

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



## FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA: INGENIERÍA CIVIL

TRABAJO ESTRUCTURADO DE MANERA  
INDEPENDIENTE PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

### TEMA:

---

EL PAPEL RECICLADO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS  
URBANOS DEL CANTÓN AMBATO PROVINCIA DE  
TUNGURAHUA Y SU INCIDENCIA EN LA RESISTENCIA  
DEL HORMIGÓN

---

### AUTORA:

MYRIAM PAULINA AMORES SANDOVAL

### TUTOR:

ING. M.Sc CARLOS NAVARRO

Ambato – Ecuador

2013

# **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente proyecto de investigación con el tema : **“EL PAPEL RECICLADO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS URBANOS DEL CANTÓN AMBATO PROVINCIA DE TUNGURAHUA Y SU INCIDENCIA EN LA RESISTENCIA DEL HORMIGÓN”** realizado por la Srta. Myriam Paulina Amores Sandoval es un trabajo inédito y personal de su autor, que estuvo bajo mi dirección.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

-----  
ING. M.Sc. CARLOS NAVARRO

**TUTOR**

# **AUTORÍA**

Yo, Myriam Paulina Amores Sandoval, C.I. 050283976-4 Egresada de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato certifico que el contenido del presente trabajo investigativo así como las ideas y opiniones son de mi completa autoría a excepción de las citas bibliográficas.

-----  
MYRIAM PAULINA AMORES SANDOVAL

**AUTOR**

# **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO**

Los miembros del Tribunal de calificación de grado aprueban el Informe de Investigación, sobre el tema: *“EL PAPEL RECICLADO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS URBANOS DEL CANTÓN AMBATO PROVINCIA DE TUNGURAHUA Y SU INCIDENCIA EN LA RESISTENCIA DEL HORMIGÓN”* elaborado por la Srta. Myriam Paulina Amores Sandoval, Egresada de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, de la Universidad Técnica de Ambato.

Para constancia firman:

---

Ing. M. Sc. Lorena Pérez

---

Ing. M. Sc. Víctor Hugo Paredes

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de investigación se la dedico a Dios mi ser supremo porque nunca me desamparó, me dio fuerzas para salir adelante y para ser una persona cada día mejor. A mis padres y hermanos por su apoyo, confianza y amor. Gracias por ayudarme a cumplir mis objetivos como persona y estudiante. A mi padre por brindarme los recursos necesarios y estar a mi lado apoyándome y aconsejándome siempre. A mi madre por hacer de mi una mejor persona a través de sus consejos, enseñanzas y amor. A mis hermanos por estar siempre presentes cuidándome y brindándome aliento.

*Myriam Amores*

## **AGRADECIMIENTO**

La presente Tesis es un esfuerzo en el cual, directa o indirectamente, participaron varias personas leyendo, opinando, corrigiendo, teniéndome paciencia, dándome ánimo, acompañándome en los momentos de crisis y en los momentos de felicidad.

Agradezco al Ing. Carlos Navarro por haber confiado en mi persona, por la paciencia y por la dirección de este trabajo.

Gracias también a mis queridos compañeros, que me apoyaron y me permitieron entrar en su vida durante estos cinco años de convivir dentro y fuera del salón de clase.

A mis padres y a mis hermanos que me acompañaron en esta aventura, de forma incondicional siempre guiándome por el camino correcto y apoyándome en mi formación profesional.

Gracias a todos.

## ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

### A. PÁGINAS PRELIMINARES

Página de título o portada.....	I
Página de certificación por el Tutor .....	II
Página de autoría de la Tesis .....	III
Página de aprobación del Tribunal de Grado .....	IV
Página de dedicatoria .....	V
Página de agradecimiento .....	VI
Índice general de contenidos .....	VII
Índice de gráficos .....	XII
Índice de cuadros.....	XII
Índice de tablas .....	XIII
Índice de imágenes .....	XIV
Resumen ejecutivo .....	XVI

### B. TEXTO

Introducción .....	XVII
--------------------	------

### CAPÍTULO I. EL PROBLEMA

1.1 Tema de investigación.....	1
1.2 Planteamiento del problema.....	1
1.2.1 Contextualización.....	1
1.2.2 Análisis Crítico.....	3
1.2.3 Prognosis .....	3
1.2.4 Formulación del Problema .....	4
1.2.5 Preguntas Directrices .....	4
1.2.6 Delimitación del objeto de la investigación .....	4
1.2.6.1 Delimitación de contenido .....	4
1.2.6.2 Delimitación espacial .....	5

1.2.6.3 Delimitación temporal.....	6
1.3 Justificación.....	6
1.4 Objetivos .....	7
1.4.1 Objetivos Generales .....	7
1.4.2 Objetivos Específicos.....	7

## **CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO**

2.1 Antecedentes Investigativos.....	8
2.2 Fundamentación Filosófica .....	9
2.3 Fundamentación Legal .....	10
2.4 Categorías Fundamentales .....	12
2.4.1 Supra ordenación de las Variables.....	12
2.4.1.1 Variable independiente: Resistencia del Hormigón.....	12
2.4.1.2 Variable dependiente:El papel reciclado de los desechos sólidos urbanos .....	13
2.4.2 Definiciones .....	14
2.4.2.1 Desglose de las definiciones de la variable independiente .....	14
2.4.2.1.1 Ensayo de materiales.....	14
2.4.2.1.2 Hormigón .....	16
2.4.2.1.3 Resistencia a la Compresión .....	20
2.4.2.1.4 Cilindros de hormigón.....	24
2.4.2.2 Desglose de las definiciones de la variable dependiente .....	26
2.4.2.2.1 Materia Prima.....	26
2.4.2.2.2 Desechos Sólidos .....	30
2.4.2.2.3 Reciclaje.....	31
2.4.2.2.4 Papel.....	33
2.5 Hipótesis.....	36
2.6 Señalamiento de variables de la hipótesis.....	36
2.6.1 Variable Independiente .....	36
2.6.2 Variable Dependiente.....	36



### **CAPÍTULO III. METODOLOGÍA**

3.1 Modalidad básica de la investigación .....	37
3.2 Nivel o tipo de investigación.....	37
3.3 Población y muestra .....	38
3.3.1 Población o Universo .....	38
3.3.2 Muestra.....	38
3.4 Operacionalización de las variables .....	39
3.5 Plan de recolección de información .....	41
3.5.1 Técnicas e Instrumentos .....	42
3.6 Plan de procesamiento de la información .....	42

### **CAPÍTULO IV. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

4.1 Análisis de los resultados .....	43
4.2 Interpretación de datos .....	47
4.3 Verificación de la hipótesis .....	51

### **CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

5.1 Conclusiones .....	52
5.2 Recomendaciones.....	53

### **CAPÍTULO VI. PROPUESTA**

6.1 Datos informativos .....	54
6.1.1 Título .....	54
6.1.2 Ubicación .....	54
6.1.3 Límites .....	55
6.1.4 Beneficiarios .....	55
6.1.5 Descripción de la población .....	56

6.1.6 Reciclaje.....	56
6.2 Antecedentes de la propuesta.....	57
6.3 Justificación.....	58
6.4 Objetivos.....	60
6.4.1 Objetivo general.....	60
6.4.2 Objetivos específicos.....	60
6.5 Análisis de factibilidad.....	60
6.5.1 Análisis económico.....	60
6.5.2 Análisis técnico.....	61
6.5.3 Análisis ambiental.....	61
6.6 Fundamentación.....	63
6.6.1 Propiedades mecánicas de los agregados.....	63
6.6.1.1 Densidad real de los agregados.....	64
6.6.1.2 Densidad aparente de los agregados.....	68
6.6.2 Cálculo de las dosificaciones.....	73
6.6.2.1 Cálculo de la dosificación para hormigones de $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ .....	73
6.6.2.2 Cálculo de la dosificación para hormigones de $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ .....	77
6.6.3 Obtención del papel reciclado.....	81
6.6.4 Recolección del papel.....	81
6.6.5 Procesamiento del papel.....	82
6.6.6 Elaboración de probetas de hormigón con papel reciclado.....	82
6.6.7 Ensayos de compresión.....	93
6.6.7.1 Introducción.....	93
6.6.7.2 Velocidad de aplicación de carga.....	93
6.6.7.3 Procedimiento.....	94
6.7 Metodología. Modelo operativo.....	96
6.7.1 Elaboración de bloque con la incorporación de papel reciclado.....	96
6.7.1.1 Medición de cada material.....	97
6.7.1.2 Mezclado de los materiales.....	97
6.7.1.3 Colocación en lamáquina de vibro-compactación.....	97
6.7.1.4 Transporte del bloque.....	99
6.7.1.5 Tiempo de curado.....	100

6.7.1.6	Tiempo de resistencia máxima.....	101
6.7.2	Ensayo de compresión de los bloques.....	101
6.7.3	Cálculo de resistencia.....	103
6.7.4	Estudio de Impacto Ambiental.....	105
6.7.4.1	Introducción .....	105
6.7.4.2	Antecedentes y justificativos .....	105
6.7.4.3	Objetivos .....	106
6.7.4.3.1	Objetivo general .....	107
6.7.4.3.2	Objetivos específicos .....	107
6.7.4.4	Definición de área de influencia .....	107
6.7.4.5	Descripción del medio ambiente.....	107
6.7.4.5.1	Ambiente físico .....	108
6.7.4.5.2	Ambiente biótico.....	109
6.7.4.5.3	Ambiente socio-económico.....	110
6.7.4.6	Determinación de los potenciales impactos del proyecto .....	111
6.7.4.7	Análisis final .....	113
6.8	Administración.....	113
6.8.1	Recursos económicos .....	113
6.8.2	Recursos técnicos .....	113
6.8.3	Recursos administrativos .....	114
6.9	Previsión de la evaluación.....	114
<b>C. MATERIALES DE REFERENCIA</b>		
1.-	Bibliografía .....	115
1.1-	Bibliografía .....	115
1.2-	Webgrafía.....	115
2.-	Anexos .....	116
2.1	Anexo N°1 Imágenes de los ensayos .....	117
2.2	Anexo N°2 Imágenes de la elaboración de cilindros .....	119
2.3	Anexo N°3 Cuadro de resistencia del hormigón en días de curado .....	121
2.4	Anexo N°4 Análisis de precio unitario del bloque normal.....	122
2.5	Anexo N°5 Análisis de precio unitario bloque incorporando papel.....	123
2.6	Anexo N°6 Artículo sobre planta procesadora de basura para Ambato ....	124

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico N° 1.-</b> Delimitación Espacial.....	5
<b>Gráfico N° 2.-</b> Supra ordinación de la variable independiente.....	12
<b>Gráfico N° 3.-</b> Supra ordinación de la Variable Dependiente .....	13
<b>Gráfico N° 4.-</b> Resistencia(en%) que adquiere el hormigón a los 14, 28, 42 y 56 días.....	19
<b>Gráfico N° 5.-</b> Probetas de hormigón .....	21
<b>Gráfico N° 6.-</b> Llenado de moldes.....	22
<b>Gráfico N° 7.-</b> Equipo para elaboración de cilindros .....	25
<b>Gráfico N° 8.-</b> Resistencia de cilindros de hormigón de 210kg/cm <sup>2</sup> vs edad.....	47
<b>Gráfico N° 9.-</b> Resistencia de cilindros de hormigón de 280kg/cm <sup>2</sup> vs edad.....	47
<b>Gráfico N° 10.-</b> Resistencia de cilindros de hormigón de 210kg/cm <sup>2</sup> con 75% papel reciclado vs edad.....	48
<b>Gráfico N° 11.-</b> Resistencia de cilindros de hormigón de 210kg/cm <sup>2</sup> con 50% papel reciclado vs edad.....	48
<b>Gráfico N° 12.-</b> Resistencia de cilindros de hormigón de 210kg/cm <sup>2</sup> con 25% papel reciclado vs edad.....	49
<b>Gráfico N° 13.-</b> Resistencia de cilindros de hormigón de 280kg/cm <sup>2</sup> con 75% papel reciclado vs edad.....	49
<b>Gráfico N° 14.-</b> Resistencia de cilindros de hormigón de 280kg/cm <sup>2</sup> con 50% papel reciclado vs edad.....	50
<b>Gráfico N° 15.-</b> Resistencia de cilindros de hormigón de 280kg/cm <sup>2</sup> con 25% papel reciclado vs edad.....	50
<b>Gráfico N° 16.-</b> Situación de la Provincia de Tungurahua en relación al Territorio Nacional.....	55
<b>Gráfico N° 17 .-</b> Curva densidad aparente compactada vs porcentaje de mezcla.....	72
<b>Gráfico N° 18.-</b> Llenado de probetas de hormigón .....	84

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro N° 1.-</b> Operacionalización de la Variable Independiente .....	39
--	----

<b>Cuadro N° 2.-</b> Operacionalización de la Variable Dependiente.....	40
<b>Cuadro N° 3.</b> Plan de recolección de la información .....	41
<b>Cuadro N° 4.</b> Plan de recolección de la información .....	42
<b>Cuadro N° 5.-</b> Resistencia a la compresión de cilindros de hormigón normales....	44
<b>Cuadro N° 6.-</b> Resistencia a la compresión de cilindros de 210kg/cm <sup>2</sup> incrementando agua.....	45
<b>Cuadro N° 7.-</b> Resistencia a la compresión de cilindros de 280kg/cm <sup>2</sup> incrementando agua.....	46
<b>Cuadro N° 8 .-</b> Determinación de la densidad del agregado fino .....	66
<b>Cuadro N° 9 .-</b> Determinación de la densidad del agregado grueso .....	67
<b>Cuadro N° 10 .-</b> Densidad aparente (suelta) agregados fino y grueso. ....	69
<b>Cuadro N° 11 .-</b> Densidad aparente (compactada) agregados fino y grueso .....	70
<b>Cuadro N° 12 .-</b> Densidad aparente (compactada) mezcla .....	71
<b>Cuadro N° 13 .-</b> Densidad máxima de la mezcla .....	72
<b>Cuadro N° 14 .-</b> Cuadro resumen de las propiedades mecánicas de los agregados para $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .....	73
<b>Cuadro N° 15 .-</b> Dosificación al peso para hormigón de 210 kg/cm <sup>2</sup> . ....	77
<b>Cuadro N° 16 .-</b> Cuadro resumen de las propiedades mecánicas de los agregados para $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .....	77
<b>Cuadro N° 17 .-</b> Dosificación al peso para hormigón de 280 kg/cm <sup>2</sup> . ....	80
<b>Cuadro N° 18.-</b> Cantidades para cada saco de cemento para hormigón de 210kg/cm <sup>2</sup> . ....	83
<b>Cuadro N° 19.-</b> Cantidades para cada saco de cemento para hormigón de 280kg/cm <sup>2</sup> . ....	83
<b>Cuadro N° 20.-.</b> Tabla de carga-rotura de los bloques.....	104

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla N° 1.-</b> Tabla de asentamiento y coeficiente k.....	75
<b>Tabla N° 2.-</b> Tabla relación agua/cemento según resistencia de 210 kg/cm <sup>2</sup> . ....	75
<b>Tabla N° 3.-</b> Tabla de asentamiento y coeficiente k.....	78
<b>Tabla N° 4.-</b> Tabla relación agua/cemento según resistencia de 210 kg/cm <sup>2</sup> .....	74

## ÍNDICE DE IMÁGENES

<b>Imagen N° 1.-</b> Cantidad de arena .....	85
<b>Imagen N° 2.-</b> Cantidad de ripio.....	85
<b>Imagen N° 3.-</b> Cantidad de papel a introducir .....	86
<b>Imagen N° 4.-</b> Cemento.....	86
<b>Imagen N° 5.-</b> Cantidad de agua.....	86
<b>Imagen N° 6.-</b> Mezcla de los materiales.....	86
<b>Imagen N° 7.-</b> Visualización de la mezcla de hormigón con la incorporación de papel .....	87
<b>Imagen N° 8.-</b> Molde cilíndrico.....	87
<b>Imagen N° 9.-</b> Cono de Abrams .....	88
<b>Imagen N° 10.-</b> Ensayo de consistencia de la muestra.....	88
<b>Imagen N° 11.-</b> Retiro del cono de Abrams verticalmente .....	89
<b>Imagen N° 12.-</b> Muestras de hormigón con la incorporación de papel .....	90
<b>Imagen N° 13.-</b> Identificación de los cilindros.....	90
<b>Imagen N° 14.-</b> Tiempo de fraguado del hormigón .....	91
<b>Imagen N° 15.-</b> Curado de las probetas de hormigón .....	91
<b>Imagen N° 16.-</b> Probetas de hormigón con la incorporación de papel .....	92
<b>Imagen N° 17.-</b> Secado de las probetas de hormigón.....	92
<b>Imagen N° 18.-</b> Colocación de las probetas en la máquina de compresión .....	94
<b>Imagen N° 19.-</b> Aplicación de carga a las probetas.....	95
<b>Imagen N° 20.-</b> Rotura de las probetas de hormigón .....	95
<b>Imagen N° 21.-</b> Rotura de las probetas de hormigón .....	96
<b>Imagen N° 22.-</b> Mezclado de los materiales.....	97
<b>Imagen N° 23.-</b> Máquina de vibro-compactación .....	98
<b>Imagen N° 24.-</b> Llenado de moldes en la máquina .....	98
<b>Imagen N° 25.-</b> Prensado de bloques .....	99
<b>Imagen N° 26.-</b> Transporte de bloques en un coche.....	100
<b>Imagen N° 27.-</b> Curado en las bloqueras con regadío de agua.....	100
<b>Imagen N° 28.-</b> Pesado de los bloques en la balanza .....	101
<b>Imagen N° 29.-</b> Cubrimiento de las superficies con tabla tríplex.....	102

<b>Imagen N° 30.-</b> Colocación del bloque en la máquina de compresión .....	102
<b>Imagen N° 31.-</b> Aplicación de carga sobre el bloque.....	103
<b>Imagen N° 32.-</b> Retirado del bloque de la máquina .....	103
<b>Imagen N° 33.-</b> Contaminación del aire con la combustión de residuos sólidos .	108
<b>Imagen N° 34.-</b> Contaminación del agua en las fábricas.....	108
<b>Imagen N° 35.-</b> Contaminación del suelo.....	109
<b>Imagen N° 36.-</b> Impacto en flora y fauna .....	109
<b>Imagen N° 37.-</b> Acumulación de papel .....	111
<b>Imagen N° 38.-</b> Recicladora de papel.....	112

## **RESUMEN EJECUTIVO**

El presente proyecto se realizó con el objetivo de mostrar una nueva alternativa de materiales para la construcción, que presenten un aporte con conocimientos sobre la reutilización de residuos sólidos, ya que en la actualidad este tema afecta en general a todas las actividades, personas y espacios convirtiéndose en un problema de recursos abandonados, lo que se propone es la utilización de papel reciclado de los desechos sólidos urbanos del cantón Ambato provincia de Tungurahua para determinar su incidencia en la resistencia del Hormigón y al mismo tiempo generen un positivo impacto en el medio ambiente.

El trabajo es de carácter teórico – experimental, se incluye la modalidad Bibliográfica la cual ha permitido conocer y deducir diferentes enfoques y teorías del tema, basándose en documentos, libros y otras publicaciones. El trabajo de campo, corresponde a la elaboración de cilindros de hormigón para posteriormente determinar su resistencia en los laboratorios. El trabajo se realizó en su totalidad en el cantón Ambato, con materiales que se pueden obtener fácilmente.

Los resultados muestran que los cilindros de hormigón, fabricados con papel reciclado en un porcentaje del 25% en sustitución del agregado grueso, tienen mayor resistencia, la misma que es recomendable para la elaboración de mampostería, lo que indica que es una tecnología factible y amigable con el ambiente, debiéndose considerar como una alternativa viable que incentivará al reciclaje y reutilización de desechos.



## INTRODUCCIÓN

Durante miles de años el ser humano ha realizado actividades tendientes a satisfacer sus necesidades, sin importarle la cantidad de residuos que produce. Esto responde a una constante visión a corto plazo que busca el beneficio inmediato sin medir las consecuencias. Pero 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.

