas	10-18
Transportado por bombeo	6-18
Autonivelante	Mayor de 18

(Fuente: porrero, et al., 2004)

Se puede tomar el valor correspondiente a losas, vigas y columnas, ya que se construirá una edificación, el cual se encuentra entre 6-11 cm; cualquier valor en ese rango es válido, en este caso usamos el valor promedio $T = 7,5\text{cm}$ (3")

6. Con los valores de α y T, se puede calcular la dosis de cementos, para lo que se usa esta ecuación:

$$C = 117,2 * \frac{T^{0,16}}{\alpha^{1,30}} ; \text{ entonces } C=570 \text{ kg/m}^3$$

7. La dosis de cemento debe ser corregida en función de los agregados, para el TM, a partir de la siguiente tabla 16:

Tabla 16. *CI factor para corregir C por tamaño máximo, mm (pulgadas)*

Tamaño	6,35	9,53	12,7	19,1	25,4	38,1	50,8	63,5	76,2
máximo	(1/4)	(3/8)	(1/2)	(3/4)	(1)	(1 1/2)	(2)	2 1/2	(3)
Factor KR	1,6	1,3	1,1	1,05	1,0	0,91	0,82	0,78	0,74

(Fuente: porrero, et al., 2004)

Sabiendo que el $TM = 1''$ el factor de corrección por T_m , para el caso específico es $C = 1$ en cuanto a factor por tipo de material, entramos a la siguiente tabla 17:

Tabla 17. *C2 factor para corregir C por tipo de agregado*

Finos	Gruesos			Canto rodado
		Triturados	Semitriturados	(grava natural)
Arena natural		1,00	0,93	0,90
Arena triturada		1,28	1,23	0,96

(Fuente: porrero, et al., 2004)

Se tiene $C_2 = 0,90$, se corrige la dosis de cemento:

$$C = 570 * 1 * 0,90$$

$$C = 513 \text{ kg/m}^3$$

8. Según los contenidos de cementos mínimos, recomendado en función de las condiciones de servicio ambiental, según la norma COVENIN 1753:2003, como se muestra en la siguiente tabla 18:

Tabla 18. *Contenido mínimo de cemento en Función de las condiciones de servicio o ambientales.*

CONDICIONES AMBIENTALES	Dosis mínima de
	Cemento kgf/m³
En cualquier circunstancia. Los concretos masivos de represa son un caso especial.	270

(Fuente: porrero, et al., 2004)

Para concreto en cualquier circunstancia (atmosfera normal), la dosis mínima de cemento deberá ser de 270 kgf/m³ y el diseño dice que debe usarse el más alto (513 kgf/m³), ya que se asegura la resistencia y la trabajabilidad.

9. Conociendo la cantidad de cemento y la relación de α , despejamos el agua.

$$\text{Agua} = \alpha * c \rightarrow \text{Agua} = 0,40 * 513 \rightarrow \text{Agua} = 205,2 \text{ kg/m}^3$$

10. Para el cálculo de la dosis de agregado, se parte del principio de que los volúmenes absolutos de todos los componentes de la mezcla deben completar 1m³ = 1000Lt: para lo cual se deben calcular los volúmenes absolutos de cada uno de los componentes, para relacionar peso/volumen, se deben conocer la densidad (peso específico) de cada componente.

Cemento: en la teoría este valor se encuentra entre 3,12 y 3,15 (kg/lit.), sin embargo para efecto de la mezclas se debe considerar un valor más alto, por el orden de los 3,25 – 3,35 (kg/lit). Por lo que se toma un valor promedio en este caso se tomara 3,33kg/lit.

$$C_d = 513 \text{ kg} \rightarrow V_{C_d} = \frac{513 \text{ kg}}{3,33 \frac{\text{kg}}{\text{Lt}}}$$

$$V_{C_d} = 154,1 \text{ Lt/m}^3 \text{ (volumen absoluto del cemento).}$$

Cuando no se dispone de los datos de los pesos específicos de los agregados usualmente se emplea el valor de 2,65 como valor promedio, para ambos agregados y para su combinación entonces:

$$\gamma \text{ A+B} = 2,65 \text{ kg/lit}$$

$$A + G = 2,65 \text{ kg/lit} * (1000 - V_C - V_A - V_{aire})$$

$$A + G = 2,65 \text{ kg/lit} * (1000 - 154,1 - 205,2 - 20,20)$$

$$A + G = 1644,46 \text{ kg/lit}$$

Sabiendo que la relación de β es de 0,45 y que

$$AF = \beta * (A+G), \text{ se tiene que:}$$

$$AF = 0,45 * (1644,46) \rightarrow AF = 740,00 \text{ Kg}$$

Por diferencia se tiene que

AG=904,46 kg

Tabla 19. Proporción de cada uno de los componentes y su agregados para 1m³

	Peso (kg/m ³)	Volumen absoluto (lt/m ³)
CEMENTO	513	154,1
AGUA	205,2	205,2
ARENA	740	279,24
PIEDRA	904,46	341,31
AIRE	-	20,20
TOTAL	2362,66	1000

Nota: Aguilar y Flores (2015)

Volumen de los agregados:

Se calcula usando los pesos unitarios de cada agregado, en el caso de no tener datos al respecto se usaran los valores promedios los cuales son:

$$\gamma_{UAF}=1,55 \text{ kg/Lt} \quad \text{y} \quad \gamma_{UAF}= 1,45\text{kg/Lt}$$

Se tiene que el agregado fino:

$$VAF = \frac{AF}{\gamma} \rightarrow VAF = \frac{740}{1,55} \rightarrow VAF = 477,42 \text{ lt}$$

Se tiene que el agregado grueso:

$$VAG = \frac{AG}{\gamma} \rightarrow VAG = \frac{904,46}{1,45} \rightarrow VAG = 623,76 \text{ lt}$$

Ahora se pretende realizar 6 cilindros de concreto con la dosificación obtenida:

Volumen del Cilindro= $\frac{\pi * D^2}{4} * H$ donde:

$$D=0,15\text{m} \quad H=0,30\text{m}$$

$$V = \frac{\pi * 0,15^2}{4} * 0,30 \rightarrow 5,30 \times 10^{-3} \text{ m}^3 \quad V_m = V * 6 \rightarrow V_m = 0,0318 \text{ m}^3$$

Tabla 20. Dosificación para un volumen de 0,0318m³ mezcla 1.

Tipo	Peso (kg/m ³) para 1m ³	Peso (kg/m ³) para 0,0318 m ³
Agregado Fino	740	23,53
Agregado Grueso	904,46	28,76

Agua	205,2	6,52
Cemento	513	16,31

Nota: Aguilar y Flores (2015)

4.2.1.2 Muestra 2 (concreto escombros)

Se diseñó una mezcla de concreto usando el mismo patrón de referencia que la muestra anterior, en un ambiente no agresivo, para lo cual se utilizara una piedra picada con tamaño máximo de 1” y una arena natural combinados adecuadamente con un $\beta = 0,45$. La resistencia específica es 250 kg/cm^2 a los 28 días no se conoce la desviación estándar y se prevé con un control de calidad intermedio.

Solución:

1. Cuando el valor de la desviación estándar es desconocido y solo se conoce el tipo de control de calidad que se espera tener, la resistencia requerida a la compresión (F_{cr}) se denomina a través de la tabla 10 (pág. 47).

Tomamos como punto de partida la resistencia especificada y el tipo de control, entonces para un $R'_c = 250 \text{ kg/cm}^2$ y un control de calidad intermedio se tiene que $F_{cr} = R'_c + 95$; sustituyendo en la ecuación se obtuvo un $F_{cr} = 345 \text{ kg/cm}^2$

2. La resistencia requerida a la compresión (f_{cr}), es un dato necesario para calcular la relación agua cemento (α); para lo cual se obtiene en la tabla 11 (pág. 48).

Siendo $\alpha = 0,44$

3. En función de la característica del agregado (tamaño máximo y tipo) se buscó factores de corrección para α ; para lo cual se empleó la tabla 12 (pág. 48):

Sabiendo que el $T_M = 1''$ entramos con este dato a la tabla y 13 da el factor de corrección por T_m , para el caso específico es $K_r = 1$ en cuanto a factor por tipo de material, entrados en la tabla 13 (pág. 49).

Sabiendo que se empleara una arena natural y un grueso triturado (escombros), se obtiene que el factor $K_a = 1$ se procede a corregir el valor de α , diciendo que $\alpha_c = \alpha \cdot K_r \cdot K_a$

$$\alpha_c = 0,44 \cdot 1,00 \cdot 1$$

$\alpha_c = 0,44$ -> relación de agua cemento por resistencia

4. Se sabe que la muestra se construirá en un ambiente no agresivo, con ese dato se verifica en la tabla 14 (pág., 49).

El valor de α para las distintas condiciones ambientales, es denominado “relación agua/cemento por durabilidad” para el caso específico, se tendrá un valor de $\alpha = 0,75$ (atmósfera común).

Ahora al comparar los valores de α por resistencia y α por durabilidad; para decidir cuál es el valor de diseño debe tomar el menor de ellos, ya que así se garantiza que se cumple ambas condiciones, para este caso en particular se tomara $\alpha = 0,44$ por ser el valor mínimo obtenido.

5. Determinar el valor correspondiente al asentamiento (T) que deberá tener la mezcla; sabiendo que se pretende que resulte para una mezcla de edificación. Ingresamos en la tabla 15 (pág. 50)

Se puede tomar el valor correspondiente a losas, vigas y columnas, ya que se construirá una edificación, el cual se encuentra entre 6-11 cm; cualquier valor en ese rango es válido, en este caso usaremos el valor promedio $T = 7,5 \text{ cm}$ (3")

6. Con los valores de α_c y T, se puede calcular la dosis de cementos, para lo que se usa esta ecuación:

$$C = 117,2 \cdot \frac{T^{0,16}}{\alpha^{1,30}} ; \text{ entonces } C = 510 \text{ kg/m}^3$$

7. La dosis de cemento debe ser corregida en función de los agregados, para el TM, a partir de la tabla 16 (pág. 51).

Sabiendo que el $TM = 1$ entramos con este dato a la tabla y nos da el factor de corrección por Tm, para el caso específico es $C = 1$ en cuanto a factor por tipo de material, entramos a la tabla 17 (pág. 51).