Los residuos sólidos son aquellos materiales diferentes de líquidos y gases, que, a criterio de los entes que lo generan, no representan ningún tipo de valor y se desechan como inútiles. Son la forma común de contaminación de las concentraciones demográficas de cualquier escala y cultura, consecuencia del excesivo consumo, que ocurre según el grado de desarrollo industrial y poblacional; que afecta de manera directa al hombre y a su ambiente.

De forma particular para este estudio se hace mención a la gran cantidad de papel reciclado, que se acumula año tras año y que crece considerablemente con relación a las actividades diarias de la población tanto en el país como en el cantón Ambato.

El papel se ha convertido en el medio esencial para registrar y transmitir conocimientos e ideas entre individuos, culturas y generaciones. En teoría, el papel puede reunir todos los requisitos de un producto inocuo para el ambiente: es un producto natural, biodegradable, se fabrica a partir de fuentes renovables y puede ser reutilizado y reciclado.

Es por esta razón y debido a la problemática ambiental que esto ocasiona, considerando que una de las oportunidades más prometedoras en lo que a la construcción se refiere radica en la innovación de materiales, se ha tomado la iniciativa de determinar la incidencia del papel reciclado de los desechos sólidos

de Ambato en la resistencia de cilindros de hormigón para posteriormente aplicarlos en la elaboración de bloques de mampostería, con la finalidad de mitigar el impacto ambiental.

Para determinar la factibilidad del presente estudio, el primer capítulo se inició con el planteamiento del problema, haciéndose necesario encontrar alternativas de reciclaje del papel, Justificación, y se dan a conocer los objetivos generales y específicos.

En el capítulo dos, se presenta el marco teórico, siendo una recopilación de datos bibliográficos y conceptuales como fundamentación en las categorías. Se muestra la hipótesis y el señalamiento de las variables.

En el tercer capítulo, se identifica la metodología de la investigación en cada etapa, modalidad, nivel o tipo, como son de campo, experimental y bibliográfica. Se determina la Población y muestra al igual que la operacionalización de variables. En el capítulo cuatro se procesaron los datos obtenidos durante la investigación, experimentación y análisis, para su posterior interpretación y verificación de la hipótesis.

En el quinto capítulo, se establecen las conclusiones y recomendaciones, considerando los parámetros de resistencia del hormigón, lo que define la factibilidad de la investigación.

En el sexto capítulo se muestra la propuesta de fabricación de bloques de hormigón incorporando el papel reciclado de los desechos sólidos urbanos del cantón Ambato, como alternativa viable de mitigación del impacto ambiental.

## **CAPÍTULO I**

### **EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

#### **1.1.-TEMA DE INVESTIGACIÓN**

El papel reciclado de los desechos sólidos urbanos del cantón Ambato Provincia de Tungurahua y su incidencia en la resistencia del hormigón.

#### **1.2.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

##### **1.2.1.- CONTEXTUALIZACIÓN**

En América los desechos sólidos son generados en exceso, de difícil manejo y con un índice muy bajo de reciclamiento. Se estima que el 11% de la basura que se genera en México está compuesta por residuos de papel, recolectándose para fines de reciclamiento, sólo el 2%<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Recicladores, A.C. (INARE 2000).

En el viejo continente también se han realizado diferentes investigaciones para el ahorro en la construcción, y para la protección del medio ambiente, como por ejemplo:

Inglaterra, que se convierte en el primer país de la Unión Europea en aceptar, oficialmente, la edificación de casas ecológicas elaboradas a base de materiales de desecho basura conocidas como Earthships en inglés: "barco terrestre", "nave de tierra" o simplemente: ecocasas, hechas completamente con material reciclado: cartón, papel, botellas, latas de aluminio y cubiertas de automóviles, entre otros. El concepto de este tipo de vivienda parte de un espíritu de reciclaje combinado

con la utilización de energías renovables, con lo que se pretende además de hacerlas económicas, descontaminar y disminuir el impacto al medio ambiente y permitir su integración poco contaminante al mismo.

“El Centro Experimental de la Vivienda Económica en Argentina presentó un trabajo que invierte el concepto de usar materiales tradicionales en forma no tradicional, puesto que utilizan materiales no tradicionales en forma tradicional (para constituir ladrillos o bloques, que se utilizarán para levantar mamposterías). También se busca reemplazar parcialmente una tecnología muy arraigada en nuestra sociedad latinoamericana, para la construcción de viviendas, como es la mampostería de ladrillo común de tierra cocida (elaborado con un recurso no renovable). Este tipo de ladrillo tradicional, por sus dimensiones y condiciones físicas, ha resultado ser un material constructivo de aceptación universal.”<sup>4</sup>

<sup>4</sup> <http://www.construcgeek.com/blog/nuevos-ladrillos-a-base-de-plasticos-reciclad>os

Refiriéndonos al Ecuador, en la actualidad hay algunos grupos que reciclan papel usado, y hay agentes locales de materiales reciclados que compran papel usado para reciclar y posteriormente procesarlo. El papel es dividido del flujo de la basura para reciclarse por grupos cooperativos, locales y negocios. Sin embargo, mucho papel todavía está siendo tirado todos los días, la mayoría de éstos consisten en diarios, papel de copias, y papel de escribir. Ya que este material se recicla fácilmente.

En lugares donde el reciclar es una costumbre ya tienen normas, como por ejemplo usar diferentes colores para los tachos de basura, en nuestro país pocas personas utilizan este sistema.

Existe un mercado para casi cada producto a base de papel o cartón. En el Ecuador, hay dos compañías de mayor producción de papel que compran también los papeles y cartones usados. Estas compañías son Papeleras Nacionales y Cartopel, que tienen fábricas en Cuenca, Guayaquil y Quito. Las condiciones de compra y criterios de calidad no son muy diferentes entre las dos compañías. En

ciudades pequeñas, hay también la posibilidad de vender los materiales a intermediarios.

### **1.2.2.- ANÁLISIS CRÍTICO**

El tema de los desechos sólidos reciclables afecta en general y de forma horizontal a todas las actividades, personas y espacios, convirtiéndose en un problema no sólo por lo que representa en términos de recursos abandonados sino por la creciente incapacidad para encontrar lugares que permitan su acomodo correcto desde un punto de vista ecológico, es por esta razón que se ha tomado en cuenta la reutilización de estos recursos con el fin de garantizar el buen uso de los desechos.

### **1.2.3.- Prognosis**

Lo que podría pasar en el futuro al no dar la importancia que merece el problema de desinterés en el tema de residuos sólidos y por no existir ideas innovadoras en cuanto a la utilización de nuevos materiales para la construcción, seguirá existiendo un déficit habitacional crónico y creciente, es decir que el acceso a una edificación seguiría siendo limitada ya que más de un millón de familias ecuatorianas no disponen de una vivienda adecuada, las familias de bajos ingresos precariamente han resuelto su problema de techo sacrificando la calidad de vida de las mismas.

Frente a la demanda de nueva vivienda y mejoramiento de la deficitaria, la capacidad de respuesta del Estado ha sido limitada, fundamentalmente porque Ecuador no tiene una política en materia habitacional y porque la prioridad fiscal enfocaba tradicionalmente al pago de la deuda y no la inversión social en general y mucho menos la vivienda.

Además el tema de desechos es de vital importancia ya que si no se toman medidas al respecto en el Ecuador se incrementará la producción de residuos reciclables lo cual se convierte en un problema de salud pública porque

proliferará la reproducción de ratas, moscas y otros transmisores de enfermedades, así como la contaminación del aire y del agua.

#### **1.2.4.- Formulación del Problema**

En vista de la problemática identificada se ha visto en la necesidad de formular la siguiente pregunta

¿Cómo el papel reciclado de los desechos sólidos urbanos del cantón Ambato Provincia de Tungurahua incide en la resistencia del hormigón.

#### **1.2.5.- Preguntas Directrices**

- ¿Cuál es el proceso estándar de elaboración de los cilindros de hormigón?
- ¿Qué resistencia se obtiene en ensayos de rotura a compresión de probetas cilíndricas normalizadas realizadas a los 28 días de edad?
- ¿Cuáles son los factores externos que influyen en la resistencia de un cilindro de hormigón?
- ¿Qué se hace con el papel reciclado de los desechos sólidos urbanos del cantón Ambato?
- ¿Cuál es la disponibilidad de los agregados?
- ¿Cuáles son los factores que indican una carencia de ideas innovadoras en lo que al tema de construcción se refiere?
- ¿Cuáles serían los beneficios a la ciudadanía con la implementación de nuevos materiales para la construcción?

#### **1.2.6.- Delimitación del Objeto de Investigación**

##### **1.2.6.1.- Delimitación de Contenido**

Se ha identificado que el problema de desinterés en el tema de residuos sólidos y por no existir ideas innovadoras en cuanto a la utilización de nuevos materiales para la construcción se hace interesante el tema propuesto de estudio.

En el aspecto técnico se necesitará conocimientos en Impacto Ambiental, Estructuras, Ensayo de Materiales, el proyecto se realizará en el ámbito de Ingeniería Ambiental en el campo de Ingeniería Civil.

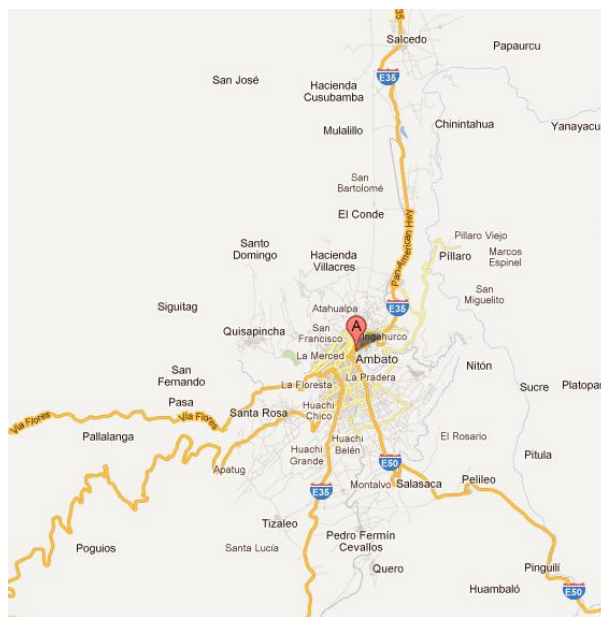
### 1.2.6.2.- Delimitación espacial

El Cantón Ambato pertenece a la Provincia de Tungurahua, se encuentra en el centro de la sierra del Ecuador.

Ambato cuenta con 10 parroquias urbanas: Atocha - Ficoa, Celiano Monge, Huachi Chico, Huachi Loreto, La Matriz, La Merced, La Península, Pishilata y San Francisco.

Las rutas de recolección están diseñadas para el área urbana y rural, en dos horarios; el primero vespertino de 7 a 11 de la mañana; y el segundo nocturno de 6 a 12 de la noche.

Los ensayos correspondientes se los realizarán en la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.



**Gráfico N° 1.- Delimitación Espacial**

### **1.2.6.3.- Delimitación temporal**

El presente estudio se realizará en el periodo comprendido entre los meses de Abril del 2012 a Septiembre del 2012 en el cual se va a investigar los materiales alternativos para la construcción, como es el de transformar los desechos sólidos urbanos en elementos útiles, y con esto disminuir la cantidad de basura. Por lo tanto con el uso de estos residuos se protege al medio ambiente, y se consigue un valor agregado al reciclaje. Quizás, también, se genere en el lector, el interés por este tipo de nuevos materiales ecológicos para la construcción.

### **1.3.- JUSTIFICACIÓN**

La importancia del presente proyecto es dar un aporte con conocimientos sobre la utilización de residuos reciclables, ya que estos maximizan la eficiencia de los recursos.

El interés de esta investigación surge por la realidad ambiental que vivimos en el planeta que motiva a desarrollar este tema que generará un positivo impacto en el ambiente.

La novedad se da en que ésta es una idea innovadora en la cual podemos ver como la creatividad humana no tiene límites y la necesidad agudiza el ingenio, algo que estamos perdiendo por el exceso de cosas que tenemos y sobre todo que nos las dan todas ya hechas.

La preocupación que existe por el medio ambiente, provoca que la mayoría de las empresas estén sustituyendo sus materias primas tradicionales por materiales ecológicos, los cuales tienen como características ser reciclables como el papel, permitiendo un hormigón durable y estable, resistente a la humedad, lo mejor de todo es que no contienen productos tóxicos y no es conductora de energía eléctrica.



Este nuevo concepto en construcción propone producir materiales a partir de la basura con el fin de incorporar a los sectores marginados del mercado laboral y gestionar micro emprendimientos para la gente de bajos recursos.

## **1.4.- OBJETIVOS**

### **1.4.1.- Objetivos Generales**

Estudiar como el papel reciclado de los desechos sólidos urbanos del cantón Ambato Provincia de Tungurahua, incide en la resistencia del hormigón.

### **1.4.2.- Objetivos Específicos**

- Definir la cantidad de papel que se recoge en la zona urbana del Cantón Ambato.
- Determinar las proporciones adecuadas de los agregados, tanto de los tradicionales como del nuevo agregado.
- Definir la forma como se va a introducir en el concreto el papel.
- Determinar la resistencia a la compresión a los 28 días de edad.
- Ver la factibilidad de utilización del hormigón con papel reciclado en la elaboración de bloques macizos.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1.- ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS**

Según GAGGINORosana. “UN NUEVO DESAFÍO: CONSTRUIR CON MATERIALES RECICLADOS” *Revista Vivienda Popular*. Montevideo, Uruguay. Ed. Facultad de Arquitectura de la Universidad de la República. 2004. Concluye que:

Los bloques desarrollados con material reciclado son una alternativa posible para la ejecución de cerramientos de construcciones, más ecológicos, más livianos y de mejor aislación térmica, que los bloques convencionales de cemento y arena gruesa que se utilizan tradicionalmente en nuestra región.

Su resistencia mecánica es menor, pero suficiente para cumplir la función de constituir mamposterías para cerramiento de viviendas de hasta dos pisos de altura con losas de hormigón, con estructura independiente; o con cubiertas livianas como chapas de zinc, sin estructura independiente.

Según la tesis “RECICLAJE Y REUTILIZACIÓN DE MATERIALES RESIDUALES DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN” de los autores Natalini, Mario B. - Klees, Delia R. - Tirner, Jirin de Departamento de Estabilidad - Facultad de Ingeniería – UNNE concluye que:

Uno de los cambios tecnológicos más grandes de nuestro tiempo es limitar y utilizar la gran cantidad de los deshechos de la construcción, que son el resultado del desarrollo de la sociedad moderna. La utilización de los residuos de la construcción está considerada como una de las tecnologías más limpias y la que permite un importante ahorro de energía.

El reciclaje posee importantes atractivos frente a la utilización de materias primas naturales. La gran ventaja es que soluciona paralelamente la eliminación de materiales de desecho y que, por medio del aprovechamiento de estos residuos se reduce la cantidad de recursos naturales primarios a extraer.

Se reduce el volumen de los residuos que se vierten y por lo tanto se logra una buena utilización de la capacidad de los vertederos. Se limitan y previenen los daños medioambientales respecto a un incorrecto tratamiento de estos residuos, especialmente por vuelco y depósito de residuos contaminados de la construcción.

Según la investigación “GESTIÓN DE LA CIENCIA Y TECNOLOGIA PARA EL RECICLADO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS EN LA CONSTRUCCIÓN” realizada por Ing. Eulalio A. Toscano Machado concluye que:

A través del presente trabajo se demostró que una de las soluciones más eficientes para el tratamiento de los RCD (Residuos de la Construcción y remoción) desde el punto de vista económico y ambiental lo constituye el reciclaje, pues permite el ahorro de materiales utilizados en la construcción, disminuyendo la extracción en las canteras al disminuir los costos mediante la reincorporación de áridos reciclados, cerrando de esta manera el ciclo de vida de los materiales.

Los estudios de casos demostraron la factibilidad técnico económica para la asimilación de estas tecnologías, por lo que se justifica la adquisición de una planta móvil para el reciclado, aspecto que permitiría reducir el nivel de escombros que se generan en el territorio, disminuyendo así el impacto ambiental.

## **2.2.- FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA**

El motivo principal que orienta a la presente investigación es de carácter crítico propositivo ya que considera al ser humano como centro del mundo, por lo que la finalidad del proyecto es la identificación de las potencialidades de cambio que

representa el implemento de nuevos materiales para la construcción aprovechando los recursos reciclables como es el papel.

Se presenta un énfasis en el análisis cualitativo, para determinar el beneficio de la reutilización de desechos aplicados a la elaboración de cilindros de hormigón que servirá para determinar la resistencia a la compresión.

### **2.3.- FUNDAMENTACIÓN LEGAL**

Este proyecto se sustenta en el texto de la ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE AMBATO en uso de las atribuciones que le confiere la Ley del Régimen Municipal y leyes pertinentes expiden la siguiente reforma a la ordenanza que regula las operaciones de limpieza y aseo público del cantón Ambato.

#### **CAPITULO I.-**

##### **DE LA JURISDICCIÓN Y COMPETENCIA.-**

**Art. 1.-** Esta ordenanza se aplicará dentro de los límites geográficos del Cantón Ambato.

**Art. 2.-** La ejecución, control y vigilancia de la presente ordenanza compete a la Dirección de Higiene Municipal de Ambato.

#### **CAPITULO II.-**

##### **DEL ASEO PÚBLICO.-**

**Art. 3.-** La limpieza y disposición temporal de la basura de todas las vías, calzada y aceras públicas, son de responsabilidad de todos los ciudadanos que viven en el Cantón Ambato.

**Art. 4.-** Los ciudadanos que viven en el Cantón Ambato, recogerán y clasificarán sus desechos sólidos en recipientes y fundas plásticas distintas para cada clase de desechos, de la siguiente manera:

- a) Para basura domiciliaria se utilizarán fundas plásticas y recipientes de color negro.

- b) Para desechos peligrosos de clínicas, hospitales y establecimientos sujetos al código de la Salud, utilizarán fundas rojas, y
- c) Para desechos reciclables, fundas y recipientes verdes.

**Art. 5.-** La Dirección de Higiene Municipal es responsable del barrido de vías y aceras del frente de inmuebles del sector público, parques áreas verdes de servicio comunal, portales y similares, igualmente será el responsable del retiro oportuno, transporte y disposición final de los desechos sólidos provenientes de estos lugares y toda el área de su jurisdicción.