Se tiene $C_2 = 1$, se corrige la dosis de cemento:

$$C = 510 * 1 * 1$$

$$C = 510 \text{ kg/m}^3$$

8. Según los contenidos de cementos mínimos, recomendado en función de las condiciones de servicio ambiental, según la norma COVENIN 1753:2003, como se muestra en la tabla 18 (pág. 51).

Para concreto en cualquier circunstancia (atmosfera normal), la dosis mínima de cemento deberá ser de 270 kgf/m^3 y el diseño dice que debe usarse el más alto (510 kgf/m^3), ya que se asegura la resistencia y la trabajabilidad.

9. Conociendo la cantidad de cemento y la relación de α , despejamos el agua.

$$\text{Agua} = \alpha * c \rightarrow \text{Agua} = 0,44 * 510 \rightarrow \text{Agua} = 224,4 \text{ kg/m}^3$$

10. Para el cálculo de la dosis de agregado, se parte del principio de que los volúmenes absolutos de todos los componentes de la mezcla deben completar $1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ Lt}$: para lo cual se deben calcular los volúmenes absolutos de cada uno de los componentes, para relacionar peso/volumen, se deben conocer la densidad (peso específico) de cada componente.

Cemento: en la teoría este valor se encuentra entre 3,12 y 3,15 (kg/Lt.), sin embargo para efecto de la mezclas se debe considerar un valor más alto, por el orden de los 3,25 – 3,35 (gr/Lt). Por lo que se toma un valor promedio en este caso se tomara $3,33 \text{ kg/Lt}$.

$$C_d = 510 \text{ kg} \rightarrow V_{C_d} = \frac{510 \text{ kg}}{3,33 \frac{\text{kg}}{\text{Lt}}}$$

$$V_{C_d} = 153,15 \text{ Lt/m}^3 \text{ (volumen absoluto del cemento).}$$

Cuando no se dispone de los datos de los pesos específicos de los agregados usualmente se emplea el valor de 2,65 como valor promedio, para ambos agregados y para su combinación entonces:

$$\gamma A + B = 2,65 \text{ kg/Lt}$$

$$A + G = 2,65 \text{ kg/Lt} * (1000 - V_C - V_A - V_{aire})$$

$$A + G = 2,65 \text{ kg/Lt} * (1000 - 153,15 - 224,4 - 20,08)$$

$$A + G = 1596,28 \text{ kg/lit}$$

Sabiendo que la relación de β es de 0,45 y que

$AF = \beta * (A+G)$, se tiene que:

$$AF = 0,45 * (1596,28) \rightarrow AF = 718,33 \text{ Kg}$$

Por diferencia se tiene que

$$AG = 877,95 \text{ kg.}$$

Tabla 21. Proporción de cada uno de los componentes y su agregados para 1 m^3 mezcla 2.

	Peso (kg/m^3)	Volumen absoluto (lt/m^3)
CEMENTO	510	153,15
AGUA	224,4	224,4
ARENA	718,33	271,06
PIEDRA	877,95	331.30
AIRE	-	20.08
TOTAL	2230,68	1000

Nota: Aguilar y Flores (2015)

Volumen de los agregados:

Se calcula usando los pesos unitarios de cada agregado, en el caso de no tener datos al respecto se usaran los valores promedios los cuales son:

$$\gamma_{UAF} = 1,55 \text{ kg/Lt} \quad \text{y} \quad \gamma_{UAG} = 1,45 \text{ kg/Lt}$$

Se tiene que el agregado fino:

$$VAF = \frac{AF}{\gamma_{UAF}} \rightarrow VAF = \frac{718,33}{1,55} \rightarrow VAF = 463,43 \text{ lt}$$

Se tiene que el agregado grueso:

$$VAG = \frac{AG}{\gamma_{UAG}} \rightarrow VAG = \frac{877,95}{1,45} \rightarrow VAG = 605,48 \text{ lt}$$

Ahora se pretende realizar 6 cilindros de concreto con la dosificación obtenida:

$$\text{Volumen del Cilindro} = \frac{\pi * D^2}{4} * H \quad \text{donde:}$$

$$D = 0,15 \text{ m}$$

$$H=0,30\text{m}$$

$$V = \frac{\pi * 0,15^2}{4} * 0,30 \rightarrow 5,30 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$V_m = V * 6 \rightarrow V_m = 0,0318 \text{ m}^3$$

Tabla 22. Dosificación para un volumen de 0,0318m³ mezcla 2.

Tipo	Peso (kg/m ³) para 1m ³	Peso (kg/m ³) para 0,0318 m ³
Agregado Fino	718,33	22,84
Agregado Grueso	877,95	27,92
Agua	224,4	7,14
Cemento	510	16,31

Nota: Aguilar y Flores (2015)

4.2.1.3 Muestra 3 (concreto a base de plástico)

Se diseñó una mezcla de concreto tomando en cuenta las siguientes condiciones, en un ambiente no agresivo, para lo cual se utilizara una piedra picada con tamaño máximo de 1" y plástico (polietileno) con solo un 20% de arena natural, combinados adecuadamente con un $\beta = 0,45$. La resistencia específica es 250kg/cm² a los 28 días no se conoce la desviación estándar y se prevé con un control de calidad intermedio.

Solución:

1. Cuando el valor de la desviación estándar es desconocido y solos se conoce el tipo de control de calidad que se espera tener, la resistencia requerida a la compresión (F_{cr}) se denomina a través de la tabla 10 resistencia promedio a la compresión requerida, F_{cr} , cuando no se conoce la desviación estándar

Tomando como punto de partida la resistencia especificada y el tipo de control, entonces para un $R'_c = 250 \text{ kg/cm}^2$ y un control de calidad intermedio se tiene que $F_{cr} = R'_c + 95$; sustituyendo en la ecuación se tiene un $F_{cr} = 345 \text{ kg/cm}^2$

2. La resistencia requerida a la compresión (f_{cr}), es un dato necesario para calcular la relación agua cemento (α); para lo cual se obtiene en la siguiente tabla

Tabla 11: relación agua/cemento cuando no existen datos de resistencia

Siendo $\alpha=0,44$

3. En función de la característica del agregado (tamaño máximo y tipo) se deben buscar factores de corrección para α ; para lo cual se emplea los datos de la Tabla 12: KR factor para corregir α por tamaño máximo, mm (pulgadas).

Sabiendo que el TM= 1” entramos con este dato a la tabla y nos da el factor de corrección por Tm, para el caso específico es $K_r= 1$ en cuanto a factor por tipo de material, entramos a la tabla 13 (pág. 49).

Sabiendo que se empleara un plástico en sustitución de un 80% arena convencional y un canto rodado, se escoge que el factor $K_a= 0,93$ como un indicativo ya que no se le conoce un factor de corrección para este tipo se asume el mínimo, se procede a corregir el valor de α , diciendo que $\alpha_c = \alpha * K_r * K_a$

$$\alpha_c = 0,44 * 1,00 * 0,93$$

$\alpha_c = 0,41$ -> relación de agua cemento por resistencia

4. Se sabe que la muestra se construirá en un ambiente no agresivo, con ese dato se verifica en la tabla 14 (pág. 49).

El valor de α para las distintas condiciones ambientales, es denominado “relación agua/cemento por durabilidad” para el caso específico, se tendrá un valor de $\alpha = 0,75$ (atmosfera común).

Ahora al comparar los valores de α por resistencia y α por durabilidad; para decidir cuál es el valor de diseño debe tomar el menor de ellos, ya que así se garantiza que se cumple ambas condiciones, para este caso en particular se tomara $\alpha = 0,41$ por ser el valor mínimo obtenido.

5. Determinar el valor correspondiente al asentamiento (T) que deberá tener la mezcla; sabiendo que se pretende que resulte para una mezcla de edificación. Identificados en la tabla 15 (pág. 50).

Se puede tomar el valor correspondiente a losas, vigas y columnas, ya que se construirá una edificación, el cual se encuentra entre 6-11 cm; cualquier valor

en ese rango es válido, en este caso usaremos el valor promedio $T = 7,5\text{cm}$ (3”), se toma este valor como representativo.

6. Con los valores de α y T , se puede calcular la dosis de cementos, para lo que se usa esta ecuación:

$$C = 117,2 * \frac{T^{0,16}}{\alpha^{1,30}} ; \text{ entonces } C = 560\text{kg/m}^3$$

7. La dosis de cemento debe ser corregida en función de los agregados, para el T_m , a partir de la tabla 16 (pág. 5).

Sabiendo que el $T_m = 1$ ” entramos con este dato a la tabla y nos da el factor de corrección por T_m , para el caso específico es $C = 1$ en cuanto a factor por tipo de material, entramos a la tabla 17 (pág. 51).

Basándose en que se empleara un plástico en sustitución de un 80% arena convencional y un canto rodado, se escoge que el factor como un indicativo en Se tiene $C_2 = 0,96$, se corrige la dosis de cemento:

$$C = 560 * 1 * 0,96$$

$$C = 537,6 \text{ kg/m}^3$$

8. Según los contenidos de cementos mínimos, recomendado en función de las condiciones de servicio ambiental, según la norma COVENIN 1753:2003, como se muestra en la tabla 18 (pág. 51).

Para concreto en cualquier circunstancia (atmosfera normal), la dosis mínima de cemento deberá ser de 270 kgf/m^3 y el diseño dice que debe usarse el más alto ($537,6 \text{ kgf/m}^3$), ya que se asegura la resistencia y la trabajabilidad.

9. Conociendo la cantidad de cemento y la relación de α , despejamos el agua.

$$\text{Agua} = \alpha * c \rightarrow \text{Agua} = 0,41 * 537,3 \rightarrow \text{Agua} = 235,18\text{kg/m}^3$$

10. Para el cálculo de la dosis de agregado, se parte del principio de que los volúmenes absolutos de todos los componentes de la mezcla deben completar $1\text{m}^3 = 1000\text{Lt}$: para lo cual se deben calcular los volúmenes absolutos de cada uno de los componentes, para relacionar peso/volumen, se deben conocer la densidad (peso específico) de cada componente.