## 2.4.- CATEGORIAS FUNDAMENTALES

### 2.4.1.- SUPRA ORDINACIÓN DE LAS VARIABLES

#### 2.4.1.1 Variable Independiente: Resistencia del hormigón.

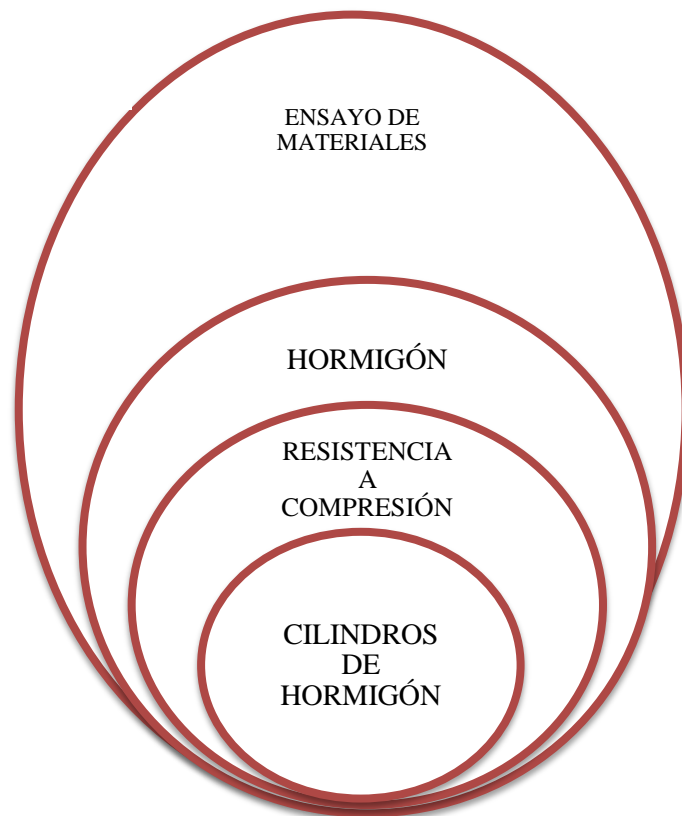
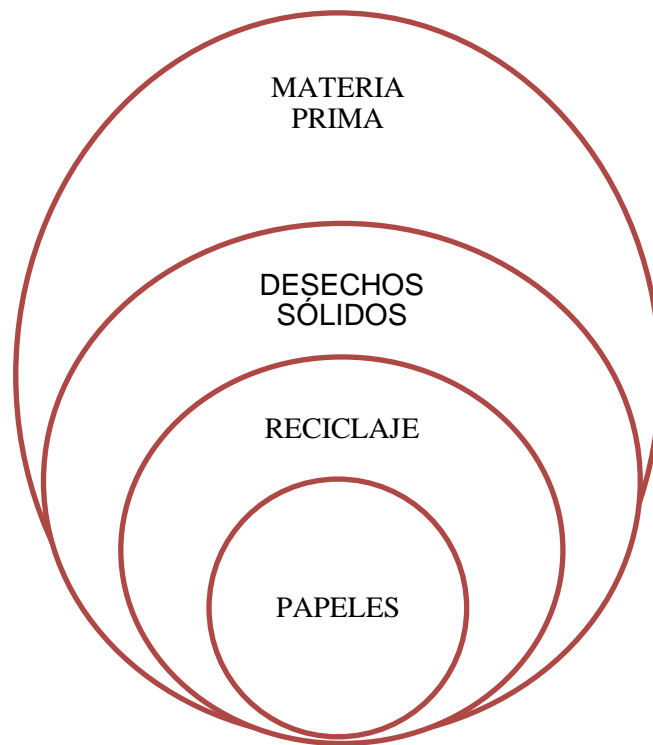


Gráfico N° 2.- Supra ordinación de la variable independiente

**2.4.1.2 Variable Dependiente:** El papel reciclado de los desechos sólidos urbanos del cantón Ambato Provincia de Tungurahua.



**Gráfico N° 3.-** Supra ordinación de la Variable Dependiente

## **2.4.2.- DEFINICIONES**

### **2.4.2.1 DESGLOSE DE LAS DEFINICIONES SUPRAORDINACIÓN DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE**

#### **2.4.2.1.1 QUÉ ES ENSAYO DE MATERIALES:**

Se denomina ensayo de materiales a toda prueba cuyo fin es determinar las propiedades mecánicas de un material.

Los ensayos de materiales pueden ser de dos tipos, ensayos destructivos y ensayos no destructivos.

Estos últimos permiten realizar la inspección sin perjudicar el posterior empleo del producto, por lo que permiten inspeccionar la totalidad de la producción si fuera necesario.

#### **Ensayos no destructivos**

Entre los ensayos no destructivos más comunes se encuentran los siguientes:

- Ensayo de dureza (en algunos casos no se considera como ensayo no destructivo, especialmente cuando puede comprometer la resistencia de la pieza a cargas estáticas o a fatiga)
- Inspección visual, microscopía y análisis de acabado superficial
- Ensayos por líquidos penetrantes
- Inspección por partículas magnéticas
- Ensayos radiológicos
- Ensayo por ultrasonidos
- Ensayos por corrientes inducidas



- Ensayos de fugas: detección acústica, detectores específicos de gases, cromatografías, detección de flujo, espectrometría de masas, manómetros, ensayos de burbujas, etc.

### **Ensayos destructivos**

Son pruebas que se les hacen a algunos materiales como el acero por ejemplo. Algunas de ellas son ensayo de tensión, flexión, compresión, etc. Se les llama destructivos porque deforman al material.

Entre los ensayos destructivos más comunes se encuentran los siguientes:

- Ensayo de tracción
- Ensayo de compresión
- Ensayo de cizallamiento
- Ensayo de flexión
- Ensayo de torsión
- Ensayo de resiliencia
- Ensayo de fatiga de materiales
- Ensayo de fluencia en caliente (*creep*)

Otros ensayos para aplicaciones específicas son:

- Ensayo de plegado
- Ensayo de embutición
- Ensayo de abocardado
- Prueba hidrostática (con presiones mayores a las de servicio).
- Flexión alternativa de alambres

#### **2.4.2.1.2 QUÉ ES HORMIGÓN:**

El hormigón es el material resultante de la mezcla de cemento (u otro conglomerante) con áridos (grava, gravilla y arena) y agua. La mezcla de cemento con arena y agua se denomina mortero. Existen hormigones que se producen con otros conglomerantes que no son cemento, como el hormigón asfáltico que usa betún para realizar la mezcla.

El cemento, mezclado con agua, se convierte en una pasta moldeable con propiedades adherentes, que en pocas horas fragua y se endurece tornándose en un material de consistencia pétreo.

La principal característica estructural del hormigón es que resiste muy bien los esfuerzos de compresión, pero no tiene buen comportamiento frente a otros tipos de esfuerzos (tracción, flexión, cortante, etc.), por este motivo es habitual usarlo asociado al acero, recibiendo el nombre de hormigón armado, comportándose el conjunto muy favorablemente ante las diversas sollicitaciones.

Además, para poder modificar algunas de sus características o comportamiento, se pueden añadir aditivos y adiciones, existiendo una gran variedad de ellos: colorantes, aceleradores, retardadores de fraguado, fluidificantes, impermeabilizantes, fibras, etc.

Cuando se proyecta una estructura de hormigón armado se establecen las dimensiones de los elementos, el tipo de hormigón, los aditivos, y el acero que hay que colocar en función de los esfuerzos que deberá soportar y de las condiciones ambientales a que estará expuesto.

Su empleo es habitual en obras de arquitectura e ingeniería, tales como edificios, puentes, diques, puertos, canales, túneles, etc. Incluso en aquellas edificaciones cuya estructura principal se realiza en acero, su utilización es imprescindible para conformar la cimentación.

## **Características y comportamiento del hormigón**

### *Nociones generales*

El hormigón es el material resultante de unir áridos con la pasta que se obtiene al añadir agua a un conglomerante. El conglomerante puede ser cualquiera, pero cuando nos referimos a hormigón, generalmente es un cemento artificial, y entre estos últimos, el más importante y habitual es el cemento portland.

### *Características estructurales*

La principal característica estructural del hormigón es resistir muy bien los esfuerzos de compresión. Sin embargo, tanto su resistencia a tracción como al esfuerzo cortante son relativamente bajas, por lo cual se debe utilizar en situaciones donde las solicitaciones por tracción o cortante sean muy bajas.

Para superar este inconveniente, se "arma" el hormigón introduciendo barras de acero, conocido como hormigón armado, o concreto reforzado, permitiendo soportar los esfuerzos cortantes y de tracción con las barras de acero. Es usual, además, disponer barras de acero reforzando zonas o elementos fundamentalmente comprimidos, como es el caso de los pilares. Los intentos de compensar las deficiencias del hormigón a tracción y cortante originaron el desarrollo de una nueva técnica constructiva a principios del siglo XX, la del hormigón armado.

Posteriormente se investigó la conveniencia de introducir tensiones en el acero de manera deliberada y previa al fraguado del hormigón de la pieza estructural, desarrollándose las técnicas del hormigón pretensado y el hormigón pos tensado.

Así, introduciendo antes del fraguado alambres de alta resistencia tensados en el hormigón, éste queda comprimido al fraguar, con lo cual las tracciones que surgirían para resistir las acciones externas, se convierten en descompresiones de las partes previamente comprimidas, resultando muy ventajoso en muchos casos.

Para el pretensado se utilizan aceros de muy alto límite elástico, dado que el fenómeno denominado fluencia lenta anularía las ventajas del pretensado. Los aditivos permiten obtener hormigones de alta resistencia; la inclusión de monómeros y adiciones para hormigón aportan múltiples mejoras en las propiedades del hormigón.

Cuando se proyecta un elemento de hormigón armado se establecen las dimensiones, el tipo de hormigón, la cantidad, calidad, aditivos, adiciones y disposición del acero que hay que aportar en función los esfuerzos que deberá resistir cada elemento.

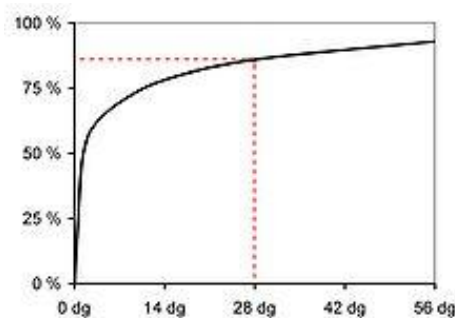
Un diseño racional, la adecuada dosificación, mezcla, colocación, consolidación, acabado y curado, hacen del hormigón un material idóneo para ser utilizado en construcción, por ser resistente, durable, incombustible, casi impermeable, y requerir escaso mantenimiento. Como puede ser moldeado fácilmente en amplia variedad de formas y adquirir variadas texturas y colores, se utiliza en multitud de aplicaciones.

### ***Características físicas del hormigón***

Las principales características físicas del hormigón, en valores aproximados, son:

- Densidad en torno a  $2.350 \text{ kg/m}^3$
- Resistencia a compresión de  $150 \text{ a } 500 \text{ kg/cm}^2$  ( $15 \text{ a } 50 \text{ MPa}$ ) para el hormigón ordinario. Existen hormigones especiales de alta resistencia que alcanzan hasta  $2.000 \text{ kg/cm}^2$  ( $200 \text{ MPa}$ ).
- Resistencia a tracción proporcionalmente baja, es del orden de un décimo de la resistencia a compresión y, generalmente, poco significativa en el cálculo global.
- Tiempo de fraguado dos horas, aproximadamente, variando en función de la temperatura y la humedad del ambiente exterior.

- Tiempo de endurecimiento progresivo, dependiendo de la temperatura, humedad y otros parámetros.
  - De 24 a 48 horas, adquiere la mitad de la resistencia máxima; en una semana 3/4 partes, y en 4 semanas prácticamente la resistencia total de cálculo.
  
- Dado que el hormigón se dilata y contrae en magnitudes semejantes al acero, pues tienen parecido coeficiente de dilatación térmico, resulta muy útil su uso simultáneo en obras de construcción; además, el hormigón protege al acero de la oxidación al recubrirlo.



**Gráfico N° 4.- Resistencia** (en %) que adquiere el hormigón a los 14, 28, 42 y 56 días.

El proceso de fraguado y endurecimiento es el resultado de reacciones químicas de hidratación entre los componentes del cemento. La fase inicial de hidratación se llama fraguado y se caracteriza por el paso de la pasta del estado fluido al estado sólido. Esto se observa de forma sencilla por simple presión con un dedo sobre la superficie del hormigón. Posteriormente continúan las reacciones de hidratación alcanzando a todos los constituyentes del cemento que provoquen el endurecimiento de la masa y que se caracterice por un progresivo desarrollo de resistencias mecánicas.

El fenómeno físico de endurecimiento no tiene fases definidas. El cemento está en polvo y sus partículas o granos se hidratan progresivamente, inicialmente por

contacto del agua con la superficie de los granos, formándose algunos compuestos cristalinos y una gran parte de compuestos micro cristalinos asimilables a coloides que forman una película en la superficie del grano. A partir de entonces el endurecimiento continúa dominado por estas estructuras coloidales que envuelven los granos del cemento y a través de las cuales progresa la hidratación hasta el núcleo del grano.

El hecho de que pueda regularse la velocidad con que el cemento amasado pierde su fluidez y se endurece, lo hace un producto muy útil en construcción. Una reacción rápida de hidratación y endurecimiento dificultaría su transporte y una cómoda puesta en obra rellenando todos los huecos en los encofrados. Una reacción lenta aplazaría de forma importante el desarrollo de resistencias mecánicas. En las fábricas de cemento se consigue controlando la cantidad de yeso que se añade al clinker de cemento. En la planta de hormigón, donde se mezcla la pasta de cemento y agua con los áridos, también se pueden añadir productos que regulan el tiempo de fraguado.

En condiciones normales un hormigón portland normal comienza a fraguar entre 30 y 45 minutos después de que ha quedado en reposo en los moldes y termina el fraguado trascurridas sobre 10 ó 12 horas. Después comienza el endurecimiento que lleva un ritmo rápido en los primeros días hasta llegar al primer mes, para después aumentar más lentamente hasta llegar al año donde prácticamente se estabiliza.

#### **2.4.2.1.3 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN:**

Los ensayos de compresión del hormigón se efectúan para determinar la calidad del hormigón.

Si se permite que varíen las condiciones de curado, toma de muestras y métodos de llenado y acabado de las probetas los resultados obtenidos carecen de valor

porque no se puede determinar si una resistencia baja es debida a una mala calidad del hormigón o faltas en la preparación de las probetas.

Para obtener resultados dignos de confianza se deberán seguir las siguientes técnicas operatorias.

#### Primero: Preparación

Se utilizarán moldes cilíndricos, de acero o un material no poroso, de 15 cm de diámetro por 30 cm de altura. Antes de llenarlos deberán colocarse sobre una superficie lisa, dura y horizontal. Es muy conveniente hacer más de una probeta por cada suministro y edad en que se realice el ensayo, normalmente a 3, 7, 14 y 28 días.



**Gráfico N° 5.-** Probetas de hormigón

#### Segundo: Toma de muestras

Las muestras deberán tomarse directamente de la canaleta de descarga del mixer. Después de haber vaciado  $1/4$  y antes de vaciar el  $3/4$  de la mezcla total de hormigón.

Antes de llenar los moldes las muestras deberán ser completamente mezcladas en una carretilla u otra superficie limpia y no absorbente.

### Tercero: Llenado de los moldes

Se llenarán los moldes con tres capas de hormigón las mismas que deberán ser picadas cada una con 25 golpes con una varilla metálica de extremo semiesférico. Los moldes se llenarán uniformemente, es decir, se hará la colocación y compactación de la primera capa en todos los moldes, después de la segunda capa en todos, y finalmente la tercera en cada uno de los moldes. La tercera capa contendrá un exceso de hormigón.

Después de golpear los lados de los moldes con la varilla se enrasará quitando el exceso de hormigón con una paleta hasta conseguir una cara perfectamente plana y lisa.



**Gráfico N° 6.-** Llenado de moldes

### Cuarto: Tiempo de espera

Dejar los cilindros sin mover ni desmoldar de 12 a 24 horas o hasta que han endurecido lo suficiente para resistir el manejo después del moldeo.

La temperatura no deberá ser inferior a los 20°C ni superior a los 27°C en el sitio en que se guarden las probetas. Las muestras que se dejen en el sitio de trabajo durante varios días a temperaturas bajas o altas darán resultados erróneos.



Quinto: Curado y transporte

Después del fraguado se desmoldarán las probetas y se colocarán en ambiente de saturación (100% de humedad relativa), en agua a una temperatura de 20°C o se enviarán a un laboratorio para un curado normalizado.

Se tendrá mucho cuidado en la transportación de los cilindros ya que los que se dejen mover en una caja o ir "bailando" en el balde de un camión pueden sufrir un daño considerable.

Como elemento de amortiguamiento se usará aserrín u otro material parecido.

### **Curado**

Temperatura inicial

$f'c > 422 \text{Kg/cm}^2$  20-26° C

$f'c < 422 \text{Kg/cm}^2$  16-27°C

Protección después del acabado.- Inmediatamente después de elaborar el espécimen se debe evitar la evaporación y la pérdida de agua de estos.

Curado de especímenes para control de calidad.-Se realizará el siguiente tipo de curado:

Curado inicial.-Después del moldeado, la temperatura alrededor de los especímenes debe mantenerse en un rango de 60° a 80°F (16° a 27°C). Los especímenes que vayan a ser transportados antes de transcurridas 48 horas después del moldeado deben permanecer en su molde a humedad del medio ambiente hasta que sean recibidos en el laboratorio para el desmolde y curado estándar. Los especímenes que no vayan a ser transportados deben ser sacados de los moldes después de transcurridas las primeras  $24 \pm 8$  horas y usar el curado estándar hasta que sean transportados.

Curado estándar de cilindros.- Al terminar el curado inicial y antes de que transcurran 30 minutos después de haber removido los moldes, almacene los especímenes en condiciones de humedad adecuada, siempre cubiertos con agua a una temperatura de  $73.4 \pm 3^{\circ}\text{F}$  ( $23 \pm 1.7^{\circ}\text{C}$ ).

Se permiten temperaturas de entre  $68^{\circ}$  y  $86^{\circ}\text{F}$  ( $20^{\circ}$  y  $30^{\circ}\text{C}$ ) durante un período que no exceda de 3 horas inmediatamente antes de hacer la prueba, si siempre se mantiene húmeda la superficie del espécimen.

Curado en campo.

Cilindros.-Almacenar los cilindros lo más cercano posible a la estructura de hormigón que representen. Mantenga los cilindros en las mismas condiciones que el hormigón de la estructura (protección, humedad, temperatura, curado, etc.).

#### **2.4.2.1.4 CILINDROS DE HORMIGÓN:**

Esta práctica cubre los procedimientos necesarios para hacer y curar muestras cilíndricas y vigas de hormigón en obra para proyectos de construcción, que puede ser compactado mediante varillado o vibración.

Además este ensayo proporciona los estándares necesarios para la realización de curado, protección y transporte de los cilindros de ensayo del concreto bajo las condiciones de campo.

El hormigón usado para hacer los especímenes, debe tener los mismos niveles de asentamiento, contenido de aire y porcentaje de agregado grueso que el hormigón colocado en la obra.

Si los cilindros son realizados y curados de acuerdo a los estándares especificados en la norma, los datos obtenidos del ensayo de resistencia pueden ser utilizados con los siguientes propósitos:

- Resistencia aceptable del espécimen.
- Chequeo de las porciones adecuadas de la mezcla para obtener una determinada resistencia.
- Control de calidad.

Si los cilindros son realizados y curados en campo como lo estimado en esta norma, los datos de resistencia del concreto pueden ser utilizados con los siguientes propósitos:

- Determinar si una estructura está en capacidad de ponerse en servicio.
- Comparación de los resultados obtenidos de los cilindros curados de acuerdo al estándar con los resultados de los métodos utilizados en obra.
- Adecuado curado y protección del concreto en la estructura.

## EQUIPO



**Gráfico N° 7.-** Equipo para elaboración de cilindros

**Moldes.-** Deben ser de acero, hierro forjado u otro material no absorbente y que no reaccione con el cemento. Antes de usarse los moldes deben ser cubiertos ligeramente con aceite mineral o un agente separador de cimbras no reactivo.

**Varilla.-** De acero redondo con un diámetro de 5/8 de pulgada (16 mm), recta y aproximadamente de 24 pulgadas (600 mm) de longitud con un extremo redondeado de forma semiesférica.

**Vibrador.-** La frecuencia del vibrador debe ser por lo menos 7000 vibraciones por minuto (150 Hz) cuando el vibrador esté operando en el concreto. El diámetro del vibrador debe ser no mayor a un cuarto del diámetro del molde cilíndrico o un cuarto del interior del molde de la viga.

**Mazo.-** Debe usarse un mazo con cabeza de hule o cuero que pese aproximadamente 1.25±0.50 lb. (0.6±0.2 Kg.).

**Herramientas de Mano.-** Palas, cubetas, espátulas, niveladores y alisadores de madera y metal para la superficie del hormigón, calibradores cucharones y reglas.

**Recipiente para muestreo y mezclado.-** Debe ser un recipiente de metal grueso de tamaño adecuado o una carretilla limpia de superficie no absorbente y con capacidad suficiente para mezclar la muestra completa con pala.