Cemento: en la teoría este valor se encuentra entre 3,12 y 3,15 (kg/lit.), sin embargo para efecto de la mezclas se debe considerar un valor más alto, por el orden de los 3,25 – 3,35 (kg/lit.). Por lo que se toma un valor promedio en este caso se tomara 3,33kg/lit

$$Cd = 537,6 \text{ kg} \rightarrow VCd = \frac{537,6 \text{ kg}}{3,33 \frac{\text{kg}}{\text{Lt}}}$$

VCd= 161,44 Lt/m³ (volumen absoluto del cemento).

Cuando no se dispone de los datos de los pesos específicos de los agregados usualmente se emplea el valor de 2,65 como valor promedio, para ambos agregados y para su combinación entonces:

$$\gamma_{A+B} = 2,65 \text{ kg/lit}$$

$$A + G = 2,65 \text{ kg/lit} * (1000 - VC - VA - Vaire)$$

$$A + G = 2,65 \text{ kg/lit} * (1000 - 161,44 - 235,18 - 21,17)$$

$$A + G = 1542,86 \text{ kg/lit}$$

Sabiendo que la relación de β es de 0,45 y que

$$AF = \beta * (A + G), \text{ se tiene que:}$$

$$AF = 0,45 * (1542,86) \rightarrow AF = 694,28 \text{ Kg}$$

Por diferencia se tiene que

$$AG = 848,58 \text{ kg}$$

Tabla 23. Proporción de cada uno de los componentes y su agregados para 1m³ 80% plástico y 20% de arena.

	Peso (kg/m ³)	Volumen absoluto (lt/m ³)
CEMENTO	537,6	161,44
AGUA	235,18	235,18
ARENA	69,43	
Plástico	624,85	
PIEDRA	848,58	320,22
AIRE	-	21,17
TOTAL	2315,64	1000

Nota: Aguilar y Flores (2015)

Volumen de los agregados:

|Se calcula usando los pesos unitarios de cada agregado, en el caso de no tener datos al respecto se usaran los valores promedios los cuales son:

$$\gamma_{UAF}=1,55 \text{ kg/Lt} \quad \text{y} \quad \gamma_{UAF}= 1,45\text{kg/Lt}$$

Se tiene que el agregado fino:

$$VAF= \frac{AF}{\gamma} \rightarrow VAF= \frac{740}{1,55} \rightarrow VAF= 477,42 \text{ lt}$$

Se tiene que el agregado grueso:

$$VAG= \frac{AG}{\gamma} \rightarrow VAG= \frac{904,46}{1,45} \rightarrow VAG= 623,76 \text{ lt}$$

Ahora se pretende realizar 6 cilindros de concreto con la dosificación obtenida:

$$\text{Volumen del Cilindro}= \frac{\pi * D^2}{4} * H \quad \text{donde:}$$

$$D=0,15\text{m} \quad H=0,30\text{m}$$

$$V= \frac{\pi * 0,15^2}{4} * 0,30 \rightarrow 5,30 \times 10^{-3} \text{ m}^3 \quad V_m= V*6 \rightarrow V_m=0,0318\text{m}^3$$

Tabla 24. Dosificación para un volumen de 0,0318m³ mezcla 3

Tipo	Peso (kg/m ³)para 1m ³	Peso (kg/m ³) para 0,0318 m ³
Agregado Fino	694,28	22,08
Agregado Grueso	848,58	26,94
Agua	235,18	7,48
Cemento	537,6	17,09

Nota: Aguilar y Flores (2015)

Nota: debido a que el plástico es un agregado no convencional no hay datos tabulados por norma; esto ocasiona que algunos datos obtenidos sean empíricamente, partiendo de la característica que se aproximaban al material, esto ocasiona error a la hora de la preparación de la mezcla.

4.2.1.4 Muestra 4

Para esta muestra se tomaron los mismos valores de la muestra anterior pero con un porcentaje de 70% arena y 30% plástico para el agregado fino.

4.2.2 Características Físicas del concreto:

Para determinar las características físicas del concreto es necesario conocer la trabajabilidad que se obtiene a través del ensayo de asentamiento la norma COVENIN 339-2000 método para la medición del asentamiento para el cono de abrams, como la densidad promedio de cada tipo de muestra según la fórmula de densidad:

$$\text{Densidad} = \frac{\text{Masa}}{\text{Volumen}} = \frac{M}{V}$$

Luego de realizar las mezclas los valores de trabajabilidad fueron los siguientes:

Tabla 25. *Valores de asentamiento por muestra.*

Muestra	1	2	3	4
Valor de asentamiento	5cm	12cm	0	1cm

Nota: Aguilar y Flores (2015)

Nótese que los valores de trabajabilidad de la muestra 1 y 2 están aceptados según lo establece la norma COVENIN 1753:2003, aunque entre si varían en casi el doble esto se pudo deber a que la mezcla fue batida a mano por lo tanto el contenido de agua vario considerando las condiciones del suelo y del clima al momento de realizar la mezcla; por otra parte la muestra 3 y 4 presentaron valores muy inferiores y hasta 0cm de asentamiento, aunque es importante resaltar la alta trabajabilidad a la hora del mezclado, ya que el peso de la mezcla era muy liviano por la composición del plástico pero de difícil compactación.

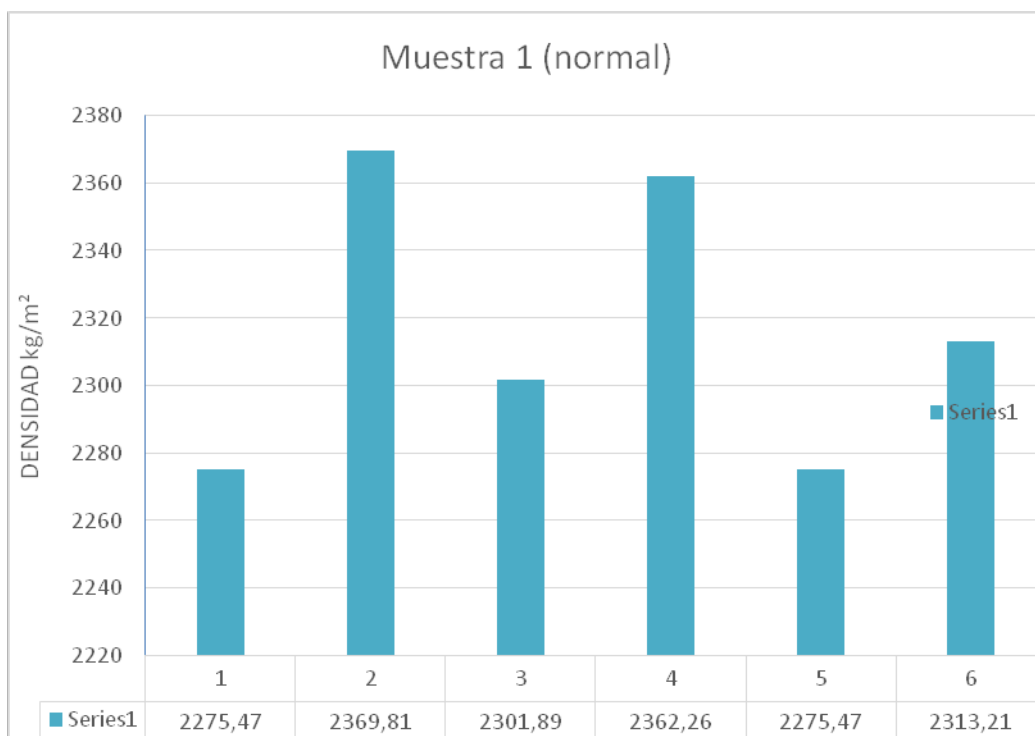
Cada cilindro fue pesado para obtener la densidad de cada uno y así como el promedio de las muestras.

Tabla 26. *Densidad de las muestras*

N°	muestra 1			muestra 2			muestra 3			muestra 4		
	masa	Vol	Den	Masa	Vol	Den	Masa	Vol	Den	Masa	Vol	Den
1	12,06	0,0053	2275,47	11,58	0,0053	2184,91	7,16	0,0053	1350,94	9,1	0,005	1716,98
2	12,56	0,0053	2369,81	11,66	0,0053	2200,00	7,28	0,0053	1373,58	9,04	0,005	1705,66
3	12,2	0,0053	2301,89	11,24	0,0053	2120,75	6,88	0,0053	1298,11	8,62	0,005	1626,42
4	12,52	0,0053	2362,26	11,34	0,0053	2139,62	6,92	0,0053	1305,66	8,54	0,005	1611,32
5	12,06	0,0053	2275,47	11,56	0,0053	2181,13	6,52	0,0053	1230,19	8,52	0,005	1607,55
6	12,26	0,0053	2313,21	11,38	0,0053	2147,17	6,64	0,0053	1252,83	8,62	0,005	1626,42
		prom	2316,3522		prom	2162,264151		prom	1301,8868		prom	1649,0566

Nota: Aguilar y Flores (2015)

Gráfico 5: Densidad de la muestra 1.

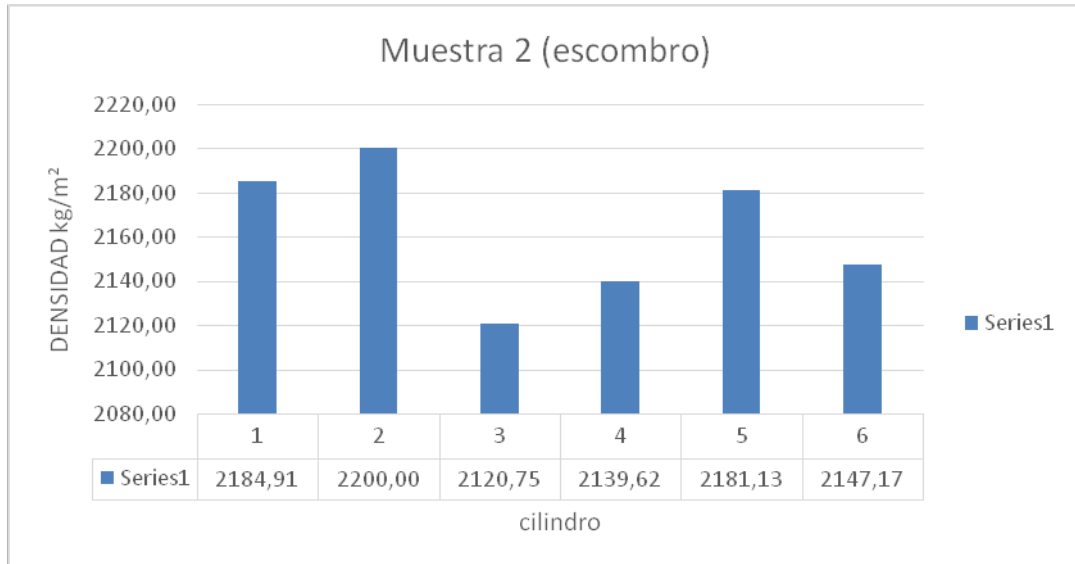


Nota: Aguilar y Flores (2015)

En el gráfico 5 se puede observar que las densidades de los cilindros 1 y 5 oscila en torno a los 2200 kg/cm², sin embargo las densidades de los cilindros 2, 3, 4 y 6 están alrededor de los 2300 kg/cm². La variación de dichos resultados

podría deberse a varios factores, como los son error de compactación o mal manejo de la mezcla.

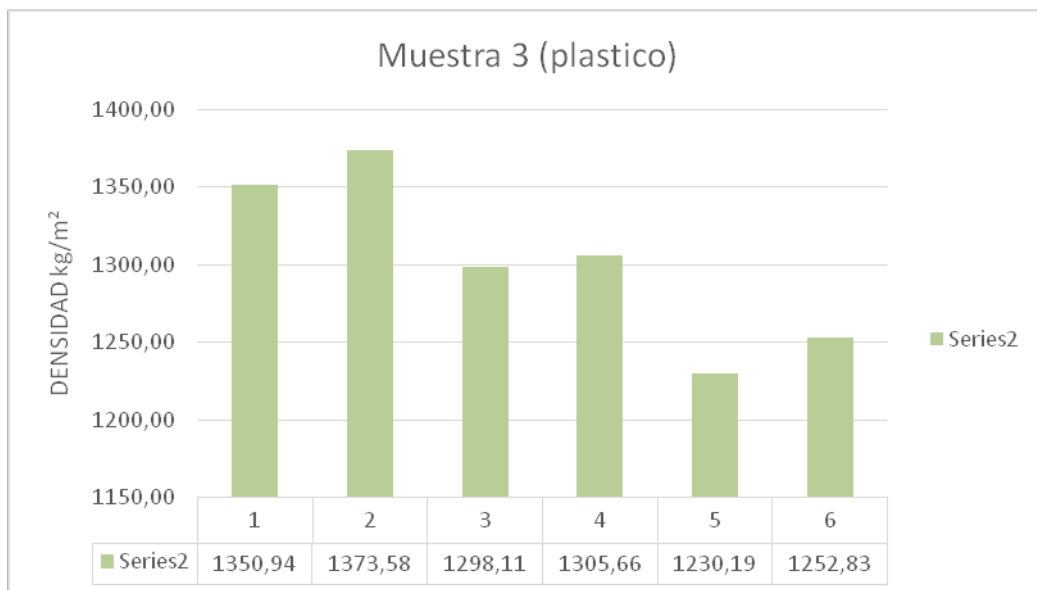
Gráfico 6. Densidad de la muestra 2.



Nota: Aguilar y Flores (2015)

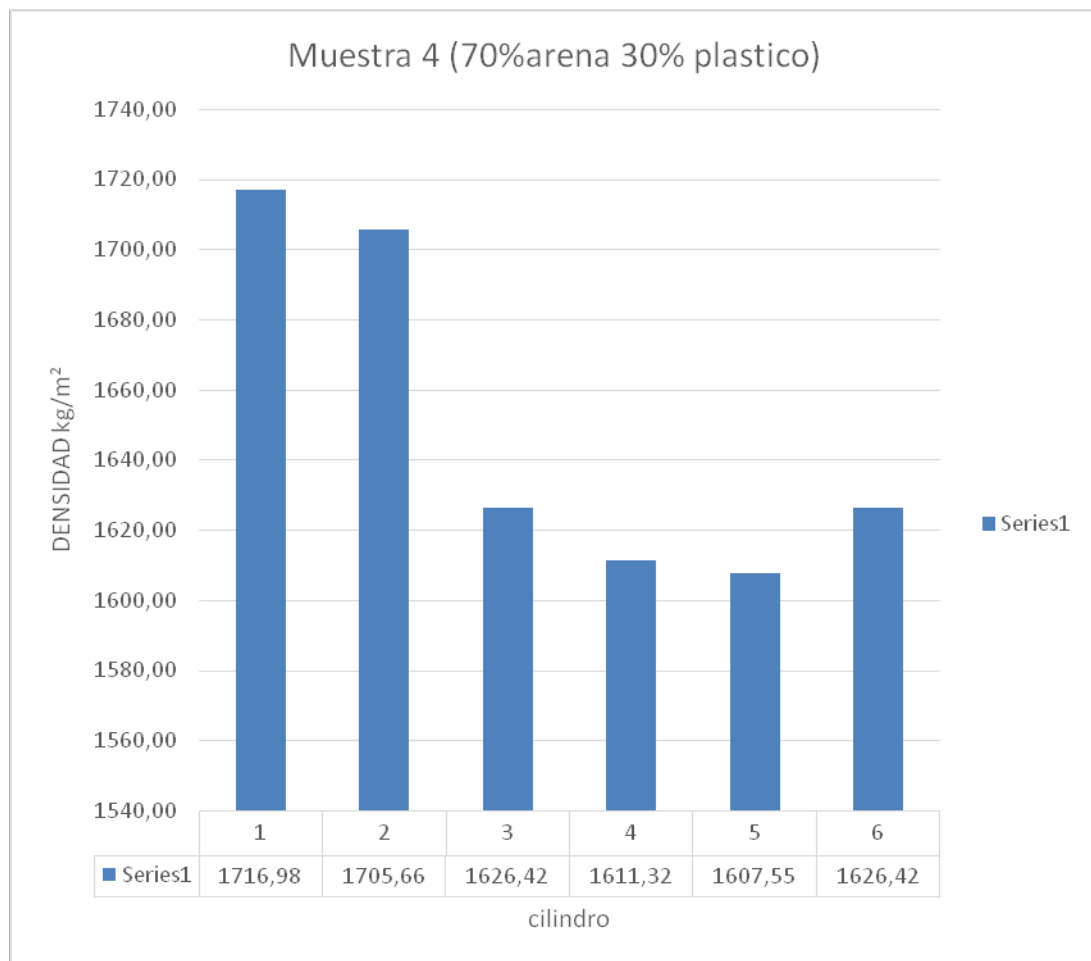
En el gráfico 6 se puede apreciar, que la densidad de los cilindros 1, 3, 4, 5 y 6 están alrededor de 2100kg/cm² más el cilindro 2 alcanzó los 2200 kg/cm² estas diferencias de valores están asociados directamente al peso obtenido de cada cilindro debido a que es directamente proporcional por lo tanto a mayor peso mayor densidad.

Gráfico 7. Densidad de la muestra 3.



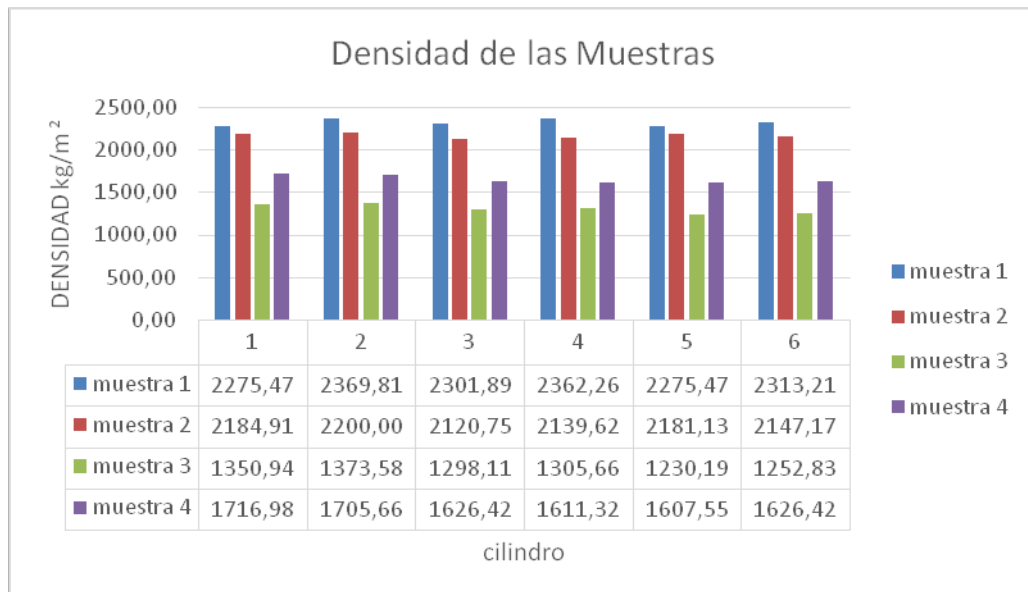
En el grafico 7 se establece un patrón que oscila entre los 1400kg/cm² y 1200kg/cm², debido a que la muestra 3 tenía gran porcentaje de plástico en su composición este produce espacio de vacío en la muestra arrojando una diferencia entre cada cilindro por la dificultad de compactación.

Gráfica 8. Densidad de la muestra 4



Para el grafico 8 la diferencia entre densidad es pequeña oscilando ente los 1700kg/cm² y 1600kg/cm² esta desviación puede presentarse debido al contenido de plástico en la muestra que dificulto la compactación del cilindro y de esta forma varia el peso.