#### **2.4.2.2 DESGLOSE DE LAS DEFINICIONES SUPRAORDINACIÓN DE LA VARIABLE DEPENDIENTE**

##### **2.4.2.2.1 QUÉ ES LA MATERIA PRIMA.-**

Se conocen como materias primas a la materia extraída de la naturaleza y que se transforma para elaborar materiales que más tarde se convertirán en bienes de consumo.

Las materias primas que ya han sido manufacturadas pero todavía no constituyen definitivamente un bien de consumo se denominan productos semielaborados, productos semiacabados o productos en proceso, o simplemente materiales.

## **Clasificación de materias primas estructurales**

Materias primas estructurales listas para su uso o "materias primas estructurales industriales"

### **Materias primas al natural**

(Sin necesidad de ser refinadas, procesadas, válidas en crudo para ser trabajadas)

- Madera
- Piedra natural
- Arena

### **Materias primas compuestas**

- Fibras
- Aglomerado de partículas
- Aglomerado por capas

### ***Refinado del Papel***

La pasta se refina para desfibrar y cortar las fibras a fin de adaptarlas al tipo de papel deseado. De este proceso depende el grado de resistencia que tendrá el papel al doblado, reventado y rasgado.

El papel puede sufrir dos tipos de refinamiento: graso o magro

- El graso deja las fibras muy hidratadas dotando al papel de resistencia, rigidez y cierta transparencia, pero le quita flexibilidad y lo hace quebradizo, con dificultad para el plegado (papeles vegetales, de fumar, pergaminos).

- El magro deja las fibras enteras o truncadas, lo que le da al papel flexibilidad, facilidad para el plegado, grosor, blandura y opacidad (son por ejemplo los papeles absorbentes, de impresión, offset, etc.)

## **Encolado**

En esta etapa, se le añade cola al papel, para evitar que sobre el papel se *corra* la tinta al imprimir o escribir. De este proceso depende el grado de permeabilidad.

El encolado se puede realizar en dos momentos: en masa o en superficie.

- En masa se realiza en el transcurso de la fabricación, en el momento en el que se preparan las masas (la pasta).
- En superficie cuando el papel está casi seco.

El encolado consiste en la adición de productos hidrófobos (como colas de resina, gelatina, colas reforzadas y productos fijantes como sulfato de alúmina). La finalidad es evitar la penetración de líquidos en el papel que originan problemas de resistencia y de impresión (por ejemplo los caracteres pueden perder nitidez).

El encolado en masa retarda la penetración de líquido a través de la envoltura hacia los materiales. La porosidad disminuye si se utilizan gelatinas como cola. La blancura también disminuye ya que las sustancias que se emplean son menos blancas que la celulosa. La opacidad también disminuye (en general el encolado disminuye las características físicas de los papeles como pliegues, alargamiento, estallido, etc.)

Sirve también para favorecer la retención del siguiente paso: la incorporación de cargas y la mejora de la uniformidad del color.

## **Cargas**

Son productos en polvo (normalmente procedentes de la molturación de rocas) que contribuyen a darle cuerpo al papel, además de contribuir sustancialmente a conseguir otras características como: disminuir el brillo, aumentar la resistencia mecánica, crear una micro porosidad adecuada para su transpirabilidad, facilitar su lijado, aumentar su poder de relleno, etc.

Las cargas más utilizadas son: carbonato de calcio, caolín, mica, talco, sílice, yeso, sulfato de bario (minerales) o fécula de patata, almidón, etc. (orgánicas).

Como las cargas son más económicas que la celulosa, disminuye el precio del papel. Los productos de carga rellenan todos los vacíos existentes entre las fibras, con lo cual el papel adquiere una superficie uniforme, al mismo tiempo que se ablanda, reducen su transparencia y mejoran las condiciones para la impresión.

La blancura del papel, su brillo u opacidad, dependen de la clase de producto de carga. El grano más fino, por ejemplo, produce mayores opacidades y una blancura más elevada. Las cargas son productos que dan cuerpo al papel que no posee mucha celulosa. La proporción de cargas que se le añade a las pastas varía proporcionalmente a su calidad (más carga, peor calidad).

## **Pigmentos**

Al igual que las cargas, rellenan los huecos del papel dando más opacidad y blancura. Se diferencian de éstas por el modo en que se aplican y porque las partículas son más pequeñas. Los pigmentos se aplican en superficie y las cargas en masa.

## **Coloración**

Se le añaden a la pasta sustancias colorantes de naturaleza mineral u orgánica (según el tipo de papel). Los colores obtenidos de sustancias minerales son más resistentes a la luz que los derivados orgánicos. Se puede añadir el color en masa (en las mezcladoras) o en algunos tipos de papel se efectúa cuando se forma la hoja en la máquina continua.

## **Agente de Blanqueo Óptico (A.B.O.)**

El agente de blanqueo óptico se utiliza para dar un efecto visual de mayor blancura al papel. Es el responsable de que se vea ese brillo azulado cuando el papel está bajo una luz ultravioleta.

## **Ligantes**

Debido al carácter orgánico de las fibras y el carácter inorgánico de algunos aditivos (cargas, pigmentos...) se necesitan los ligantes para poder unirlos entre sí. Éstos crean unos "puentes" que unen los aditivos entre sí y después los unen a la fibra. Los más utilizados son:

- Almidón
- Látex
- Alcohol polivinílico

### **2.4.2.2.2 QUÉ SON LOS DESECHOS SÓLIDOS.-**

Los materiales reciclables son generalmente los desechos sólidos no biodegradables que se pueden reutilizar o transformar en otros productos. Las principales fuentes de generación de estos materiales son:



- Los hogares
- El comercio
- Instituciones, establecimientos educativos, oficinas y compañías
- La industria productora

En los hogares, los materiales reciclables son sobrantes del consumo personal, como embalajes de productos, periódicos o cuadernos usados, artículos de uso descompuestos etc. Estos materiales son generalmente contaminados con otros desechos (desechos biodegradables), lo que baja su calidad.

Por otra parte, hay que considerar que la mayor cantidad de materiales reciclables provienen de los domicilios. Son casi 100 % en las áreas rurales y las ciudades poco industrializadas, pero incluso en ciudades con alta actividad industrial más de 70 % de los materiales reciclables se producen en los hogares.

Los materiales reciclables producidos en el comercio son en su gran mayoría materiales de embalaje que se utilizan para la entrega de productos al por mayor. Se recoge principalmente cartón, papel y plástico. Estos materiales tienen generalmente una muy buena calidad ya que no se entrecruzan con otro tipo de desechos.

En las instituciones, oficinas, establecimientos educativos y compañías se pueden recuperar grandes cantidades de papel usado, además materiales de oficina como desechos de impresoras, computadoras, copiadoras etc., para los cuales también existe un mercado.

#### **2.4.2.2.3 QUÉ ES EL RECICLAJE.-**

El reciclaje es la actividad de recuperar los desechos sólidos al fin de reintegrarlos al ciclo económico, reutilizándolos o aprovechándolos como materia prima para nuevos productos, con lo que podemos lograr varios beneficios económicos, ecológicos y sociales:

- En muchos países, la relación entre los precios de los materiales reciclables y la mano de obra es tal que el reciclaje es económicamente rentable.
- Con el reciclaje, se pueden recuperar materiales y, en consecuencia, economizar materia prima, energía y agua necesarias para la producción de nuevos materiales y bajar la contaminación ambiental.
- El sector de reciclaje coadyuva a crear fuentes de trabajo para aquella mano de obra no calificada.
- El reciclaje permite a la industria conseguir materia prima secundaria a bajo precio y aumentar su competitividad
- Con el reciclaje se disminuye la cantidad de los desechos que se disponen en los botaderos o rellenos sanitarios. En consecuencia, se baja el consumo, los costos y los impactos ambientales que genera la disposición final de los mismos.

Reciclar es separar aluminio, vidrio, papel, plástico y materia orgánica de todo aquello que desechamos y que conforman nuestros desperdicios o basura.

Con esto se contribuye a:

Disminuir la contaminación, ahorrar energía, ahorrar recursos, alargar la vida de los materiales, evitar la deforestación y para mayor comodidad reducir el 80% del espacio que ocupan los desperdicios al convertirse en basura, ayudar a que la recolección sea más fácil.

Teniendo en cuenta la composición media de nuestros residuos, se puede afirmar que anualmente tiramos a la basura miles de toneladas de metales, de vidrio, de papel, cartón y otras tantas de materia orgánica, cifras que representan porcentajes muy importantes de la producción de dichos materiales.

#### **2.4.2.2.4 QUÉ ES EL PAPEL.-**

Dentro de los desperdicios mejor valorados se encuentran el papel y el cartón. Si todos contribuyéramos al reciclaje de papel y cartón salvaríamos el 33% de energía que se necesita para producirlos.

Las principales fracciones de papel son:

##### ***a) Bond Blanco de primera***

Dentro de esta clasificación se tiene a todos los recortes o refiles de papeles nuevos blancos. También caen dentro de esta clasificación las hojas de papel bond, cartulina bristol, cartulina esmaltada que no contenga capa crema y cualquier otro tipo de cartulina blanca que se encuentren limpios. Los papeles blancos impresos serán aceptados únicamente cuando tengan impresión soluble en agua (hojas rayadas con tinta azul o verde, como las de los cuadernos de escuela).

El bond blanco casi no se obtiene de los domicilios. Los lugares de mayor producción son las imprentas (desechos de guillotina), las instituciones y los establecimientos educativos. Es muy importante separar minuciosamente cada hoja impresa del bond blanco, tomando en cuenta que con la presencia de una mayor cantidad de material ajeno (residuos, tinta, etc.) baja la calidad del material escogido.

Siendo el papel de mayor pureza y calidad, el bond blanco tiene el precio más alto entre todas las clases de papel y cartón.

##### ***b) Bond impreso y archivo***

Esta categoría comprende todo tipo de papel tomando como base el bond blanco que tiene impresión, tinta u otra escritura. Además comprende todos los papeles de oficina y papeles o recortes de editoriales, hojas de fax, impresión laser,

fotocopias, papel continuo de impresoras (sin papel carbón!!!), libros y revistas impresas en papel bond que no contengan impresiones en colores fuertes. Existen revistas que presentan impresiones fuertes sobre papel esmaltado o papel couché que tiene que ser evitado y eliminado de esta clasificación.

Dentro de la clase archivo también entran todos los recortes o papeles de colores tenues impresos o no; papel bond de copia, de color rosado, verde, amarillo y otros colores que presenten tonalidades bajas, además si existe impresión, ésta tiene que ser mínima y la tinta debe ser soluble en agua

También dentro de esta clasificación se encuentran las servilletas y rollos de papel higiénico limpios de cualquier color.

#### ***c) Kraft***

Dentro de esta clasificación se tienen todos los recortes o papeles utilizados para envoltura de materiales o alimentos; estos papeles tienen un fuerte encolado por lo que su tiempo de desfibramiento es bastante grande. En consecuencia estas fundas y recortes se tienen que embalar por separado y no mezclar con ningún otro tipo de fibra. Aquí tenemos las fundas de cemento limpias, fundas de azúcar y otro tipo de alimentos. Las fundas de cal se fabrican también con papel Kraft, pero no se deben incluir en esta categoría, ya que los residuos de cal dañan el proceso de producción.

Además, los sobres de manila, los pliegos y tubos de papel Kraft entran en esta clasificación.

#### ***d) Cartón***

El cartón consiste generalmente de tres capas. Al interior se encuentra una capa de corrugado fino o grueso que da la estabilidad al cartón; esta capa está cubierta en sus dos lados con papel Kraft blanqueado o café. Cartones que tienen otra

composición (por ejemplo, cubiertos con papel brillante, con una capa interior que no es corrugado etc.) no entran en esta categoría.

Se distinguen dos tipos de cartón:

- Cartón de primera: Este es el cartón que ya ha salido al comercio, pero que su uso ha sido el mínimo y no se encuentra estropeado. Generalmente este material se identifica además por su buen estado, por la presencia de cinta plástica o de papel, grapas y etiquetas. Este material se obtiene generalmente de los supermercados, tiendas de abarrotes etc.

- Cartón de segunda: Aquí se encuentran todas las cajas de cartón usadas que se obtienen del reciclaje callejero o de la recolección municipal. Este tipo de cartón está generalmente en mal estado, por ser sucio, húmedo y estropeado.

Con una buena clasificación domiciliaria, cooperación con los recicladores o establecimiento de un recorrido destinado a escoger el cartón en la fuente de generación, ya se puede casi eliminar la categoría de “cartón de segunda”. Eso es muy importante, porque el cartón constituye la mayor fracción de todos los productos de papel y cartón. Según las experiencias hechas en el programa de reciclaje del Municipio de Loja, aproximadamente 60 % de todos los materiales a base de papel y cartón recuperados son cartón.

#### ***e) Plegadiza***

Aquí tenemos todas las cajas de alimentos (jugos, galletas, lácteos etc.), envases tetrapack y cajas de farmacéuticos que son fabricadas con cartulina dúplex o láminas de micro corrugados. Dentro de esta clasificación se encuentran los recortes de “Cartulina Dúplex”. Esta cartulina es fácilmente reconocible ya que presenta dos tipos de capas, una blanca simple o esmaltada formada por fibra larga y una capa gris formada por fibra corta (papel periódico).

Los cartones que tienen una capa de papel esmaltado, brillante o plastificado también entran en esta categoría.

#### *f) Periódico*

En esta clasificación se tienen todos los diarios, revistas de papel periódico, directorios telefónicos, cuadernos de papel periódico (cartillas), libros y en general papel periódico impreso. El papel periódico es papel de fibra corta y de color gris o amarillo. La cartulina hecha de papel periódico entra también en esta categoría.

### **2.5.- HIPÓTESIS**

El papel reciclado de los desechos sólidos urbanos del cantón Ambato Provincia de Tungurahua, menorará la resistencia del hormigón.

### **2.6.- SEÑALAMIENTO DE VARIABLES DE LA HIPÓTESIS**

#### **2.6.1 VARIABLE INDEPENDIENTE:**

Resistencia del hormigón.

#### **2.6.2 VARIABLE DEPENDIENTE:**

El papel reciclado de los desechos sólidos urbanos del cantón Ambato Provincia de Tungurahua.

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1.- MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN**

Para el presente trabajo se tomará la modalidad de Investigación de campo debido a que el desarrollo de la misma se verá envuelta en constante convivencia con el objeto a estudiarse, y a su vez una modalidad experimental, ya que se realizarán estudios y ensayos que servirán para plantear posibles soluciones.

Además también se incluirá la modalidad Bibliográfica porque tiene el propósito de conocer y deducir diferentes enfoques, teorías, conceptualizaciones y criterios de diversos autores sobre el problema, basándose en documentos, libros y otras publicaciones.

#### **3.2.- NIVEL O TIPO DE LA INVESTIGACIÓN**

Los tipos de investigación para el proyecto serán: Exploratorio y Descriptivo.

La investigación será de tipo exploratorio porque se investigarán todos y cada uno de los detalles del proyecto, tanto el problema de desinterés en el tema de residuos sólidos y la carencia de ideas innovadoras en cuanto a la utilización de nuevos materiales para la construcción, con el fin de obtener un conocimiento adecuado para llegar a una solución que se adapte a una determinada realidad.

Será descriptivo, ya que conllevará al hecho mismo del análisis real de la condición de fabricación de cilindros de hormigón, relacionando así el proceso

de elaboración con los beneficiarios directos la población del cantón Ambato, de la misma manera se analizará las situaciones que mejorarán de manera preponderante con la realización del presente proyecto.

### **3.3.- POBLACIÓN Y MUESTRA**

#### **3.3.1.- Población o Universo**

El universo utilizado para la presente investigación es de carácter infinito debido a que no existe un límite establecido para el total de cilindros que se puedan realizar ya que la cantidad dependerá de la factibilidad económica de la investigadora.

#### **3.3.2 Muestra**

Para la presente investigación se tomará una muestra total de 24 cilindros que serán ensayados para determinar la resistencia a la compresión, de acuerdo a las dosificaciones de los agregados.



### 3.4.- OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

**Variable Independiente.** Resistencia del hormigón.

CONTEXTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS	TÉCNICAS E INSTRUMENTO
Los ensayos de resistencia del hormigón se efectúan para determinar la calidad del hormigón. Si se permite que varíen las condiciones de curado, toma de muestras y métodos de llenado y acabado de las probetas los resultados obtenidos carecen de valor porque no se puede determinar si una resistencia baja es debida a una mala calidad del hormigón o faltas en la preparación de las probetas.	Ensayos de compresión	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Materiales</li> <li>• Equipo</li> </ul>	¿Qué tipo de materiales y equipos se utilizarán en la elaboración de cilindros?	Observación: -Agregados -Máquina de compresión
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muestreo</li> </ul>	¿Cuál es el asentamiento mínimo que debe tener el hormigón en el cono de Abrams?	Observación: Norma ASTM C172(INEN 1763)Norma para muestrear hormigón fresco
	Calidad del hormigón	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calidad</li> </ul>	¿El cilindro final tendrá la calidad deseada?	Observación: Directa del producto final.
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Preparación</li> </ul>	¿Cuáles son los factores que afectan en la resistencia del hormigón?	Observación: - Llenado - Tiempo de espera - Curado - Transporte

**Cuadro 1.-** Operacionalización de la Variable Independiente

### Variable Dependiente.

El papel reciclado de los desechos sólidos urbanos del cantón Ambato Provincia de Tungurahua

CONTEXTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS	TÉCNICAS E INSTRUMENTO
El papel es un término mediante el cual se designa una serie de materiales que se presenta en forma de hojas hecha por deposición de fibras (vegetales, animales, minerales, sintéticas) en forma de suspensión fluida sobre un dispositivo de formación apropiada.	Papel	• Tratamiento	¿Cuál es el proceso que debe seguir el papel antes de introducirlo en el hormigón?	Observación: Análisis en el laboratorio
		• Cantidad	¿Cuál es la dosificación adecuada de papel para obtener la resistencia requerida?	Observación: Pesaje
	Forma de Hojas	• Forma	¿Qué forma debe tener el papel antes de introducirlo en el hormigón?	Observación: Remojarlo, Arrugarlo del tamaño nominal del agregado grueso.
		• Aditivos	¿Con qué químico se obtendrá la adherencia requerida?	Observación: Pruebas con químicos

**Cuadro 2.-** Operacionalización de la Variable Dependiente

### 3.5.- PLAN DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

PREGUNTAS BÁSICAS	EXPLICACIÓN
1.- ¿Para qué?	<ul style="list-style-type: none"><li>• Estudiar como el papel reciclado de los desechos sólidos urbanos del cantón Ambato Provincia de Tungurahua, incide en la resistencia del hormigón.</li></ul>
2.- ¿De qué personas u objeto?	<ul style="list-style-type: none"><li>• De cilindros de hormigón con la utilización de papel.</li></ul>
3.- ¿Sobre qué aspectos?	<ul style="list-style-type: none"><li>• Resistencia a la compresión de cilindros de hormigón</li><li>• Papel reciclado de los desechos sólidos urbanos</li></ul>
4.- ¿Quién?	<ul style="list-style-type: none"><li>• El investigador</li></ul>
5.- ¿Dónde?	<ul style="list-style-type: none"><li>• Laboratorios de la Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.</li></ul>
6.- ¿Cómo?	<ul style="list-style-type: none"><li>• Realizando pruebas de laboratorio.</li></ul>

**Cuadro 3.** Plan de recolección de la información

### 3.5.1.- Técnicas e Instrumentos

<b>TÉCNICAS</b>	<b>INSTRUMENTOS</b>
Ensayos de laboratorio	Máquina de compresión

**Cuadro 4.** Plan de recolección de la información

### 3.6.- PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Para el procesamiento y análisis de la información recolectada se seguirán los siguientes pasos:

- Revisión Crítica de la información recogida.
- Tabulación de cuadros según variables de la hipótesis.
- Representar los resultados mediante gráficos estadísticos.
- Analizar e interpretar los resultados relacionándolos con las diferentes partes de la investigación, especialmente con los objetivos y la hipótesis.