Gráfico 9. Densidad de las muestras.



Nota: Aguilar y Flores (2015)

En esta grafica 9 se muestra el resultado de todas la muestra comparándolas entres si notándose una considerable variación entre las muestra 1-2 y 3-4, siendo las primeras de mayor densidad producto del contenido de agregados grueso de la muestra aumentando su peso y así, elevando los valores de densidad, por lo contrario a las muestra 3-4 que por su contenido de plástico y este ser muy liviano descende los valores de densidad por la relación al peso.

4.2.3 Resistencia a la compresión del concreto

En este trabajo de investigación, la resistencia a la compresión es un aspecto indicativo para comparar el comportamiento del agregado en sustitución al convencional, y de esta forma tener un estimado de la resistencia cilíndrica de cada mezcla y así analizar, si el concreto obtenido pudiera ser utilizado para la elaboración de los bloques con un diseño de mezcla 250 kg/m², estableciendo como valor mínimo por norma de 40 kg/m² para bloques.

Para medir la resistencia a la compresión se prepararon 6 cilindros por muestra que se ensayaron a 3 edades: primero a los 7 días, con el fin de tener una idea de los resultados que se deseaban obtener cuando llegaran a la edades finales, el segundo grupo se ensayó a los 21 días para seguir una curva de tendencia y aproximar el valor real y por ultimo a los 28 días como lo exige la norma para tener una resistencia final.

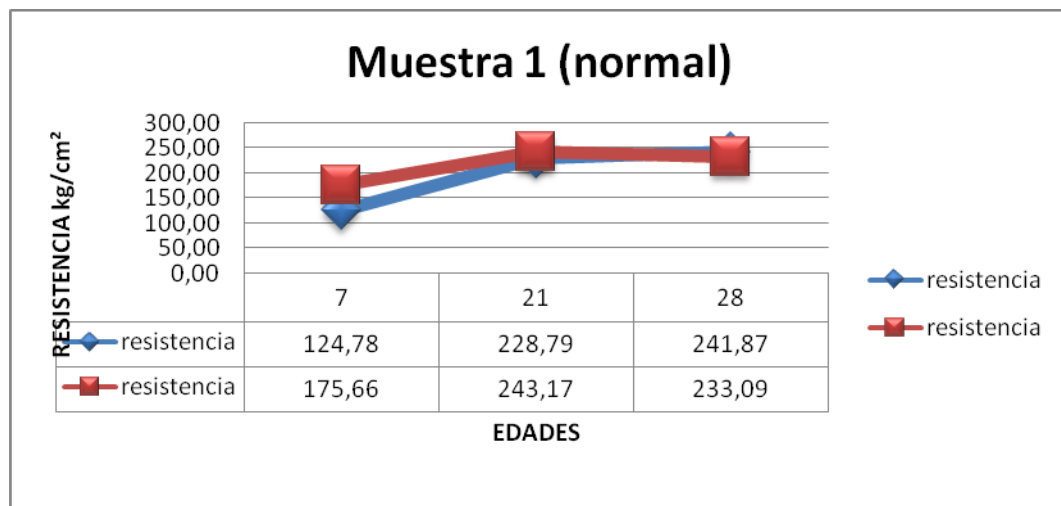
En el cuadro 1 se evidencia los resultados obtenidos de cada muestra:

cuadro 1. Muestra 1 (normal)

N°	Edad	MASA	AREA CM ²	CARGA KG	RESIST. KG/CM ²	TIPO DE FALLA
1	7	12,06	176,71	22050	124,78	cor-te
2	7	12,56	176,71	31040	175,66	cor-te
3	21	12,2	176,71	40430	228,79	cor-te
4	21	12,52	176,71	42970	243,17	cor-te
5	28	12,06	176,71	42740	241,87	cor-te
6	28	12,06	176,71	41190	233,09	cor-te
				41190		

Nota: Aguilar y Flores (2015)

Gráfico 10. Resistencia de la muestra 1.



Nota: Aguilar y Flores (2015)

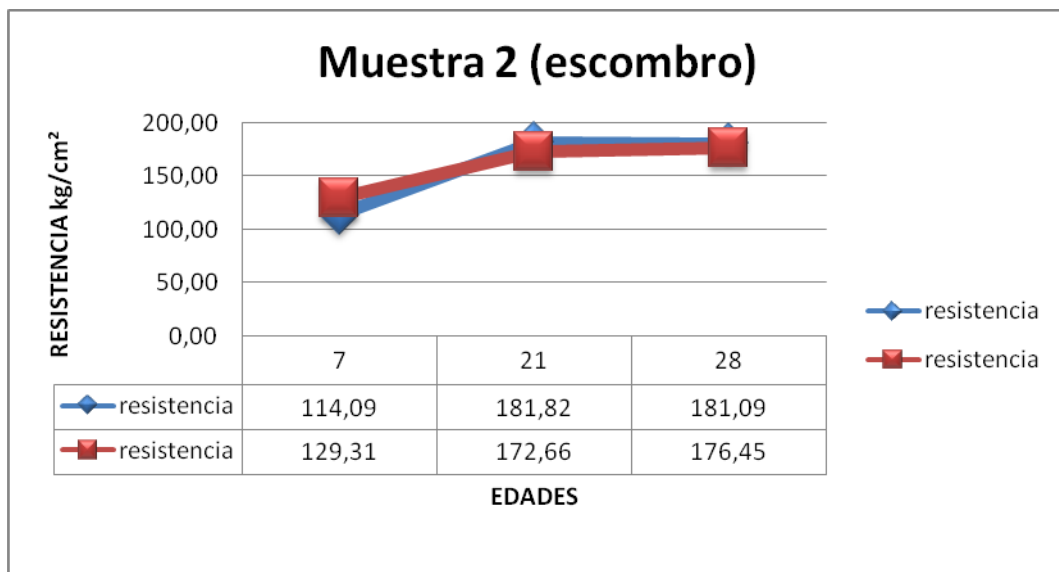
Del cuadro 1 se obtuvieron los valores para construir la gráfica de tendencia de la resistencia, tomando los resultados de los ensayos obtenidos a los 7, 21 y 28 días, siendo el día 28 el valor máximo de resistencia alcanzado como lo establece la norma venezolana, para esta muestra se puede visualizar que los valores de resistencia en el día 28 arrojo en promedio 237kg/cm² esperándose para dicha edad una resistencia de 250kg/cm², aunque en teoría no alcanzo el valor esperado no se descarta la posibilidad de que alcance su valor, debido a que el concreto tiene la propiedad de adquirir resistencia mientras más edad tenga aunque este proceso se relentecería después de los 28 días.

Cuadro 2. Muestra 2 (escombros).

EDAD	MASA KG	AREA CM ²	CARGA KG	RESIST. KG/CM ²	TIPO DE FALLA
7	11,58	176,71	20160	114,09	corte
7	11,66	176,71	22850	129,31	corte
21	11,24	176,71	32130	181,82	corte
21	11,34	176,71	30510	172,66	corte
28	11,56	176,71	32000	181,09	corte
28	11,38	176,71	31180	176,45	corte

Nota: Aguilar y Flores (2015)

Gráfico 11. Resistencia de la muestra 2.



Nota: Aguilar y Flores (2015)

En el gráfico 11 se aprecia la resistencia adquiridas en las diferentes edades de ensayo para la muestra 2 de escombros esperándose una resistencia de 250 kg/cm², notándose en dicha grafica que ya al día 7 se podía estimar que la mezcla no iba alcanzar dicho valor, ya que a esa edad debía haber llegado a un 70% de la resistencia de diseño obteniendo un 48%, esto se pudo haber debido a que no se realizó la mezcla adecuadamente, aumentando el error considerablemente al hecho de que el agregado grueso que se utilizo es derivado

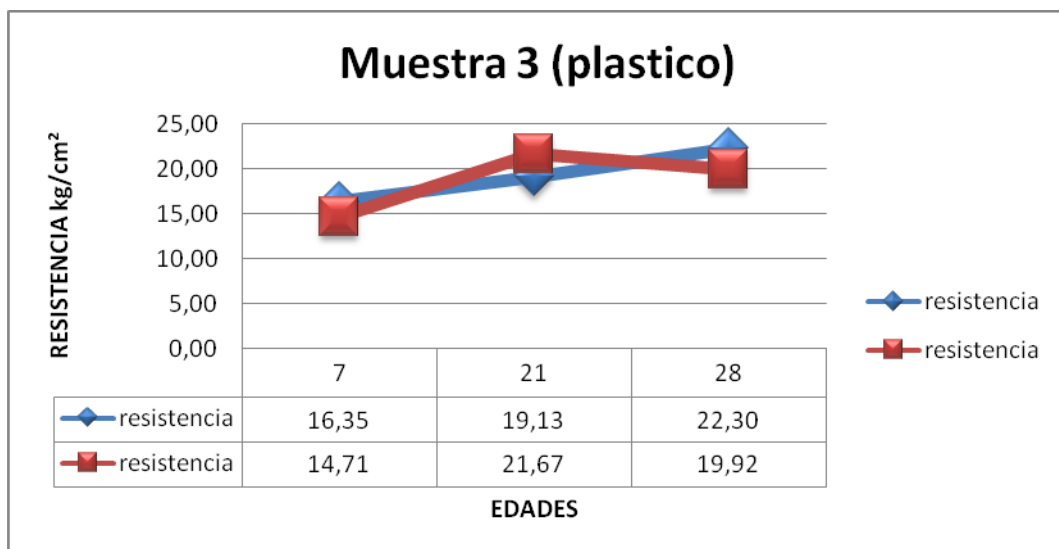
de escombros, dicha muestra solo alcanzo a los 28 días una resistencia 71,6% con respecto a la de diseño.

Cuadro 3. Muestra 3 (plástico).

EDAD	MASA KG	AREA CM ²	CARGA KG	RESIST. KG/CM ²	TIPO DE FALLA
7	7,16	176,71	2890	16,35	frágil
7	7,28	176,71	2600	14,71	frágil
21	6,88	176,71	3380	19,13	frágil
21	6,92	176,71	3829	21,67	frágil
28	6,52	176,71	3940	22,30	frágil
28	6,64	176,71	3520	19,92	frágil

Nota: Aguilar y Flores (2015)

Gráfico 12. Resistencia de la muestra 3 (plástico).



Nota: Aguilar y Flores (2015)

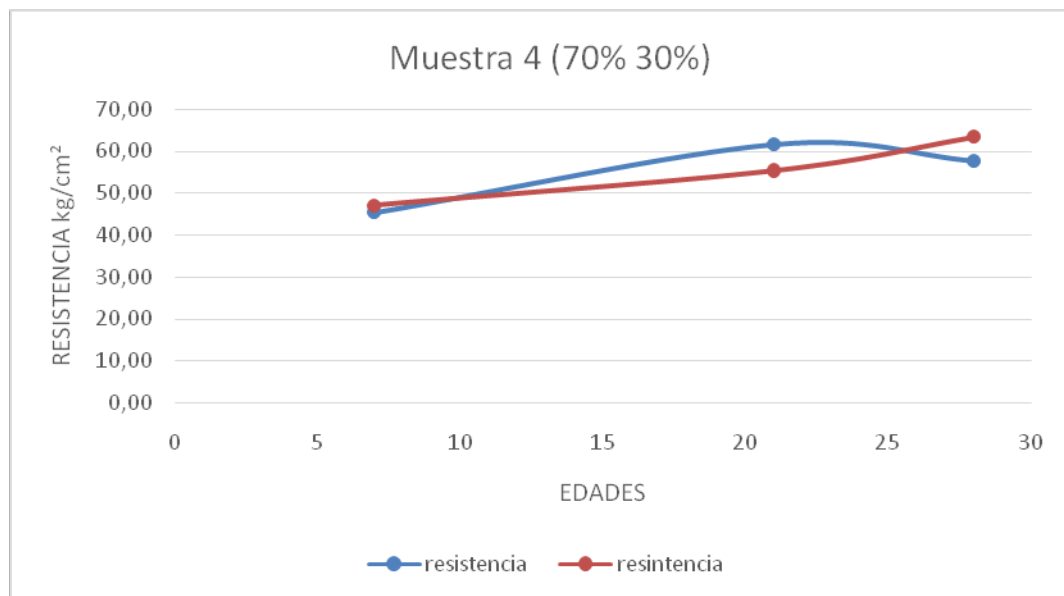
Para la gráfica 12 correspondiente la mezcla de plástico los valores de dicha muestra arrojaron valores no deseados, ya que, no alcanzo ni el 10% de la resistencia esperada a los 28 día, por lo que desde los resultados obtenidos el día 7, ya se esperaba que tendencia de la muestra no cumpliera, esto pudo deberse a que no se tomó las consideraciones necesaria para el diseño de mezcla con este agregado, porque en la norma no existe un estándar que se adecuara a dicho material.

Cuadro 4. Muestra 4 (70% arena 30% plástico).

EDAD	MASA kg	AREA cm ²	CARGA kg	RESIST. Kg/cm ²	TIPO DE FALLA
7	9,1	176,71	8030	45,44	frágil
7	9,04	176,71	8310	47,03	frágil
21	8,62	176,71	10890	61,63	corte
21	8,54	176,71	9780	55,34	frágil
28	8,52	176,71	10200	57,72	corte
28	8,62	176,71	11200	63,38	corte

Nota: Aguilar y Flores (2015)

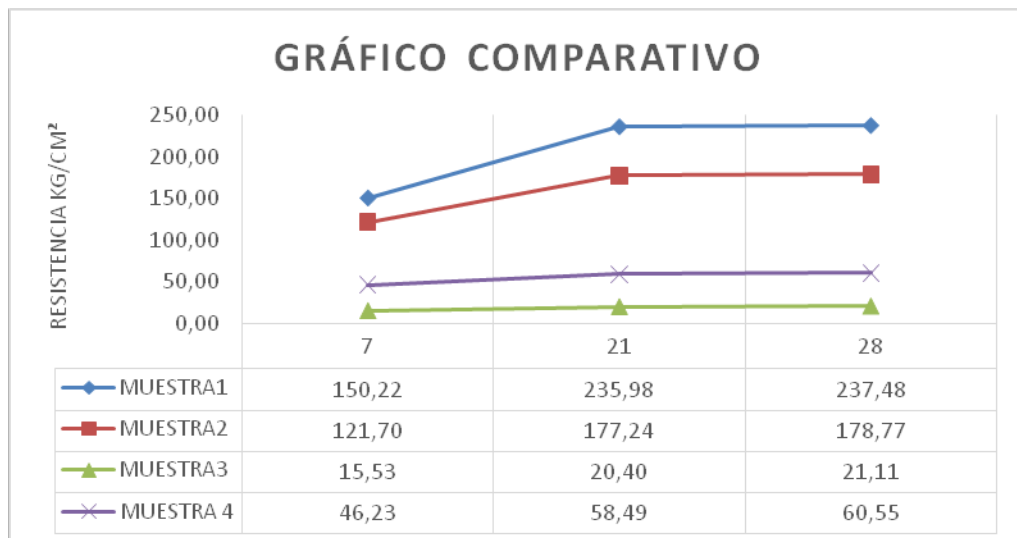
Gráfico 13. Resistencia de la muestra 4 (70% arena 30% plástico).



Nota: Aguilar y Flores (2015)

En la gráfica 13, para dicha muestra se tomó un porcentaje de plástico menor a la muestra que le antecedió para mejorar la resistencia por lo que los valores obtenidos fueron a los 28 días de un 24% del valor de diseño esperado, estos resultados dependen de muchos factores, el principal de ellos es que no se conoce el comportamiento del plástico como agregado fino y por lo tanto todavía no está establecido por norma el diseño de una mezcla para este material.

Gráfico 14. Resistencia promedio de las muestras.



Nota: Aguilar y Flores (2015)

Para el gráfico 14 correspondiente a la resistencia promedio de cada muestra a las diferentes edades podemos decir que la mejor muestra es la que se diseñó en condiciones normales de agregado y diseño obteniendo casi un valor deseado como lo era de una resistencia de 250kg/cm², seguidamente de la muestra 2 en base de escombros como agregado grueso obteniendo un 78% de valor de diseño, con una diferencia de 50kg/cm² con la muestra 1 a comparar.

Por el contrario las muestras 3 y 4 se aprecia una notoria y representativa diferencia a las muestras anteriores ni siquiera alcanzando el 30% de la resistencia esperada, esto pudo deberse a que todas las mezclas fueron diseñadas bajo el mismo procedimiento tomando como patrón el diseño que establece la norma, sin considerar el peso específico de los agregados que pudo haber intervenido considerablemente el resultado de dichas mezclas.

4.3 Elaborar los diferentes tipos de bloque utilizando el método convencional

Los bloques se realizaron en la asociación cooperativa doña Carmen 222, donde elaboraremos los bloques de concreto a partir de plástico y escombros en sustitución del agregado grueso, además de la elaboración de bloques de concreto convencionales, usando la dosificación comercial establecida por la bloquera,

cumpliendo con la clasificación de tipo B según la norma de bloques huecos de concreto COVENIN 42-82. (ver tabla 27),

Tabla 27. Clasificación de los bloques.

Tipo de Bloque	Características	Resistencia a la Compresión a los 28 días (R_{28}) en Kg/cm ²		Requisitos de apariencia y acabado
		R_{28} Promedio de 3 Bloques	R_{28} Mínima en 1 Bloque	
A	<i>Paredes de carga, expuestas o no a la humedad</i>			No presentar grietas paralelas a la carga. Si aparecen no debe ser en más del 5% del pedido, siempre y cuando las grietas perpendiculares a la carga que aparezcan no tengan una longitud mayor de 2,5cm.
Clase A1	Paredes exteriores, bajo o sobre el nivel del suelo y expuestas a la humedad.	70	55	
Clase A2	Paredes exteriores, bajo o sobre el nivel del suelo y no expuestas a la humedad.	50	40	
B	<i>Paredes que no soportan cargas o paredes divisorias</i>	R_{28} Promedio de 3 Bloques	R_{28} Mínima en 1 Bloque	Puede presentar grietas menores producidas en la fabricación o fragmentos producidos en el manejo.
Clase B1	Paredes expuestas a la humedad	30	25	
Clase B2	Paredes no expuestas a la humedad.			

Fuente: COVENIN 42-82

4.3.1 Con una dosificación de mezcla para bloques de concreto hueco:

Empresa tiene diferente dosificación del volumen de la arena, ya que se usa la pala como medio de transporte y unidad de medida; así como las paladas que van entre 50 unidades por saco de cemento (la cual es excesiva). La cantidad de agua que se agrega por saco de cemento, es aleatoria, y va desde 10 a 12 litros.

La preparación de la mezcla se hizo con un mezclador de tipo manual (29%), El tiempo que se toma para la elaboración de la mezcla es por el orden de los 15 minutos en forma manual y 10 minutos.

En el proceso de moldeado, la empresa utiliza máquinas vibrocompactadoras ponedoras móviles. Este procedimiento consiste en el llenado de los moldes, enrasado, prensado, vibrado y posterior desmoldado de los bloques sobre tablas de madera. Tiene una producción por saco de cemento entre 40 y 50 bloques, la producción de más de 50 bloques por saco de cemento es excesiva, y afecta directamente la calidad del bloque.

El periodo de fraguado y curado se realizó en total en 3 días donde se roció agua en un periodo de dos veces por día.