## **CAPITULO IV**

### **ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

#### **4.1 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.**

Es indispensable para la investigación contar con datos reales los cuales serán el fundamento del proyecto y servirán en la toma de decisiones sobre parámetros importantes para la elaboración de cilindros de hormigón, en este caso se ha realizado: Ensayos de Resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días de edad.

## ENSAYOS DE HORMIGÓN

### ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

PROBETA N°	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA		ESFUERZO (Kg/cm <sup>2</sup> )	FECHA DE ENSAYO	EDAD	IDENTIFICACIÓN
			LIBRAS	KILOGRAMOS			DIAS	
<b>PROBETAS NORMALES</b>								
1	15.2	181.45	51000	23139.75	<b>127.53</b>	04/08/2012	7	HORMIGON f'c= 210 kg/cm2
2	15.2	181.45	70000	31760.44	<b>175.04</b>	11/08/2012	14	HORMIGON f'c= 210 kg/cm2
3	15.2	181.45	84000	38112.52	<b>210.04</b>	25/08/2012	28	HORMIGON f'c= 210 kg/cm2
4	15.2	181.45	68000	30852.99	<b>170.04</b>	11/08/2012	7	HORMIGON f'c= 280 kg/cm2
5	15.2	181.45	88000	39927.40	<b>220.05</b>	18/08/2012	14	HORMIGON f'c= 280 kg/cm2
6	15.2	181.45	116000	52631.58	<b>290.06</b>	01/09/2012	28	HORMIGON f'c= 280 kg/cm2

**Cuadro 5.-** Resistencia la compresión de cilindros de hormigón normales

### ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

PROBETA	DIÁMETRO	ÁREA	CARGA		ESFUERZO	FECHA DE ENSAYO	EDAD	IDENTIFICACIÓN
			LIBRAS	KILOGRAMOS			(Kg/cm <sup>2</sup> )	
<b>PROBETAS CON PAPEL HORMIGÓN 210 kg/cm<sup>2</sup></b>								
7	15.2	181.45	3000	1361.16	<b>7.50</b>	04/08/2012	7	75% PAPEL
8	15.2	181.45	5000	2268.60	<b>12.50</b>	11/08/2012	14	75% PAPEL
9	15.2	181.45	7000	3176.04	<b>17.50</b>	25/08/2012	28	75% PAPEL
10	15.2	181.45	4000	1814.88	<b>10.00</b>	04/08/2012	7	50% PAPEL
11	15.2	181.45	7000	3176.04	<b>17.50</b>	11/08/2012	14	50% PAPEL
12	15.2	181.45	8000	3629.76	<b>20.00</b>	25/08/2012	28	50% PAPEL
13	15.2	181.45	13000	5898.37	<b>32.51</b>	04/08/2012	7	25% PAPEL
14	15.2	181.45	18000	8166.97	<b>45.01</b>	11/08/2012	14	25% PAPEL
15	15.2	181.45	24000	10889.29	<b>60.01</b>	25/08/2012	28	25% PAPEL

**Cuadro 6.-** Resistencia la compresión de cilindros de 210kg/cm<sup>2</sup> incrementando papel

### ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

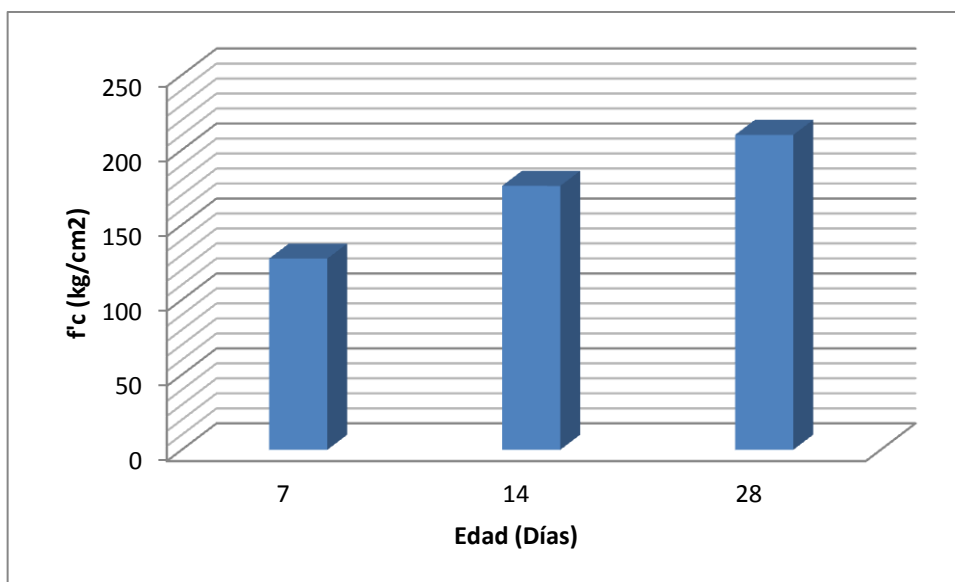
PROBETA	DIÁMETRO	ÁREA	CARGA		ESFUERZO	FECHA DE	EDAD	IDENTIFICACIÓN
			LIBRAS	KILOGRAMOS			(Kg/cm <sup>2</sup> )	
<b>PROBETAS CON PAPEL HORMIGÓN 280 kg/cm<sup>2</sup></b>								
16	15.2	181.45	4000	1814.88	<b>10.00</b>	11/08/2012	7	75% PAPEL
17	15.2	181.45	7000	3176.04	<b>17.50</b>	18/08/2012	14	75%PAPEL
18	15.2	181.45	9000	4083.48	<b>22.50</b>	01/09/2012	28	75% PAPEL
19	15.2	181.45	6000	2722.32	<b>15.00</b>	11/08/2012	7	50% PAPEL
20	15.2	181.45	10000	4537.21	<b>25.01</b>	18/08/2012	14	50%PAPEL
21	15.2	181.45	13000	5898.37	<b>32.51</b>	01/09/2012	28	50% PAPEL
22	15.2	181.45	17000	7713.25	<b>42.51</b>	14/08/2012	7	25% PAPEL
23	15.2	181.45	24000	10889.29	<b>60.01</b>	21/08/2012	14	25% PAPEL
24	15.2	181.45	33000	14972.78	<b>82.52</b>	04/09/2012	28	25% PAPEL

**Cuadro 7.- Resistencia la compresión de cilindros de 280kg/cm<sup>2</sup> incrementando papel**



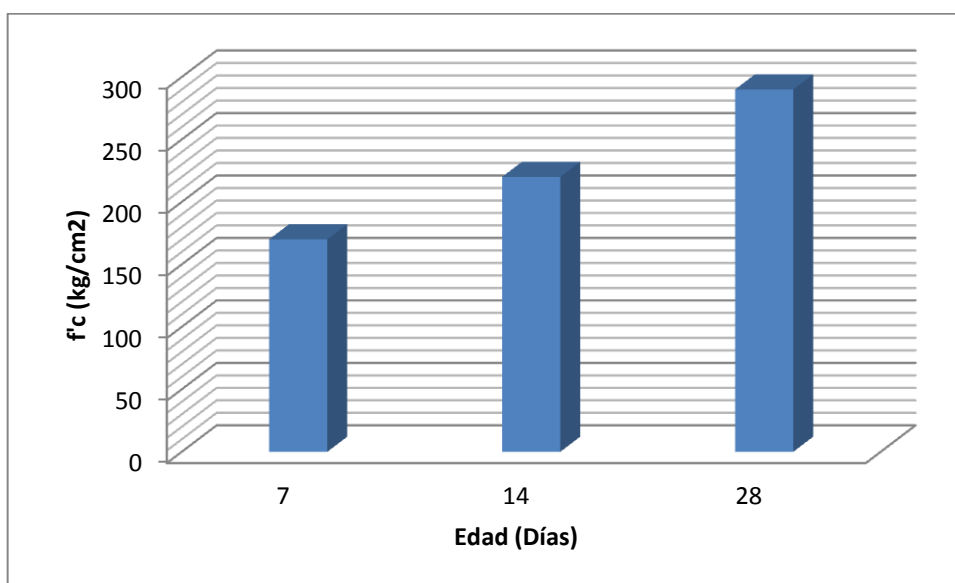
## 4.2 INTERPRETACIÓN DE DATOS

Gráfico representativo de la resistencia de cilindros de hormigón de 210 kg/cm<sup>2</sup> en condiciones normales a los 7, 14 y 28 días de edad.



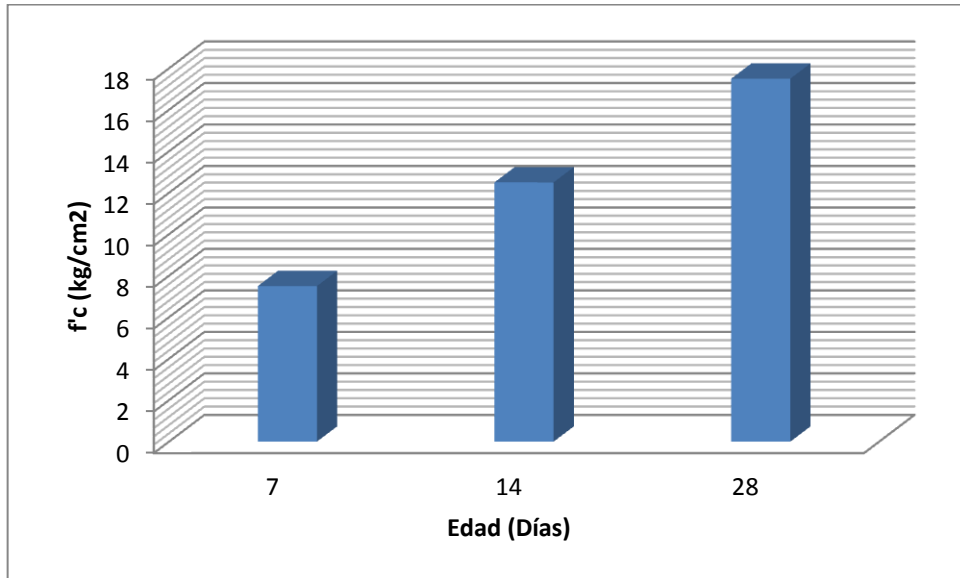
**Gráfico N°8.-** Resistencia de cilindros de hormigón de 210kg/cm<sup>2</sup> vs edad.

Gráfico representativo de la resistencia de cilindros de hormigón de 280 kg/cm<sup>2</sup> en condiciones normales a los 7, 14 y 28 días de edad.



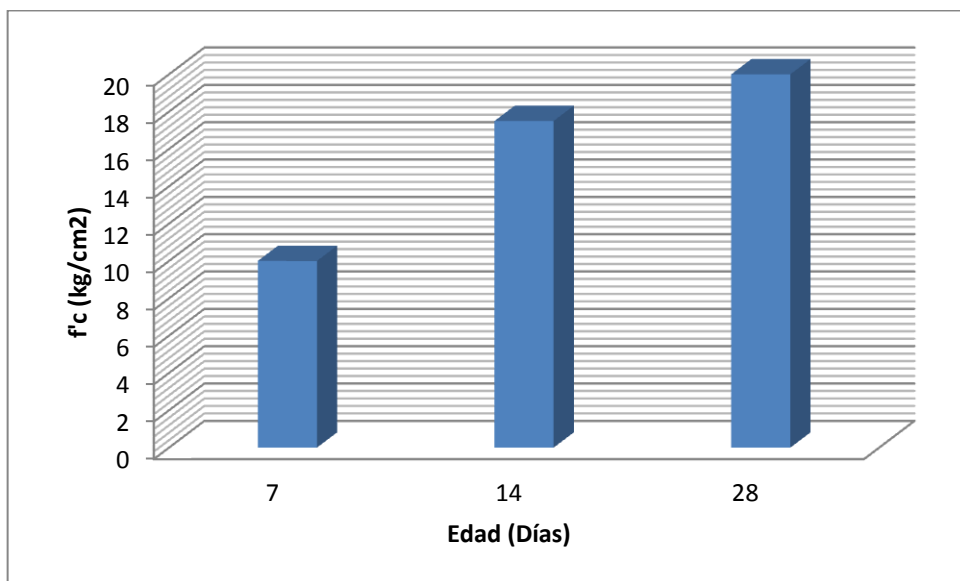
**Gráfico N° 9.-** Resistencia de cilindros de hormigón de 280kg/cm<sup>2</sup> vs edad.

Gráfico representativo de la resistencia de cilindros de hormigón de 210 kg/cm<sup>2</sup> con 75% papel reciclado normales a los 7, 14 y 28 días de edad.



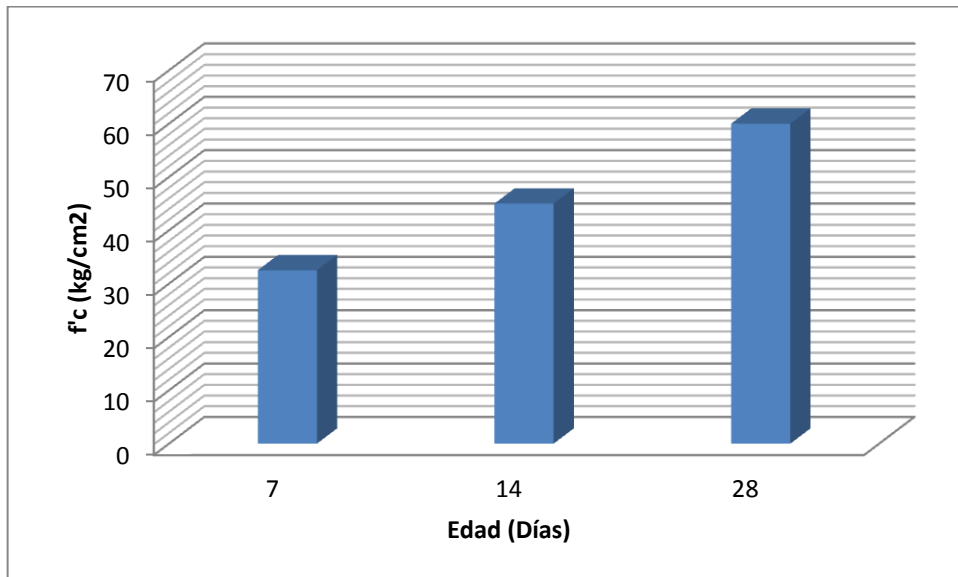
**Gráfico N° 10.-** Resistencia de cilindros de hormigón de 210kg/cm<sup>2</sup> con 75% papel reciclado vs edad.

Gráfico representativo de la resistencia de cilindros de hormigón de 210 kg/cm<sup>2</sup> con 50% papel reciclado normales a los 7, 14 y 28 días de edad.



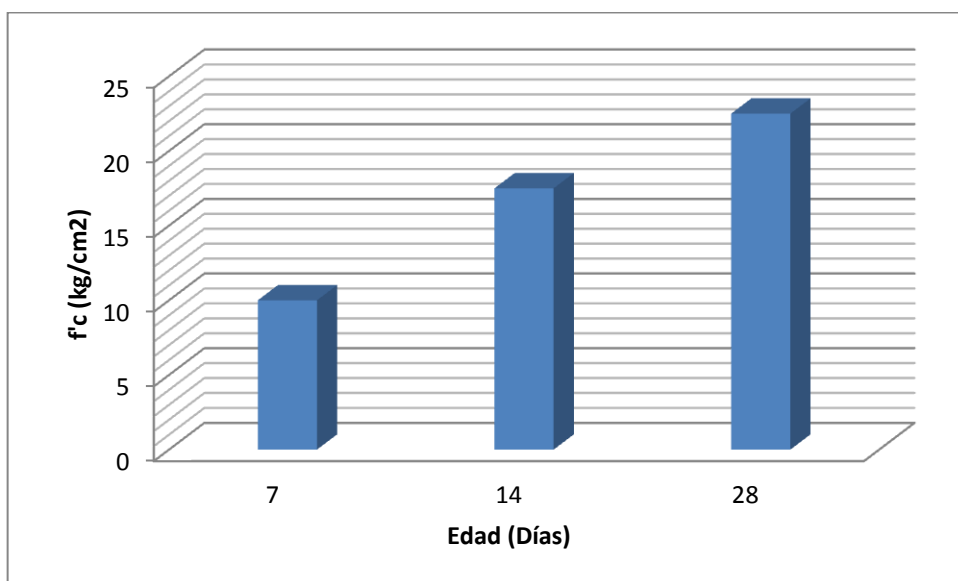
**Gráfico N° 11.-** Resistencia de cilindros de hormigón de 210kg/cm<sup>2</sup> con 50% papel reciclado vs edad.

Gráfico representativo de la resistencia de cilindros de hormigón de 210 kg/cm<sup>2</sup> con 25% papel reciclado normales a los 7, 14 y 28 días de edad.



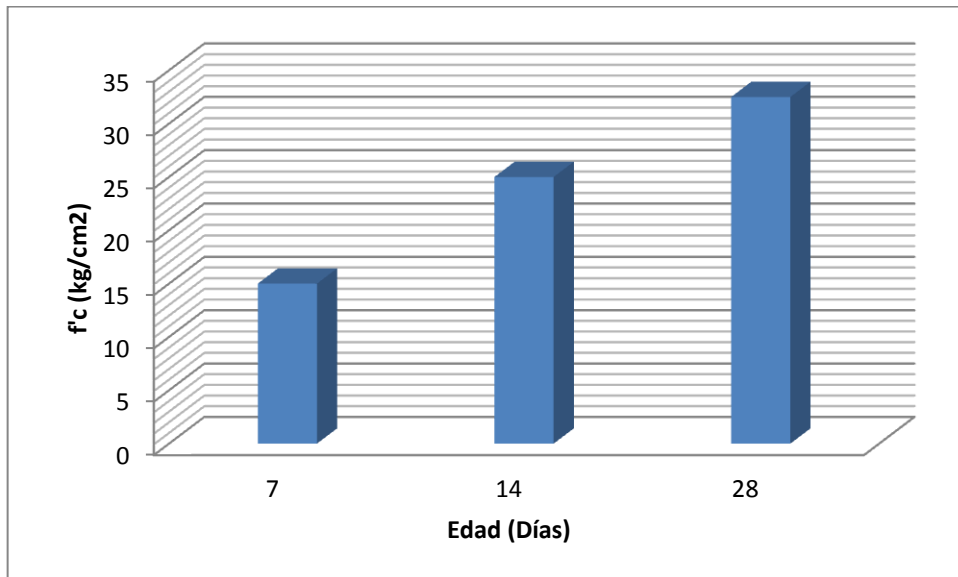
**Gráfico N° 12.-** Resistencia de cilindros de hormigón de 210kg/cm<sup>2</sup> con 25% papel reciclado vs edad.

Gráfico representativo de la resistencia de cilindros de hormigón de 280 kg/cm<sup>2</sup> con 75% papel reciclado normales a los 7, 14 y 28 días de edad.



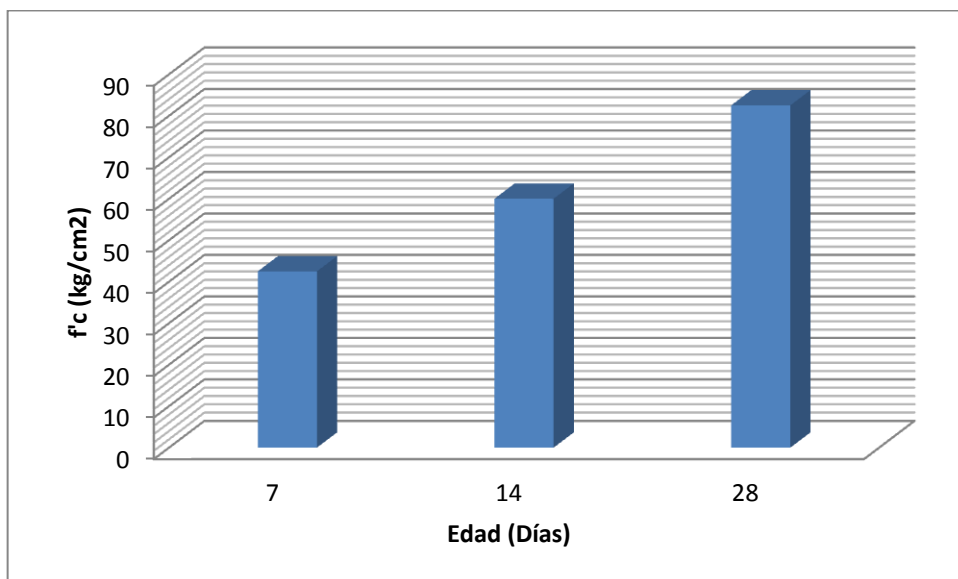
**Gráfico N° 13.-** Resistencia de cilindros de hormigón de 280kg/cm<sup>2</sup> con 75% papel reciclado vs edad.