Obteniendo como dosificación los datos de la tabla 28:

Tabla 28. *Dosificación de cada material.*

Tipo de bloques	Cemento (saco)	Agregado fino (pala)	Agregado grueso (pala)	Agua (lts)
Normal	1	70 arena	30 piedra	12
Escombros	1	70 arena	30 de escombros	13
Plástico	1	70 arena	30 de plástico	11

Nota: Aguilar y Flores (2015)

Se tomaron 3 muestra de cada mezcla como lo establece la norma COVENIN para bloques de concreto hueco, para determinar las dimensiones de dichos bloques así como se refleja en la tabla 29:

Tabla 29. *Dimensiones de los bloques (Normal).*

Bloque	h (cm)	b (cm)	e (cm)	p (cm)	peso kg
1	18,4	40	2	14	10,48
2	18,3	39,7	2	14	10,52
3	18,1	39,8	2	14	10,4

Nota: Aguilar y Flores (2015)

Las dimensiones que establece la norma para una denominación ordinaria de 15cm es de 40x20x15, obteniendo una dimensión promedio de la muestra de 39.9x18,3x14 aunque la variación es pequeña se puede decir que aún está en los límites aceptables establecido según el numeral 6.2 de la norma venezolana 42-82 donde pueden variar mientras con las especificaciones. (Ver tabla 30 y 31)

Tabla 30. *Dimensiones de los bloques (escombros).*

Bloque	h (cm)	b (cm)	e (cm)	p (cm)	peso kg
1	18	39,8	2	14	10,48
2	18,1	39,9	1,8	13,8	10,3
3	18	39,8	2	13,9	10,18

Nota: Aguilar y Flores (2015)

Tabla 31. *Dimensiones de los bloques (plástico).*

Bloque	h (cm)	b (cm)	e (cm)	p (cm)	peso kg
1	18,5	40	1,8	14	8,84

2	18,1	39,8	2	14	8,3
3	18,2	40	2	14	9,04

Nota: Aguilar y Flores (2015)

Las dimensiones promedio obtenidas para estas 2 muestra cumplen con los estándares permitidos por la norma, variando en peso por la composición de cada mezcla.

4.3.2 Ensayo de absorción de agua

Se determinó el porcentaje de absorción de agua tal como lo establece la norma venezolana 42-82 para bloques huecos de concreto siguiendo el procedimiento:

Equipos:

- Horno, ventilado de tamaño adecuado, capaz de mantener una temperatura de $110 \pm 5^\circ\text{C}$
- Balanza de suficiente capacidad con una aproximación de 0,1%
- Recipiente, de tamaño suficiente para contener la muestra en agua.

Probeta de ensayo:

La muestra a ensayar consiste en 3 bloques de cada muestra.

Procedimiento:

- Se sumerge la muestra completamente durante 24 horas en agua, a una temperatura de 15°C a 27°C .
- Se sacan las muestras del agua, se secan con toallas absorbentes y se pesan inmediatamente
- Se secan las muestras en el horno a una temperatura de 100°C a 115°C durante un periodo no menor a 24 horas.

Resultados:

La absorción de agua del concreto del bloque expresada como porcentaje del peso seco, se calcula para cada muestra, según la siguiente formula:

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

Donde:

P1: peso seco de la muestra

P2: peso de la muestra después de 24 horas sumergida.

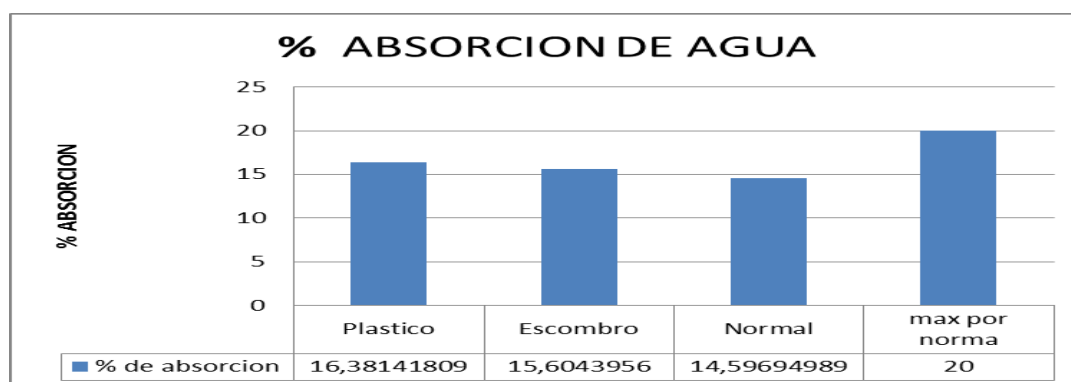
En la siguiente tabla se aprecia los valores promedios obtenidos en la tabla 32:

Tabla 32. *Absorción de agua de los bloques*

Bloque Tipo	Peso Húmedo (Kg)	Peso Seco (kg)	Absorción %
Plástico	9,52	8,18	16,38
Escombros	10,52	9,1	15,6
Normal	10,52	9,18	14,6

.Nota: Aguilar y Flores (2015)

Gráfica 15. *Porcentaje promedio de absorción de agua.*



Nota: Aguilar y Flores (2015)

En el gráfico 15 se puede observar como el promedio de cada muestra están dentro de los parámetros establecidos por norma, que indica como máximo valor de 20% en absorción de agua para un bloque de tipo B.

4.4 Analizar el costo de producción de cada bloque bajo las mismas condiciones y compararlo con el costo actual en el mercado

Se estableció los costos de producción de cada uno de los diferentes tipos de bloques de concreto que realizamos, y se compararan con el costo de producción que existe actualmente en el mercado.

Los costos se obtuvieron realizando un APU (análisis de precio unitario) obteniendo como resultado los valores contemplado en la tabla 33:

Tabla 33. *APU Bloque de Concreto Convencional.*

MATERIALES				
Descripción	Unidad	P.U.	Vol.	Total Bs.
Cemento	m ³	0.57	0.00234	0.00133

Arena	m ³	7589.28	0.00701	53.20085
Piedra Picada	m ³	5400.00	0.00467	25.21800
Agua	lt.	2.08	3	6.24000
Total Materiales				84.66

EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS			
Descripción	Precio	% Depreciación	Total Bs.
Juego de Pala, Pico y Carretilla	24.89	1	24.89
Manguera plástica	558.21	0.08	44.66
Bloquera	1600	1	1600.00
Total Equipo, maquinaria y herramientas			1669.55

MANO DE OBRA				
Descripción	Unidad	Jornada por día	Días Trabajados	Total Bs.
Ayudante	día	301.05	0.5	150.53
Total Mano de Obra				150.53

Si en medio día se pueden hacer 21 bloques, el costo por bloque

Costo Materiales	84.66
Costo Equipo, Maquinaria y Herramientas	79.50
Costo Mano de Obra	7.17
Costo por Bloque	171.33

Nota: Aguilar y Flores (2015).

Tabla 34. *APU Bloque de Concreto Hueco con Escombros como Agregado Grueso.*

MATERIALES				
Descripción	Unidad	P.U.	Vol.	Total Bs.
Cemento	m ³	0.57	0.00234	0.00133
Arena	m ³	7589.28	0.00701	53.20085
Escombros	m ³	183.63	0.00467	0.85755
Agua	lt.	2.08	3	6.24000
Total Materiales				60.30

EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS			
--	--	--	--

Descripción	Precio	% Depreciación	Total Bs.
Juego de Pala, Pico y Carretilla	24.89	1	24.89
Manguera plástica	558.21	0.08	44.66
Bloquera	1600	1	1600.00
Total Equipo, maquinaria y herramientas			1669.55

MANO DE OBRA				
Descripción	Unidad	Jornada por día	Días Trabajados	Total Bs.
Ayudante	día	301.05	0.5	150.53
Total Mano de Obra				150.53

Si en medio día se pueden hacer 21 bloques, el costo por bloque

Costo Materiales	60.30
Costo Equipo, Maquinaria y Herramientas	79.50
Costo Mano de Obra	7.17
Costo por Bloques	146.97

Nota: Aguilar y Flores (2015)

Tabla 35. *APU Bloque de Concreto Hueco con Plástico como Agregado.*

MATERIALES				
Descripción	Unidad	P.U.	Vol.	Total Bs.
Cemento	m ³	0.57	0.0028	0.00160
Arena	m ³	7589.28	0.0022	16.69642
Piedra Picada	m ³	5400.00	0.0056	30.24000
Plástico	m ³	190.00	0.0034	0.64600
Agua	lt.	2.08	3	6.24000
Total Materiales				53.82

EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS			
Descripción	Precio	% Depreciación	Total Bs.
Juego de Pala, Pico y Carretilla	24.89	1	24.89
Manguera plástica	558.21	0.08	44.66

Bloquera	1600	1	1600.00
Total Equipo, maquinaria y herramientas			1669.55

MANO DE OBRA				
Descripción	Unidad	Jornada por día	Días Trabajados	Total Bs.
Ayudante	día	301.05	0.5	150.53
Total Mano de Obra				150.53

Si en medio día se pueden hacer 21 bloques, el costo por bloque

Costo Materiales	53.82
Costo Equipo, Maquinaria y Herramientas	79.50
Costo Mano de Obra	7.17
Costo por Bloque	140.49

Nota: Aguilar y Flores (2015)

Con los resultados de los APU de cada tipo de Bloques se evidencia un diferencia de costo, entre los bloques de material reciclado con respecto a un bloque convencional de un casi 20% menos del costo de producción de un bloque convencional, esto puede deberse a que el material utilizados como agregado para la muestra es proveniente de residuos de obras así como plásticos reciclado, esto disminuye su costo.

4.5 Realizar estudio comparativo de los resultados obtenido por cada tipo de bloque

Una vez obtenidos los bloques, realizaremos un estudio comparativo de cada tipo de bloque, evaluando sus características físicas del bloque (dimensiones, peso, apariencia), % de absorción y costos en el cuadro 5 comparativo.

Cuadro 5. *Estudio comparativo de los bloques.*

Variable	Muestra 1 (normal)	Muestra 2 (escombros)	Muestra 3 (plástico)
Dimensiones	<ul style="list-style-type: none"> Se puede establecer un patrón de las dimensiones del bloque convencional obteniendo las siguientes medidas promedio 39,9x18,2x14. Se considera que la altura 	<ul style="list-style-type: none"> Las dimensiones obtenidas por esta muestra resulto con los valores de medidas más pequeño arrojando lo siguiente 39,8x18x13,9 aun así entran en los 	<ul style="list-style-type: none"> Se estimó para dicha muestra las dimensiones promedio obteniendo 39,9x18,3x14, siendo esta con las mayores medidas compiladas de los bloques Los valores de altura y

Peso	<p>del bloque es un poco baja con respecto a lo que establece la norma.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se considera comercialmente aceptable. • El espesor en todas las muestras fue de 2 cm • Los pesos promedios registrado es esta muestra fueron de mayor valor, siendo bloques pesados y de difícil manipulación. 	<p>parámetros permitidos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tanto la altura como la base están por debajo de los valores estándar. • Comercialmente se perfila aceptable • Se identificó en todas las muestra un espesor de 1,9 cm • Si asociamos los peso obtenidos en la muestra de bloques con agregados normales y los bloques de escombros la diferencia no es significativa por lo que se clasifica como un bloque pesado 	<p>base son los más cercanos a los estándares</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cumpliendo comercialmente un perfil considerablemente aceptable • El plástico como agregado logro disminuir el peso de la muestra considerablemente obteniendo un bloque más liviano y de mayor manipulación
Apariencia	<ul style="list-style-type: none"> • Color: gris claro • Textura: áspera • Poca presencia de grietas • Adecuada apariencia en su geometría • Caras del bloque ideal para realizar revoques 	<ul style="list-style-type: none"> • Color: gris medio claro • Textura: áspera • Poca casi nula presencia de grietas o aberturas • Geométricamente de apariencia a un bloque convencional • Caras del bloque ideal para realizar revoques 	<ul style="list-style-type: none"> • Color: gris con presencia de punto de diferentes colores debido a su composición de plástico. • Textura: muy áspera • Presencia de grietas • Geométricamente la apariencia de este bloque es un poco irregular debido la difícil de compactar el plástico • Caras del bloque ideal para realizar revoques
% absorción de agua	<ul style="list-style-type: none"> • Se encontró que dicha muestra arrojo el mayor porcentaje de absorción con un valor promedio de 16%, esto hace que sea aceptable por norma 	<ul style="list-style-type: none"> • Se estimó el valor medio de absorción de dicha muestra, que fue de 15% esto quiere decir que obtuvo un valor intermedio entre los 3 	<ul style="list-style-type: none"> • Se identificó que el porcentaje de absorción de esta muestra fue el menor considerablemente con respecto al convencional siendo este

Costo	<ul style="list-style-type: none"> • Los valor obtenidos de costo unitario de cada bloque usando las dosis adecuada son de 171,33Bsf c/b 	<p>tipos de bloques a estudiar, por lo tanto es aceptable</p> <ul style="list-style-type: none"> • el costo unitario para esta muestra considerando el agregado grueso como escombros es el valor de la unidad en 146,97Bsf por bloque ya que este es un residuo, por lo tanto no tiene un valor elevado 	<p>de 14%, esto quiere decir que este tipo de bloque absorbe poca cantidad de agua</p> <ul style="list-style-type: none"> • se puede clasificar como el bloque de mejor costo ya que se obtuvo un valor de 140,49Bsf por bloque, solo un poco menos que realizado a partir de escombros
-------	---	---	--

Nota: Aguilar y Flores (2015)

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- las características del agregado grueso y fino se utilizó para la elaboración de las mezclas se realizó de acuerdo a los procedimientos y ensayos establecidos por las normas COVENIN correspondientes, obteniendo valores de distribución granulométricas, cantidad de partículas finas, contenido de terrones de arcillas, partículas planas, planis-larga.
- se definieron las proporciones de los agregados a través del diseño de mezcla según las característica de material, donde se obtuvo 4 diferentes mezclas, con la finalidad de obtener una mezcla adecuada para evaluar la resistencia a la compresión, una por los diferentes tipo de agregados en estudio así como una mezcla que se elaboró para para mejorar la mezcla de plástico, cambiando sus porcentajes.
- Se determinó la resistencia a la compresión mediante los ensayos contemplados en la Norma COVENIN correspondiente (338-2002), La resistencia obtenida con los agregados convencionales, como lo es la piedra y la arena lavada, alcanzo su valor esperado de 250kg/cm², quiere decir que el diseño de mezcla que realizo fue el adecuado.
- A comparación con la resistencia del concreto normal y los resultados que se obtuvieron a partir de la mezcla a base de escombros, no alcanzaron el valor esperado llegando a un poco más del 70% del valor de diseño esperado, esto pudo

deberse a que es un materia de segundo, ya que es un proveniente de residuos de obra que se utilizaron con otro fin, restándole calidad al material, aunque esta mezcla no fue descartada, debido a que nuestro fin era obtener un indicativo de resistencia para la utilización en bloques.

- Sin embargo los valores de resistencias más bajo fueron los que resultaron de las mezcla con agregado de plástico, registrando a los 28 días ni siquiera el 30% del valor de diseño esperado, identificando el mal comportamiento del plástico para la compactación, arrojando fallas en todos los casos Frágil, pero aun así la muestra de 70% arena y 30% plástico cumplían con el valor mínimo por norma para Bloques de concreto, por lo tanto no se descartó dicha mezcla.

- La incorporación de agregados como escombros y plástico no modificaron las dimensiones y geometría del bloque obteniendo ejemplares muy parecidos en forma y textura, aunque, al evaluar el bloque con plástico es el que más se pudo diferenciar en color y peso, resultando el más liviano.

- La evolución de los costos de cada bloque tuvo una desviación estándar considerada entre los de a base en residuos y el convencional resultando más económicos los no convencionales, esto muestra que la utilización de dichos bloques disminuirían la inversión y aumentarían las ganancias de las personas que quisieran contemplar la idea de implementarlo como una alternativa para el mercado de la construcción, como los que quieran construir.

RECOMENDACIONES

- Realizar los ensayos correspondientes a la caracterización de los agregados.
- Diseñar diferentes dosificaciones para la mezcla con plástico para mejorar su resistencia.
- Conocer los pesos específicos y unitarios de los agregados para obtener mejores resultados.
- Estudiar la influencia del plástico en el comportamiento de la mezcla de concreto y definir sus posibles usos.
- Elaborar bloque a base de puro plástico y evaluar su comportamiento
- Elaborar bloque a partir de residuos de bloque dañado y discutir su comportamiento.
- Realizar los ensayos de compresión y flexo-compresión correspondiente a los bloques de concreto
- Analizar la norma venezolana para bloques de concreto hueco con otras normas más vigentes.
- Usar el bloque de plástico solo para viviendas unifamiliares que no soporte mayores cargas, ya que se demostró la fragilidad del mismo.
- Construir bloques de concreto a partir de residuo como otro agregado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alvarez-Gayou (2003): **Cómo hacer investigación cualitativa fundamentos y metodología.**

American Concrete Institute (1990): **Terminología del Cemento y Hormigón.**
American Concrete Institute (116R-85). Detroit USA.

Arias, F. (2012): **El Proyecto de Investigación.** Caracas Editorial Espíteme.
6taEdición.

Bedoya Montoya C. (2003): **El Concreto Reciclado con Escombros como generador de Habitas Urbanos Sostenibles.**

Castillo M. (2010): **Investigación de la Utilización del Vidrio Molido como material de Construcción y Técnicas Constructivas.**

COVENIN (2007): **CONCRETO. AGREGADOS 227-2007.** FONDONORMA Venezuela.

COVENIN (2002): **CONCRETO. Métodos para la elaboración, curado y ensayos a compresión de cilindros de Concreto (2da Revisión) 338:2002.** FONDONORMA Venezuela.

COVENIN (2003): **CONCRETO. Método para la medición del asentamiento con el cono de Abrams 339-200.** FONDONORMA Venezuela.

COVENIN (1977): **Método de ensayo para determinar el coeficiente entre la dimensión máxima y dimensión mínima en agregados gruesos para concreto 264:77.** FONDONORMA Venezuela.

COVENIN (1978): **Método de ensayo para determinar el contenido de terrones de arcilla y partículas desmenuzables en agregados 257-78.** FONDONORMA Venezuela.

COVENIN (1998): **Método de ensayo para determinar la composición granulométrica de agregados finos y gruesos 255-98.** FONDONORMA Venezuela.

COVENIN (1982): **Norma Venezolana 42-82 Bloques Huecos de Concreto.** FONDONORMA Venezuela.

COVENIN (2006): **Proyectos y Construcción de Obras en Concreto Estructural 1753:2006.** FONDONORMA Venezuela.

Gaggino R, Aguello R, Berreta H. (2007): **Aplicaciones de materiales plásticos reciclados en elementos constructivos a base de cemento.**

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2003). **Metodología de la Investigación.** México: McGraw – Hill.

<http://es.wikipedia.org/> Bloque de hormigón

<http://es.wikipedia.org/wiki/C%C3%A1lamo>

http://es.wikipedia.org/wiki/%C3%81rido_%28miner%C3%ADa%29

http://www.ave.org.ar/plásticos_reciclado. (2009) Nuevos Materiales para la construcción. Plástico Reciclado. Argentina.

<https://matdeconstruccion.wordpress.com/2009/08/03/bloques-de-concreto/>

<http://www.parro.com.ar/definicion-de-%EDndice+de+absorci%F3n>

Iza D. Ingeniero de la ESPOL. (2009). **Hormigón liviano con agregado de origen volcánico y aditivo incorporado de aire**. Tesis de Ing. Civil. Ecuador

LISTADO DE MANO DE OBRA APV OCTUBRE 2015

LISTADO DE MATERIALES APV OCTUBRE 2015

NORMABLOC. **NORMAS PARA BLOQUES DE HORMIGÓN**. Madrid

info@normabloc.org

Referencias:

Fábrica de Bloques “Hermanos Siverio”.

Recicladora KAWI

Tamayo y Tamayo (2001): **El Proceso de la Investigación Científica**. Editorial Limusa, S.A. de C.V. Grupo Noriega Editores. 5ta edición. México.

Universidad Pedagógica Experimental Libertador (U.P.E.L) 2001: **Manual para la Elaboración del trabajo de Grado**.