Gráfico representativo de la resistencia de cilindros de hormigón de 280 kg/cm<sup>2</sup> con 50% papel reciclado normales a los 7, 14 y 28 días de edad.



**Gráfico N° 14.-** Resistencia de cilindros de hormigón de 280kg/cm<sup>2</sup> con 50% papel reciclado vs edad.

Gráfico representativo de la resistencia de cilindros de hormigón de 280 kg/cm<sup>2</sup> con 25% papel reciclado normales a los 7, 14 y 28 días de edad.



**Gráfico N°15.-** Resistencia de cilindros de hormigón de 280kg/cm<sup>2</sup> con 25% papel reciclado vs edad.

### **4.3 VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS**

La hipótesis anteriormente mencionada se comprobó realizando ensayos de laboratorio lo que nos da como resultado que la resistencia a la compresión de cilindros de hormigón disminuye al implementar papel reciclado en comparación a los cilindros de hormigón normales.

## CAPITULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 CONCLUSIONES:

- ✓ A través del presente trabajo se demostró que una de las soluciones más eficientes para el tratamiento del papel desde el punto de vista ambiental lo constituye el reciclaje, pues permite el ahorro de materiales utilizados en la construcción.
- ✓ Los hormigones desarrollados con papel reciclado son una alternativa posible para la ejecución de cerramientos, más ecológicos, más livianos, que los bloques convencionales de cemento y arena que se utilizan tradicionalmente en nuestro País.
- ✓ Los cilindros que se realizaron con la dosificación para hormigones de 210 kg/cm<sup>2</sup> obtuvieron resistencias a los 28 días de edad de 17.50kg/cm<sup>2</sup>, 20 kg/cm<sup>2</sup> y 45 kg/cm<sup>2</sup> con una incorporación de papel en sustitución del agregado grueso en un 75%, 50% y 25% respectivamente.
- ✓ Las probetas que se realizaron con la dosificación para hormigones de 280 kg/cm<sup>2</sup> obtuvieron resistencias a los 28 días de edad de 22.50 kg/cm<sup>2</sup>, 32.51 kg/cm<sup>2</sup> y 82.52 kg/cm<sup>2</sup> con una incorporación de papel en sustitución del agregado grueso en un 75%, 50% y 25% respectivamente.
- ✓ Su resistencia a la compresión es menor, pero suficiente para cumplir la función de constituir mamposterías para cerramiento de viviendas.

Generan una fuente de trabajo para personas de escasos recursos, tanto en la etapa de recolección de la materia prima como en la de elaboración de los elementos constructivos.

- ✓ Las paredes de mampostería son de bloques de hormigón, los mismos que tienen una resistencia de 8MPA en condiciones normales, con la incorporación de papel la resistencia baja pero está dentro del rango permisible para la utilización de bloques, con relación al precio no varía significativamente pero su verdadero valor está en reducir el impacto ambiental que el papel reciclado de los desechos sólidos urbanos produce, reutilizando así lo que se desecha generando una minimización de residuos en el ambiente a través del reciclaje.

## **5.2 RECOMENDACIONES:**

- Debido a la gran cantidad de desechos sólidos que se producen diariamente se hace necesario implantar medidas efectivas de reducción o minimización de desechos con la participación de todos, desde la industria y el comercio hasta la activa participación de la ciudadanía. Así mismo, para estimular procesos como la reutilización de materiales y el reciclaje, será necesario promover mecanismos que creen las condiciones propicias e incentivos legales para trasladar esta actividad a niveles locales.
- Para la elaboración de los ensayos se recomienda tener claro el procedimiento para tener una favorable obtención de los resultados.
- El ensayo de compresión de cilindros de hormigón se toma mucho en cuenta en la construcción civil, por lo que hay que tener mucho cuidado en la elaboración de éste.
- Para la elaboración de los cilindros de hormigón con papel reciclado, la materia prima debe estar libre de impurezas como por ejemplo tierra; porque los resultados de los ensayos de resistencia pueden variar.

## **CAPITULO VI**

### **PROPUESTA**

#### **6.1 DATOS INFORMATIVOS**

##### **6.1.1 TÍTULO**

EL PAPEL RECICLADO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS URBANOS DEL CANTÓN AMBATO PROVINCIA DE TUNGURAHUA APLICADOS EN LA ELABORACION DE MAMPUESTOS DE HORMIGÓN.

##### **6.1.2 UBICACIÓN**

El Cantón Ambato perteneciente a la Provincia de Tungurahua, se encuentra en el centro de la sierra del Ecuador.

Ambato cuenta con 10 parroquias urbanas: Atocha - Ficoa, Celiano Monge, Huachi Chico, Huachi Loreto, La Matriz, La Merced, La Península, Pishilata y San Francisco.

La actual ciudad de Ambato fue fundada el día 6 de Diciembre de 1698, como asiento de Ambato. El 12 de Noviembre de 1820 Ambato declara su independencia, el 23 de Julio de 1860 adquiere la categoría de provincia y el 21 de Mayo de 1861 se crea como tal mediante Decreto de la Convención Nacional. En Ambato se instaló la primera imprenta traída por los jesuitas, la cual fue trasladada en 1670 al seminario de San Luis en Quito.



### 6.1.3 LÍMITES

La provincia de Tungurahua se encuentra situada en los hemisferios Sur y Occidental de la República del Ecuador, entre los paralelos  $0^{\circ} 30' 04''$  y los meridianos  $78^{\circ} 06' 51''$  y  $78^{\circ} 55' 49''$ . En ella, predomina un clima equinoccial templado y seco. La temperatura oscila entre los  $14^{\circ}\text{C}$  y  $17^{\circ}\text{C}$ , siendo la temperatura promedio de  $15^{\circ}\text{C}$ . Tiene una extensión territorial de  $3.369,4 \text{ Km}^2$ .

Situada en el centro de la región interandina del Ecuador, la provincia de Tungurahua limita al Norte con las provincias de Cotopaxi y Napo, al Sur, con Chimborazo y Morona Santiago, al Este con Pastaza, y al Oeste con la provincia de Bolívar. Tal como se muestra en la Figura :

Provincia de Tungurahua: Características Sociodemográficas



**Gráfico N°16.-** Situación de la Provincia de Tungurahua en relación al Territorio Nacional

**Fuente:** Publicaciones del Diario El Universo (año 2000)

### 6.1.4 BENEFICIARIOS

Las personas que se beneficiarán con este proyecto serán los habitantes del Cantón Ambato Provincia de Tungurahua.

### **6.1.5 DESCRIPCIÓN DE LA POBLACIÓN**

Según datos oficiales del INEC, censo del 28 de noviembre de 2010, la población es de 329 856 habitantes.

Ambato, cuarta ciudad en importancia del Ecuador, es poseedora de un gran motor industrial y comercial de gran importancia para la economía del centro del país y del Ecuador, gracias a las industrias predominantes que se encuentran en la ciudad.

Aquí se encuentra el CEPIA, Corporación de Empresas del Parque Industrial Ambato, con un área total de 659.389,49 m<sup>2</sup>. Con un sector industrial principalmente enfocado a: textiles - alimentos - construcción - curtiembres - carrocerías - plantas de caucho - poliuretano - madera - plásticos - confección - químicos - botas de caucho - balanceados - reencauche - comercializadoras, etc.

Se dedican primordialmente a la curtiduría, es así como en la ciudad se encuentra la fábrica de calzado más grande del país y una de las más importantes de la región. Otro sector industrial que tiene su sede en Ambato es el de la industria metal-mecánica dedicada a la manufactura de vehículos de transporte masivo. Otras industrias que son vitales para el desarrollo industrial de la ciudad son la industria textil, alimenticia, del vidrio, automotriz, entre otras.

### **6.1.6 RECICLAJE**

En el cantón Ambato se genera un promedio diario de 230 toneladas de desechos sólidos que se depositan en el relleno sanitario que lleva 8 años funcionando.

Los residuos sólidos son aquellos materiales, diferentes de líquidos y gases, que a criterio de los entes que lo generan, no presentan ningún tipo de valor y se desechan como inútiles. Son la forma común de contaminación de las concentraciones demográficas de cualquier escala y cultura, consecuencia del

excesivo consumo, que ocurre según el grado de desarrollo industrial y poblacional, y que afecta de manera directa al hombre y a su ambiente.

## **6.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA**

La basura ha existido desde el momento en que el hombre apareció en este planeta, desde las primeras civilizaciones hasta las grandes ciudades de hoy en día, la basura ha sido un problema que ha ido incrementándose. Desde la aparición del fuego la basura empezó a generarse de una forma más peligrosa. Después con el invento del papel la producción de residuos sólidos creció ya que durante siglos no se tuvo conciencia de cómo esto afectaba al planeta, pero después de varios años el problema se evidenció el daño que ya habían hecho a la naturaleza.

Si recicláramos todo el papel periódico se podría evitar la tala de 250 millones de árboles cada año ya que un árbol absorbe un aproximado de 14 libras de dióxido de carbono, en consecuencia los 250 millones de árboles que no serían talados evitaría que 3.5 trillones de libras de CO<sub>2</sub> volaran en la atmósfera cada año.

En el Antiguo Egipto se escribía sobre papiro (de donde proviene la palabra papel), el cual se obtenía a partir del tallo de una planta muy abundante en las riberas del río Nilo

Sin embargo, los chinos ya fabricaban papel a partir de los residuos de la seda, la paja de arroz y el cáñamo, e incluso del algodón y transmitieron este conocimiento a los árabes, quienes a su vez lo llevaron a las que hoy son España y Sicilia desde el siglo X. La elaboración de papel se extendió a Francia que lo producía utilizando lino desde el siglo XII.

La mayor parte del papel se fabrica a partir de los árboles. Los árboles y los bosques protegen la frágil capa de suelo y mantienen el equilibrio adecuado de la atmósfera para todas las formas de vida.

El papel de desecho puede ser triturado y reciclado varias veces. Sin embargo, en cada ciclo, del 15 al 20 por ciento de las fibras se vuelven demasiado pequeñas para ser usadas. La industria papelera recicla sus propios residuos y los recolecta de otras empresas, como los fabricantes de envases, embalajes y las imprentas. Con el reciclaje se ahorra un 25% de energía en el proceso de fabricación.

El papel y el cartón se recolectan, se separan y posteriormente se mezclan con agua para ser convertidos en pulpa. La pulpa de menor calidad se utiliza para fabricar cajas de cartón. Las impurezas y algunas tintas se eliminan de la pulpa de mejor calidad para fabricar papel reciclado para impresión y escritura. En otros casos, la fibra reciclada se mezcla con pulpa nueva para elaborar productos de papel con un porcentaje de material reciclado.

En la actualidad se está implementando el reciclaje del papel para la reutilización del mismo en la fabricación de mampuestos que tienen menor resistencia a la compresión que los bloques convencionales, lo cual limita su uso a mamposterías para cerramiento lateral de viviendas, con estructura independiente de hormigón armado.

### **6.3 JUSTIFICACIÓN**

La situación actual de la disposición de los residuos sólidos en el Ecuador y en la ciudad de Ambato específicamente, justifica la realización e implementación de programas de aprovechamiento, transformación y comercialización de dichos residuos, para efectos de mitigar los impactos negativos generados al medio ambiente natural, a los suelos, fuentes hídricas, entre otros.

Este proyecto genera mejores condiciones de salubridad y empleo para la comunidad, e ingresos para sectores sociales debidos al aprovechamiento de residuos sólidos como el papel para la elaboración de mampuestos.

El reciclar papel ayuda a controlar problemas de residuos, así mismo el agregar fibras recicladas a las fibras de madera es una acción que nos permite cuidar y conservar los recursos forestales. El papel tiene la ventaja de poder ser reciclado 5 o 7 veces debido a sus propiedades.

Por cada tonelada de papel reciclado se ahorran aproximadamente 3 metros cúbicos de espacio en los basureros, lo que lleva en muchos casos, a un ahorro en el aspecto económico también.

Además, al disminuir la tala de árboles evitamos el calentamiento global ya que cuando los árboles realizan el proceso de la fotosíntesis toman el dióxido de carbono junto con el agua para transformarlo en oxígeno, el dióxido de carbono que se encuentra en las capas inferiores de la atmósfera es transparente a la luz solar pero atrapa la radiación infrarroja como calor y lo irradia a la superficie terrestre produciendo lo que se conoce como efecto invernadero.

Los árboles que se talan para la producción de papel son generalmente los más grandes y éstos a su vez son los más necesarios para conservar un hábitat agradable, protegiendo el suelo de la erosión ocasionada por el viento y la lluvia que pueden deformar la capa superficial progresivamente hasta que pierda sus nutrientes y su capacidad de retención de agua, dejando de ser apto para el desarrollo de la vida vegetal y por lo tanto animal.

Por tal razón se ha visto en la posibilidad de utilizar el papel reciclado para la fabricación de bloques de mampostería, los mismos que cumplen con la necesidad de encontrar nuevos materiales para la construcción que sean más livianos y resistentes, que sirvan para proveer aislamiento térmico, acústico, protección contra el clima e incluso una apariencia externa atractiva desde el punto de vista arquitectónico.

## **6.4 OBJETIVOS:**

### **6.4.1 OBJETIVO GENERAL**

- Analizar y proponer la utilización de papel reciclado para la fabricación de bloques de mampostería como alternativa de construcción con el fin de mitigar el impacto ambiental.

### **6.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Definir los sitios de recolección del papel para la elaboración de mampuestos.
- Especificar la dosificación del bloque con el porcentaje y tipo adecuado de incorporación de papel en reemplazo del agregado grueso.
- Comparar la resistencia y el peso con el bloque común.
- Analizar las ventajas del bloque propuesto.
- Determinar el costo unitario del bloque en estudio.
- Sugerir el reciclaje del papel en la fabricación de mampuestos y mitigar el impacto ambiental en el cantón Ambato.

## **6.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD**

### **6.5.1 Análisis Económico**

En la realización del proyecto se consideraron dos beneficios importantes como son: Reducir el impacto ambiental que el papel reciclado de los desechos sólidos urbanos provoca y la reutilización del papel para la fabricación de bloques de mampostería como uno de los materiales más utilizados en el campo de la construcción debido a que el bloque es un mampuesto relativamente durable y barato, por lo que al tratarse de grandes cantidades, se convierte en un rubro importante. De aquí nace la idea de abaratar en algo la construcción civil, con la elaboración de estos bloques diferentes.

Una de las razones por las que se enfocará en este elemento, es debido a la cantidad que se utiliza en la obra, y por su importancia en la construcción, ya que, desde la antigüedad hasta estos últimos días, el bloque ha sido un elemento de mucha importancia en la construcción de viviendas de mampostería. Este material, presenta la ventaja de que, simultáneamente, puede proveer soporte estructural a la edificación, subdivisión de los espacios interiores, aislamiento térmico, aislamiento acústico, protección contra el clima y fuego, e incluso una apariencia externa atractiva desde el punto de vista arquitectónico.

Dentro del mercado de Ambato, se han establecido fábricas de bloque de diferentes tipos y medidas, sin embargo en nuestro análisis se hace referencia al bloque macizo de 12cm, el mismo que es utilizado para paredes, cuyo costo en el mercado es de 0,81 USD y haciendo una comparación respecto al análisis de precio unitario del bloque en estudio con la incorporación de papel reciclado el precio es de 0,79 USD, pero el beneficio de gran significado será el de reutilizar lo que se desecha como manera de reciclaje y generar una minimización de residuos en el ambiente.

### **6.5.2 Análisis Técnico**

Los resultados de la resistencia máxima a la compresión de los cilindros de hormigón se lo han realizado según el procedimiento respectivo, los cuales fueron desarrollados en condiciones normales y con la implementación de papel en un 25%, 50% y 75% con respecto al agregado grueso. El producto obtenido cumple con la resistencia que se requiere para la elaboración de mampuestos.

### **6.5.3 Análisis Ambiental**

Desde sus inicios la especie humana ha explotado los diversos recursos que la naturaleza ha puesto a su alcance. Desde entonces y hasta nuestra época ha generado desechos. El Reciclaje es una de las alternativas utilizadas en la reducción del volumen de los desperdicios sólidos. Este proceso consiste en

volver a utilizar materiales que fueron desechados, y que aún son aptos para elaborar otros productos o re-fabricar los mismos.

El papel se ha convertido en el medio esencial para registrar y transmitir conocimientos e ideas entre individuos, culturas y generaciones. En teoría, el papel puede reunir todos los requisitos de un producto inocuo para el ambiente: es un producto natural, biodegradable, se fabrica a partir de fuentes renovables y puede ser reutilizado y reciclado.

El reciclaje consiste en someter de nuevo una materia o un producto ya utilizado a un ciclo de tratamiento total o parcial para obtener una materia prima o un nuevo producto, útil a la comunidad como lo es papel reciclado para la elaboración de hormigón que sirva en la aplicación de mampuestos ya que la finalidad de la propuesta es encontrar alternativas de mitigación al impacto ambiental de los residuos sólidos y la implementación de nuevos materiales para la construcción.

En el cantón Ambato con el propósito de poner fin a los problemas ambientales, representantes de la Empresa Pública Municipal para la Gestión Integral de Desechos Sólidos del cantón Ambato (EPM-Gidsa), firmaron el 23 de Octubre del 2012 el convenio de Asociación y Alianza Estratégica con la empresa Anpestrid Compañía Limitada, que resultó ganadora dentro del concurso para el procesamiento de desechos sólidos dentro de la ciudad, cuyo funcionamiento iniciará desde agosto de 2013.

Con el convenio, Ambato es la primera ciudad dentro de Latinoamérica, que implementa este tipo de tecnología, cuyo objetivo es convertir la basura en hormigón, adoquines y bloques para la construcción.

Peter Strzyga, gerente de la empresa ganadora, señaló que el negocio funcionará gracias a las estrategias aplicadas en otros países que han confiado en el trabajo serio del organismo, conformado por ecuatorianos y canadienses.



Dentro del trabajo de transformación de desechos estarán tomados en cuenta los mineros catastrados que reciclan dentro del relleno sanitario, cuya mano de obra será indispensable en este nuevo proyecto.

Con la aplicación del nuevo sistema, el Municipio de Ambato dejará de invertir en el relleno alrededor de 450 mil dólares, cantidad que según Fernando Callejas, alcalde de Ambato que estuvo durante la firma; será beneficioso ya que ese dinero se podrá invertir en otras obras “Esto será una labor importante a la que se debe apoyar, porque beneficia a los ambateños y sobre todo al medio ambiente. Vamos a seguir adelante trabajando por el bienestar social”, comentó el burgomaestre.

De las 230 toneladas de basura que llegan diariamente al relleno, el 25.27 por ciento son desechos reciclables y el 74.73 por ciento se lo dirigirá al proceso de reducción de productos biodegradables. DIARIO LA HORA, 24 de Octubre del 2012.

Por lo tanto, en la actualidad la generación de desechos sólidos urbanos ha ido en aumento es por esta razón que el daño que provoca al medio ambiente ha motivado la implementación de nuevas técnicas y métodos para la reutilización de los mismos, ya que genera una preocupación al no dar un tratamiento adecuado al papel reciclado, en vista de esta problemática se ha visto en la necesidad de aportar para la conservación del medio ambiente.

## **6.6 FUNDAMENTACIÓN**

### **6.6.1 PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS AGREGADOS**

El método de dosificación que se aplicó para la elaboración de las probetas de hormigón ensayadas es el método de la Universidad Central el cual requiere conocer las siguientes propiedades mecánicas de los agregados y del cemento:

### **6.6.1.1 DENSIDAD REAL DE LOS AGREGADOS**

**Agregado fino.-** Para la determinación de la densidad real de la arena se aplica el siguiente procedimiento:

#### **Equipo y material que se utiliza:**

- ✓ Matraz aforado a 500 ml (Picnómetro)-.
- ✓ Balanza con aproximación al 0.1 gr.
- ✓ Cono truncado
- ✓ Pisón
- ✓ Embudo
- ✓ Probeta de 500 ml. de capacidad
- ✓ Pipeta
- ✓ Charola de aluminio
- ✓ Espátula
- ✓ Arena saturada y superficialmente seca

#### **Procedimiento:**

1. Se satura la arena por 24 hrs, se le retira el agua y se logra el estado de saturado y superficialmente seco; esto se logra al tender la arena en una superficie limpia y seca, moviéndola de un lugar a otro, para que por efecto del sol y el viento, se logre el estado superficialmente seco, para lograr esto, se utiliza el cono truncado, el cual se llena con la arena en 2 capas, dándole 15 golpes con el pisón a la primera capa y 10 golpes a la segunda capa, se enrasa y se retira el cono sin hacer movimientos laterales, si la arena se queda formado el cono, esto nos dice que la arena tiene exceso de humedad, por lo cual se continúa secando y se repite lo antes descrito, hasta que el cono de arena se desmorone lentamente; que será cuando la arena llegó al estado de saturado y superficialmente seco.

2. Se toma el peso del matraz en la balanza.
3. Colocar el agregado fino (SSS) a 1/3 aproximadamente de la capacidad del bulbo del picnómetro y tomar el peso del conjunto.
4. Se vierte agua al matraz hasta la mitad de la parte curva, se vacía una muestra de arena empleando para esto un embudo y en la parte inferior del matraz se coloca un fólder, por si se cae algo de material pueda ser recogido posteriormente y vaciado al matraz.
5. Se gira el matraz con el fin de conseguir que se asiente toda la arena en el fondo de éste, y para que se extraigan las burbujas de aire atrapadas.
6. Se realiza el paso anterior por un tiempo aproximado entre 3 y 5 minutos.
7. Una vez que se ha asentado la arena en el fondo del matraz se completa su capacidad con agua hasta la marca de aforo, de tal manera que la parte inferior del menisco coincida con la marca (500 ml).
8. Se pesa el matraz + agua + arena (m3)
9. Se sustituyen los valores obtenidos en el siguiente cuadro y se obtiene la densidad:

<b>Determinación de la densidad del agregado fino</b>		
<b>Proceso</b>	<b>Denominación</b>	<b>Datos</b>
Masa del Frasco	m1	144.8 gr
Masa del frasco + agregado (SSS)	m2	517.8 gr
Masa del frasco + agregado (SSS) + agua	m3	875 gr
Masa agua añadida (m3 - m2)	m4	357.2 gr
Masa de frasco + 500cc agua	m5	650.8 gr
Masa de 500cc agua (m5 – 500ml)	m6	506 gr
Densidad del agua (m6/500ml)	da	1.012 gr/cm <sup>3</sup>
Masa de agua desalojada por el agregado (m6 - m4)	m7	148.8 gr
Masa del agregado (m2 - m1)	Msss	373 gr
Volumen de agua desalojada (m7/da)	Vsss	147.036 cm <sup>3</sup>
Densidad real de la arena (Msss/Vsss)	DRA	<b>2.537 gr/cm<sup>3</sup></b>

**Cuadro N° 8 .-** Determinación de la densidad del agregado fino

**Agregado grueso.-** Para la determinación de la densidad real del ripio se aplica el siguiente procedimiento:

**Equipo y material que se utiliza:**

- ✓ Balanza con aproximación al 0.1 gr.
- ✓ Franela
- ✓ Canastilla
- ✓ Charola de aluminio
- ✓ Espátula
- ✓ Ripio saturado y superficialmente seco

**Procedimiento:**

1. Se dejan las gravas en saturación por 24 hrs.
2. Se les retira el agua y se secan superficialmente con una franela ligeramente húmeda, se pesa una cantidad de material cercana a los 500grs, obteniéndose de esta forma el peso saturado y superficialmente seco de gravas.

3. Se toma el peso de la canastilla en el aire.
4. Colocar el agregado grueso (SSS) en la canastilla y tomar su peso en el aire
5. Tomar el peso de la canastilla con el agregado grueso sumergidos en agua.
6. Se procede a determinar el volumen desalojado de grava, para esto se emplea el Principio de Arquímedes, pesando las gravas en una canastilla, sumergidas en agua, obteniéndose el peso de gravas sumergidas.

<b>Determinación de la densidad del agregado grueso</b>		
<b>Proceso</b>	<b>Denominación</b>	<b>Datos</b>
<b>Masa canastilla en el aire</b>	m1	1235.2 gr
<b>Masa canastilla + Agregado SSS en el aire</b>	m2	4999 gr
<b>Masa Agregado SSS en el aire (m2 - m1)</b>	Msss	3763.8 gr
<b>Masa canastilla + Agregado SSS en el agua</b>	m3	3339 gr
<b>Masa canastilla en el agua</b>	m4	1074 gr
<b>Masa del Agregado en el agua (m3 - m4)</b>	menagua	2265 gr
<b>Volumen del Agregado (Msss - Menagua)/dagua</b>	Vsss	1498.800 cm3
<b>Densidad real ripio (Msss/Vsss)</b>	DRR	<b>2.512 gr/cm3</b>

**Cuadro N° 9 .-** Determinación de la densidad del agregado grueso

**Cemento.-** Para la determinación de la densidad real del cemento el procedimiento es similar al aplicado con el agregado fino (arena) con la diferencia que en lugar de agua se utiliza gasolina, debido a que el cemento reacciona con el agua.

Como el cemento utilizado es elaborado industrialmente y siguiendo todas las normativas técnicas se asume directamente que el valor de la densidad real es **3gr/cm3**

### **6.6.1.2 DENSIDAD APARENTE DE LOS AGREGADOS**

**Agregado fino y agregado grueso.-** Para la determinación de la densidad aparente de la arena y el ripio se aplica el siguiente procedimiento:

#### **DENSIDAD APARENTE SUELTA:**

##### **Equipo y material que se utiliza:**

- ✓ Balanza de 100 kgs. de capacidad y 5 grs. de aproximación
- ✓ Palas
- ✓ Varilla de punta redonda
- ✓ Recipientes metálicos
- ✓ Bandeja

##### **Procedimiento:**

1. Pesar el recipiente metálico.
2. Llenar el recipiente metálico con arena o con ripio.
3. Enrazar la parte superior con ayuda de la varilla de punta redonda.
4. Pesar el conjunto. (Realizar todo el proceso descrito dos veces tanto para la arena como para el ripio)
5. Se sustituyen los valores obtenidos en el siguiente cuadro y se obtiene la densidad ( densidad= masa/volumen):

<b>GRUPO 1</b>				
<b>DENSIDAD APARENTE (SUELTA) AGREGADOS</b>				
<b>Masa Rec.</b>	10.00 kg			
<b>Volumen Rec.</b>	20.25 dm <sup>3</sup>			
<b>AGREGADO</b>	<b>Agregado + Recipiente kg</b>	<b>Agregado kg</b>	<b>Densidad A. kg/dm<sup>3</sup></b>	<b>Densidad P. kg/dm<sup>3</sup></b>
<b>Fino</b>	37.0	27.60	1.363	<b>1.381</b>
<b>Arena</b>	37.1	28.30	1.398	
<b>Grueso</b>	37.8	28.90	1.427	<b>1.412</b>
<b>Ripio</b>	37.7	28.20	1.393	

**Cuadro N° 10 .-** Densidad aparente (suelta) agregados fino y grueso.

### **DENSIDAD APARENTE COMPACTADA:**

#### **Equipo y material que se utiliza:**

- ✓ Balanza de 100 kgs. de capacidad y 5 grs. de aproximación
- ✓ Palas
- ✓ Varilla de punta redonda
- ✓ Martillo de goma
- ✓ Recipientes metálicos
- ✓ Bandeja

#### **Procedimiento:**

1. Pesar el recipiente metálico.
2. Llenar el recipiente metálico con arena o ripio en tres capas, para cada capa se deben dar 25 golpes con la varilla de punta redonda y 9 golpes con el martillo de goma; luego de la tercera capa se debe enraizar la parte superior del recipiente.

3. Pesar el conjunto. (Realizar todo el proceso descrito dos veces tanto para la arena como para el ripio)

4. Se sustituyen los valores obtenidos en el siguiente cuadro y se obtiene la densidad ( densidad= masa/volumen):

<b>GRUPO 1</b>				
<b>DENSIDAD APARENTE COMPACTADA AGREGADOS</b>				
<b>Masa Rec.</b>	10.00 kg			
<b>Volumen Rec.</b>	20.25 dm <sup>3</sup>			
	<b>Agregado +</b>	<b>Agregado</b>	<b>Densidad</b>	<b>Densidad</b>
<b>AGREGADO</b>	<b>Recipiente kg</b>	<b>kg</b>	<b>A.</b>	<b>P.</b>
			<b>kg/dm<sup>3</sup></b>	<b>kg/dm<sup>3</sup></b>
<b>Fino</b>	40.4	30.40	1.501	1.499
<b>Arena</b>	40.3	30.30	1.496	
<b>Grueso</b>	41.1	31.10	1.536	1.536
<b>Ripio</b>	41.1	31.10	1.536	

**Cuadro N° 11 .-** Densidad aparente (compactada) agregados fino y grueso.

**DENSIDAD APARENTE COMPACTADA DE LA MEZCLA:**

**Equipo y material que se utiliza:**

- ✓ Balanza de 100 kgs. de capacidad y 5 grs. de aproximación
- ✓ Palas
- ✓ Varilla de punta redonda
- ✓ Martillo de goma
- ✓ Recipientes metálicos
- ✓ Bandeja

**Procedimiento:**

1. Pesar 40 kg de ripio y colocarlos en la bandeja e ir añadiendo las cantidades de arena establecidas en la tabla que se muestra a continuación. Para cada porcentaje



de fino añadido mezclarlo con el ripio con la ayuda de las palas he ir llenando el recipiente metálico en tres capas, para cada capa se debe compactar con 25 golpes con la varilla de punta redonda y 9 golpes con el martillo de goma.

2. Pesar el conjunto (Para cada mezcla realizar el ensayo dos veces)

3. Se sustituyen los valores obtenidos en el siguiente cuadro y se obtiene la densidad ( densidad= masa/volumen):

GRUPO 1								
DENSIDAD APARENTE COMPACTADA MEZCLA								
Masa Rec.		10.0Kg						
Volumen Rec.		20.65dm <sup>3</sup>						
% Mezcla		Cantidad		Fino Añadido	Agregado + Recipiente	Agregado	Densidad A.	Densidad P. Mezcla
		kg		Kg	kg	kg	kg/dm <sup>3</sup>	kg/dm <sup>3</sup>
R	A	R	A	A				
100	0	40	0	0	41.10	31.10	1.506	1.506
					41.10	31.10	1.506	
90	10	40	4.44	4.44	43.40	33.40	1.617	1.620
					43.50	33.50	1.622	
80	20	40	10	5.56	45.80	35.80	1.734	1.731
					45.70	35.70	1.729	
70	30	40	17.14	7.14	48.20	38.20	1.850	1.855
					48.40	38.40	1.860	
60	40	40	26.67	9.53	48.20	38.20	1.850	<b>1.860</b>
					48.60	38.60	1.869	
50	50	40	40	13.33	47.70	37.70	1.826	1.828
					47.80	37.80	1.831	
40	60	40	60	20	46.30	36.30	1.758	1.760
					46.40	36.40	1.763	

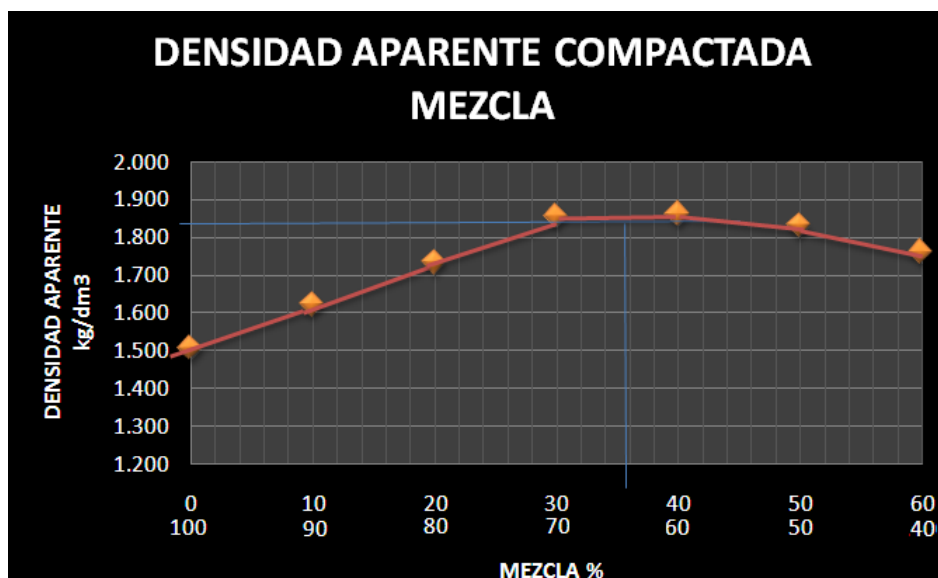
Cuadro N° 12 .- Densidad aparente (compactada) mezcla

4. Una vez llena la tabla se debe identificar el valor más alto de densidad aparente compactada de la mezcla y éste establecerá el porcentaje máximo de arena y ripio.
5. Para obtener el porcentaje óptimo de agregado fino y grueso al porcentaje máximo de arena (PMA) se le restará el 4% y al porcentaje máximo de ripio (PMR) se le sumará el 4%. Hay que recordar que POA + POR debe dar 100%.
6. La densidad máxima de la mezcla es la densidad máxima señalada en la tabla.

<b>PMA</b>	40	PORCENTAJE MÁXIMO DE ARENA
<b>PMR</b>	60	PORCENTAJE MÁXIMO DE RIPIO
<b>POA=PMA-4%</b>	36	PORCENTAJE ÓPTIMO DE ARENA
<b>POR=PMR+4%</b>	64	PORCENTAJE ÓPTIMO DE RIPIO

**Cuadro N° 13.-** Densidad máxima de la mezcla

7.- Trazar la curva densidad aparente compactada vs. % de mezcla, en esta gráfica trazar una perpendicular a partir del eje x con respecto a la ubicación del POA y el POR y en donde corte a la curva trazamos una perpendicular hacia el eje y así obtendremos la densidad óptima de la mezcla. La densidad óptima aparente estimada es de 1.84 kg/dm<sup>3</sup>.



**Gráfico N°17.-** Curva densidad aparente compactada vs porcentaje de mezcla

## 6.6.2 CÁLCULO DE LA DOSIFICACIÓN

### MÉTODO DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL

Una vez calculadas todas las propiedades mecánicas antes mencionadas que se muestran en el siguiente cuadro de resumen, se procede al cálculo de la dosificación del hormigón según la resistencia a compresión que se requiera:

#### 6.6.2.1 Cálculo de la dosificación para hormigones de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .

<b>Volumen de Hormigón</b>	1000 dm <sup>3</sup>
<b>f'c</b>	210 kg/cm <sup>2</sup>
<b>Asentamiento</b>	7 cm

<b>DATOS</b>	
<b>Densidad Real Cemento DRC</b>	3.000 kg/dm <sup>3</sup>
<b>Densidad Real Arena DRA</b>	2.537 kg/dm <sup>3</sup>
<b>Densidad Real Ripio DRR</b>	2.512 kg/dm <sup>3</sup>
<b>Densidad Aparente Arena DAA</b>	1.381 kg/dm <sup>3</sup>
<b>Densidad Aparente Ripio DAR</b>	1.412 kg/dm <sup>3</sup>
<b>Porcentaje Óptimo de Arena POA</b>	36 %
<b>Porcentaje Óptimo de Ripio POR</b>	64 %
<b>Densidad Óptima del Agregado DOAg</b>	1.840 kg/dm <sup>3</sup>
<b>Aire</b>	2 %
<b>Volumen de Aire</b>	20 dm <sup>3</sup>

**Cuadro N° 14 .-** Cuadro resumen de las propiedades mecánicas de los agregados para  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

### 1. DENSIDAD REAL DEL AGREGADO (DRAg)

Para el cálculo de la densidad real del agregado se utiliza la siguiente fórmula:

$$\mathbf{DRAg = DRA * POA + DRR * POR}$$

$$\mathbf{DRAg = 2.537kg/dm^3 * 0.36 + 2.512kg/dm^3 * 0.64}$$

$$\mathbf{DRAg = 2.521 kg/dm^3}$$

### 2. PORCENTAJE ÓPTIMO DE VACÍOS (POV)

Para el cálculo del porcentaje óptimo de vacíos se utiliza la siguiente fórmula:

$$\mathbf{POV\% = \frac{(DRAg - DOAg)}{DRAg} * 100}$$

$$\mathbf{POV\% = \frac{(2.521kg/dm^3 - 1.840kg/dm^3)}{2.521 kg/dm^3} * 100}$$

$$\mathbf{POV\% = 27.01 \%}$$

$$\mathbf{POV = \frac{POV\% * volumen de hormigón}{100}}$$

$$\mathbf{POV = \frac{27.012 * 1000dm^3}{100}}$$

$$\mathbf{POV = 270.12 dm^3}$$

### 3. CANTIDAD DE PASTA (CP)

Para determinar la cantidad de pasta se debe determinar el coeficiente k de acuerdo al asentamiento requerido y se calcula mediante la siguiente fórmula:

<b>ASENTAMIENTO cm</b>	<b>K</b>
0-3	1.04
3-6	1.08
6-9	1.11
9-12	1.13
12-15	1.14

**Tabla N°1.-** Tabla de asentamiento y coeficiente k

$$CP=K*POV$$

$$CP= 1.11*270.12dm^3$$

$$CP= 299.83 dm^3$$

#### **4. RELACIÓN AGUA/CEMENTO (W/C)**

De acuerdo a la resistencia que se quiera obtener se asume la relación agua/cemento según la siguiente tabla:

<b>f'c kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>W/C</b>
140	0.77
180	0.7
210	0.62
240	0.59
280	0.56
350	0.45

**Tabla N°2.-** Tabla relación agua/cemento según resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup>.

$$W/C = 0.62$$

## 5. CÁLCULO DE LAS CANTIDADES DE LOS MATERIALES

### 5.1 CANTIDAD DE CEMENTO (C)

$$C = CP / ((W/C) + (1/DRC))$$

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

$$C = \frac{299.83 \text{ dm}^3}{0.62} + \frac{1}{3 \text{ kg/dm}^3}$$

$$C = 314.50 \text{ kg}$$

### 5.2 CANTIDAD DE AGUA (W)

$$W = C * (W/C)$$

$$W = 314.50 \text{ kg} * 0.62$$

$$W = 194.99 \text{ kg o lt.}$$

### 5.3 CANTIDAD DE ARENA (A)

$$A = (1000 - CP - \text{AIRE}) * DRA * POA$$

$$A = (1000 - 299.83 \text{ dm}^3 - 20 \text{ dm}^3) * 2.537 \text{ kg/dm}^3 * 0.36$$

$$A = 621.18 \text{ kg}$$

### 5.4 CANTIDAD DE RIPIO (R)

$$R = (1000 - CP - \text{AIRE}) * DRR * POR$$

$$R = (1000 - 299.83 \text{ dm}^3 - 20 \text{ dm}^3) * 2.512 \text{ kg/dm}^3 * 0.64$$

$$R = 1093.50 \text{ kg}$$

## DOSIFICACIÓN AL PESO

Para determinar la dosificación al peso de cada material se debe dividir cada cantidad de material para la cantidad de cemento, así como se muestra en el siguiente cuadro:

<b>MATERIAL</b>	<b>Cantidad Kg</b>	<b>Dosif. Peso</b>
<b>AGUA W</b>	194.99	<b>0.62</b>
<b>CEMENTO C</b>	314.50	<b>1.00</b>
<b>ARENA A</b>	621.18	<b>1.98</b>
<b>RIPIO R</b>	1093.50	<b>3.48</b>

**Cuadro N° 15 .-** Dosificación al peso para hormigón de 210 kg/cm<sup>2</sup>.

#### 6.6.2.2 Cálculo de la dosificación para hormigones de f'c = 280 kg/cm<sup>2</sup>.

<b>Volumen de Hormigón</b>	1000 dm <sup>3</sup>
<b>f'c</b>	280 kg/cm <sup>2</sup>
<b>Asentamiento</b>	7 cm

<b>DATOS</b>	
<b>Densidad Real Cemento DRC</b>	3.000 kg/dm <sup>3</sup>
<b>Densidad Real Arena DRA</b>	2.537 kg/dm <sup>3</sup>
<b>Densidad Real Ripio DRR</b>	2.512 kg/dm <sup>3</sup>
<b>Densidad Aparente Arena DAA</b>	1.381 kg/dm <sup>3</sup>
<b>Densidad Aparente Ripio DAR</b>	1.412 kg/dm <sup>3</sup>
<b>Porcentaje Óptimo de Arena POA</b>	36 %
<b>Porcentaje Óptimo de Ripio POR</b>	64 %
<b>Densidad Óptima del Agregado DOAg</b>	1.840 kg/dm <sup>3</sup>
<b>Aire</b>	2 %
<b>Volumen de Aire</b>	20 dm <sup>3</sup>

**Cuadro N° 16 .-** Cuadro resumen de las propiedades mecánicas de los agregados para F'c = 280 kg/cm<sup>2</sup>

### 1. DENSIDAD REAL DEL AGREGADO (DRAg)

Para el cálculo de la densidad real del agregado se utiliza la siguiente fórmula:

$$DRAg = DRA * POA + DRR * POR$$

$$DRAg = 2.537 \text{ kg/dm}^3 * 0.36 + 2.512 \text{ kg/dm}^3 * 0.64$$

$$DRAg = 2.521 \text{ kg/dm}^3$$

### 2. PORCENTAJE ÓPTIMO DE VACÍOS (POV)

Para el cálculo del porcentaje óptimo de vacíos se utiliza la siguiente fórmula:

$$POV\% = \frac{(DRAg - DOAg)}{DRAg} * 100$$

$$POV\% = \frac{(2.521 \text{ kg/dm}^3 - 1.840 \text{ kg/dm}^3)}{2.521 \text{ kg/dm}^3} * 100$$

$$POV\% = 27.01 \%$$

$$POV = \frac{POV\% * \text{volumen de hormigón}}{100}$$

$$POV = \frac{27.012 * 1000 \text{ dm}^3}{100}$$

$$POV = 270.12 \text{ dm}^3$$

### 3. CANTIDAD DE PASTA (CP)

Para determinar la cantidad de pasta se debe determinar el coeficiente k de acuerdo al asentamiento requerido y se calcula mediante la siguiente fórmula:

ASENTAMIENTO cm	K
0-3	1.04
3-6	1.08
6-9	1.11
9-12	1.13
12-15	1.14

**Tabla N°3.-** Tabla de asentamiento y coeficiente k



$$CP=K*POV$$

$$CP= 1.11*270.12dm^3$$

$$CP= 299.83 dm^3$$

#### 4. RELACIÓN AGUA/CEMENTO (W/C)

De acuerdo a la resistencia que se quiera obtener se asume la relación agua/cemento según la siguiente tabla:

f'c kg/cm <sup>2</sup>	W/C
140	0.77
180	0.7
210	0.62
240	0.59
280	0.56
350	0.45

**Tabla N°4.-** Tabla relación agua/cemento según resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup>.

$$W/C = 0.56$$

#### 5.CÁLCULO DE LAS CANTIDADES DE LOS MATERIALES

##### 5.5 CANTIDAD DE CEMENTO (C)

$$C=CP/((W/C)+(1/DRC))$$

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

$$C = \frac{299.83dm^3}{0.56} + \frac{1}{3kg/dm^3}$$

$$C= 335.63 kg$$

## 5.6 CANTIDAD DE AGUA (W)

$$W=C*(W/C)$$

$$W= 335.63 \text{ kg} * 0.56$$

$$W= 187.95 \text{ kg o lt.}$$

## 5.7 CANTIDAD DE ARENA (A)

$$A=(1000-CP-AIRE)*DRA*POA$$

$$A= (1000-299.83\text{dm}^3-20\text{dm}^3)*2.537\text{kg}/\text{dm}^3*0.36$$

$$A= 621.18 \text{ kg}$$

## 5.8 CANTIDAD DE RIPIO (R)

$$R=(1000-CP-AIRE)*DRR*POR$$

$$R=(1000-299.83\text{dm}^3-20\text{dm}^3)*2.512\text{kg}/\text{dm}^3*0.64$$

$$R=1093.50 \text{ kg}$$

## DOSIFICACIÓN AL PESO

Para determinar la dosificación al peso de cada material se debe dividir cada cantidad de material para la cantidad de cemento, así como se muestra en la siguiente tabla:

MATERIAL	Cantidad Kg	Dosif. Peso
AGUA W	187.95	0.56
CEMENTO C	335.63	1.00
ARENA A	621.18	1.85
RIPIO R	1093.50	3.26

**Cuadro N° 17 .-** Dosificación al peso para hormigón de 280 kg/cm<sup>2</sup>.

### **6.6.3 OBTENCIÓN DE PAPEL RECICLADO**

En su origen, el papel y el cartón provienen de los árboles que han sido talados, los cuales, mediante procesos mecánicos y químicos, se convierten primero en pulpa de celulosa y después en papel y cartón que posteriormente son utilizados para luego ser desechados.

### **6.6.4 RECOLECCIÓN DEL PAPEL**

Para la recolección del papel lo podemos encontrar de tres maneras como son:

- 1.- Recicladoras
- 2.- Relleno Sanitario
- 3.- Viviendas particulares

En la actualidad en la mayoría de ciudades se viene dando el proceso de reciclaje por tal motivo es muy fácil obtener la materia prima necesaria en estos puntos acopio, se puede acceder a diferentes tipos de papel, como son: papel periódico, papel de oficina y cartón, todos éstos son útiles para el proyecto, como ventaja se tiene que en un solo punto se puede acceder a una gran cantidad de papel lo que abarata costos de transporte y como desventaja que los costos de venta por lo regular lo fijan de acuerdo al cliente, sin ningún estándar de venta (venta al peso, por volumen, etc..)

En Ambato se encuentra el relleno sanitario, el mismo que recicla papel, esta planta en su proceso de reciclaje maneja bultos comprimidos de papel de aproximadamente 1m<sup>3</sup> o 1 tonelada métrica, su costo es estándar, pero se ha podido ver que el producto no es 100% puro encontrándose mezclado con plástico, y algunas veces contaminados con aceites, como ventaja se tiene la disponibilidad a gran escala, un precio justo y en el mismo lugar la facilidad para su transporte (montacargas y personal para estibar). Como se menciona anteriormente la desventaja es que el material puede estar contaminado y hay que hacer una preselección antes de su reutilización.

La idiosincrasia del país hace que la mayoría de las familias guarde revistas, periódicos, cajas que a la final van a parar a un basurero, antes de que esto ocurra se puede acceder a esta materia a través de una negociación de casa en casa, como desventaja se tiene que esta recolección es lenta y se necesita de un vehículo para su transporte, y como ventaja se puede anotar que el producto es de primera calidad y nunca está contaminado.

#### **6.6.5 PROCESAMIENTO DEL PAPEL**

La forma ideal de procesar el papel para tenerlo en las condiciones que se requiere de tamaño nominal máximo del agregado grueso se necesita de un proceso de trituración o picado utilizando una máquina industrial para cortar papel, posteriormente se remojarán los trozos de papel y finalmente se lo arruga formando bolas de papel, pero en el cantón Ambato no existe la máquina apropiada para este objetivo. Es así que, por motivo de estudio del proyecto de tesis, se ha logrado conseguir las bolas de papel a través de un procedimiento manual.

#### **6.6.6 ELABORACIÓN DE PROBETAS DE HORMIGÓN CON PAPEL RECICLADO**

Para la elaboración de los cilindros de hormigón con papel reciclado, se parte de la dosificación previamente calculada.

Para los hormigones de 210 kg/cm<sup>2</sup> y 280 kg/cm<sup>2</sup> la dosificación que se requiere es la estipulada en el siguiente cuadro, y partiendo que para la elaboración de tres cilindros de hormigón se requieren 8kg de cemento entonces se multiplica cada dosificación por 8 para obtener las cantidades en kg.

Al reemplazar el papel por el agregado grueso en las proporciones de 75%, 50% y 25% se calcula la cantidad de ripio para cada porcentaje.

<b>CANTIDADES PARA CADA SACO DE CEMENTO</b>					
<b>210KG/CM2</b>		<b>NORMAL</b>	<b>75% PAPEL</b>	<b>50% PAPEL</b>	<b>25% PAPEL</b>
<b>MATERIAL</b>	<b>DOSIF. PESO</b>	<b>CANT. KG</b>	<b>CANT. KG</b>	<b>CANT. KG</b>	<b>CANT. KG</b>
AGUA (W)	0,62	4,96	5	5	5
CEMENTO ( C)	1,00	8,00	8,0	8,0	8,0
ARENA (A)	1,98	15,8	15,8	15,8	15,8
RIPIO ( R )	3,48	27,8	7,0	13,9	20,9
CORRECCIÓN AGUA		1,0	2,0	1,5	1,0

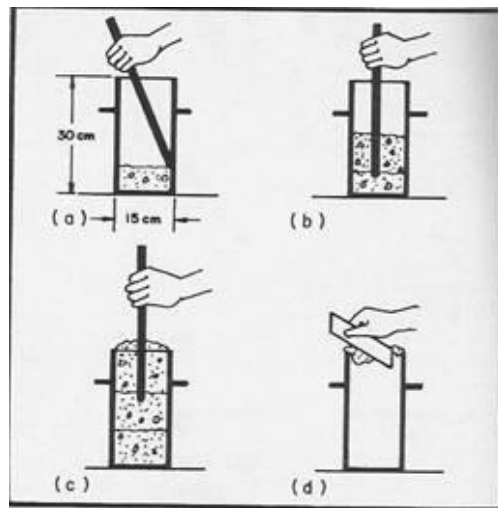
**Cuadro N° 18.-** Cantidades para cada saco de cemento para hormigón de 210kg/cm2

<b>CANTIDADES PARA CADA SACO DE CEMENTO</b>					
<b>280KG/CM2</b>		<b>NORMAL</b>	<b>75%</b>	<b>50%</b>	<b>25%</b>
<b>MATERIAL</b>	<b>DOSIF. PESO</b>	<b>CANT. KG</b>	<b>CANT. KG</b>	<b>CANT. KG</b>	<b>CANT. KG</b>
AGUA (W)	0,56	4,48	4,5	4,5	4,5
CEMENTO ( C)	1,00	8,00	8,0	8,0	8,0
ARENA (A)	1,85	14,81	14,8	14,8	14,8
RIPIO ( R )	3,26	26,1	6,5	13,0	19,5
CORRECCIÓN AGUA		1,5	6,3	3,75	2,50

**Cuadro N° 19.-** Cantidades para cada saco de cemento para hormigón de 280kg/cm2

**Equipo:**

- Moldes
- Varilla de punta redonda
- Martillo de goma
- Palas
- Balanza mecánica
- Recipientes metálicos
- Bandejas
- Flexómetro



**Gráfico N° 18.-** Llenado de probetas de hormigón

**Procedimiento:**

Para la investigación de campo del presente trabajo, en lo que se refiere al procedimiento de elaboración de cilindros de hormigón, se lo ha hecho según la Norma ASTM C31.

**1.- Medición de cada material**

Para la presente investigación se procedió a pesar los materiales para cada porcentaje de incorporación de papel según la dosificación calculada para 3

cilindros de hormigón, los porcentajes ya dosificados anteriormente son de 75%, 50% y 25% en relación con el agregado grueso y en sustitución del papel por el mismo.



**Imagen N° 1.-** Cantidad de arena



**Imagen N°2.-** Cantidad de ripio



**Imagen N°3.-** Cantidad de papel a introducir



**Imagen N° 4.-** Cemento



**Imagen N°5.-** Cantidad de agua

## **2.- Mezclado de los materiales**

Se mezclan los materiales antes mencionados en una bandeja con ayuda de las palas, es decir que el proceso de elaboración del hormigón será en forma manual.



**Imagen N°6.-** Mezcla de los materiales





**Imagen N°7.-** Visualización de la mezcla de hormigón con la incorporación de papel

### **3.- Preparación de los cilindros**

Se utilizarán moldes cilíndricos, de acero o un material no poroso, de 15 cm de diámetro por 30 cm de altura. Antes de llenarlos deberán colocarse sobre una superficie lisa, dura

y horizontal. Se realizarán tres cilindros de hormigón por cada muestra según el porcentaje de papel incorporado.



**Imagen N°8.-** Molde cilíndrico

#### 4.- Ensayo de consistencia

Una vez mezclado el hormigón se utilizará el cono de Abrams para medir si el asentamiento obtenido está dentro del rango establecido en la dosificación.

Se colocará el cono de Abrams sobre una superficie plana, con ayuda de los pies se lo mantendrá fijo al suelo, se llenará el mismo en tres capas, dando 25 golpes con la varilla de punta redonda en cada capa. Al finalizar se retira el cono de Abrams verticalmente hacia arriba en un tiempo máximo de 5 segundos y se lo colocará junto a la muestra que contenía, con ayuda de la varilla de punta redonda y el flexómetro se medirá el asentamiento.



**Imagen N°9.-** Cono de Abrams



**Imagen N°10.-** Ensayo de consistencia de la muestra



**Imagen N°11.- Retiro del cono de Abrams verticalmente**

## **5.- Toma de muestras**

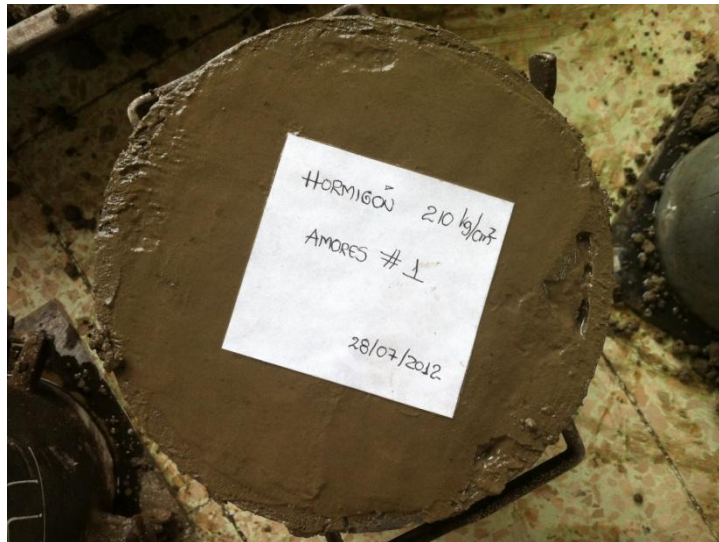
Se llenarán los moldes previamente engrasados en su interior con tres capas de hormigón las mismas que deberán ser picadas cada una con 25 golpes con una varilla metálica de punta redonda, distribuyéndolas en forma de espiral y terminando en el centro.

Los moldes se llenarán uniformemente, es decir, se hará la colocación y compactación de la primera capa en todos los moldes, después de la segunda capa en todos, y finalmente la tercera en cada uno de los moldes. La tercera capa contendrá un exceso de hormigón el mismo que debe ser engrasado con la varilla quitando el exceso hasta conseguir una cara perfectamente plana y lisa.

En cada capa luego de la compactación se darán 9 golpes a los lados de los moldes con el martillo de goma. Identificar los especímenes con la información correcta respecto a la fecha, tipo de mezcla y lugar de colocación.



**Imagen N°12.-** Muestras de hormigón con la incorporación de papel



**Imagen N°13.-** Identificación de los cilindros

## **6.- Tiempo de espera**

Dejar los cilindros sin mover ni desmoldar de 12 a 24 horas o hasta que se han endurecido lo suficiente para resistir el manejo después del moldeo.

La temperatura no deberá ser inferior a los 20°C ni superior a los 27°C en el sitio en que se guarden las probetas.



**Imagen N°14.-** Tiempo de fraguado del hormigón

### **7.- Desencofrado y Curado**

Después del fraguado se desmoldarán las probetas y se colocarán en ambiente de saturación (100% de humedad relativa), en agua a una temperatura de 20°C.



**Imagen N°15.-** Curado de las probetas de hormigón



**Imagen N°16.-** Probetas de hormigón con la incorporación de papel

### **8.- Ensayo de las probetas**

24 horas antes de que el hormigón cumpla la edad para ser ensayado se los deberá retirar del lugar donde se encuentren siguiendo el proceso de curado, con la finalidad de que al momento de ser sometidos a compresión no presenten una superficie húmeda.



**Imagen N°17.-** Secado de las probetas de hormigón

## **6.6.7 ENSAYOS DE COMPRESIÓN**

### **6.6.7.1 Introducción:**

La resistencia a la compresión es la característica mecánica principal del concreto, dada la importancia que reviste esta propiedad, dentro de una estructura convencional de concreto reforzado, la forma de expresarla es, en términos de esfuerzo, generalmente en kg/cm<sup>2</sup>.

La forma de evaluar la resistencia del concreto es mediante pruebas mecánicas que pueden ser destructivas, las cuales permiten probar repetidamente la muestra de manera que se pueda estudiar la variación de la resistencia u otras propiedades con el paso del tiempo. Para las primeras se utilizan tres tipos de muestras: cilindros, cubos y prismas. Para las segundas hay diferentes sistemas.

El ensayo de compresión es meramente lo contrario que el de tensión con respecto a la dirección o el sentido del esfuerzo aplicado.

### **6.6.7.2 Velocidad de aplicación de carga**

Se debe aplicar la carga con una velocidad uniforme y continua sin producir impacto, ni pérdida de carga. La velocidad de carga debe estar dentro del intervalo de 137 kPa/s a 343 kPa/s (84 kgf/cm<sup>2</sup>/min a 210 kgf/cm<sup>2</sup>/min) equivalente a un diámetro estándar de 15 cm a un rango de 2,4 kN/s a 6,0 kN/s (14,8 tonf/min a 37,1 tonf/min).

Se permite una velocidad mayor durante la aplicación de la primera mitad de la carga máxima esperada siempre y cuando durante la segunda mitad se mantenga la velocidad especificada; pueden utilizarse máquinas operadas manualmente o motorizadas que permitan cumplir con lo anterior, teniendo en cuenta que sólo se harán los ajustes necesarios en los controles de la máquina de prueba para mantener uniforme la velocidad de aplicación de carga, hasta que ocurra la falla.

Es recomendable colocar en la máquina, dispositivos para cumplir con los requisitos de seguridad para los operadores durante el ensayo del espécimen.

### 6.6.7.3 Procedimiento

1.- Se limpian las superficies de las placas superior e inferior y las cabezas de los cilindros se coloca este último sobre la placa inferior alineando su eje cuidadosamente con el centro de la placa de carga con asiento esférico; mientras la placa superior se baja hacia el espécimen asegurándose que se tenga un contacto suave y uniforme.



**Imagen N°18.-** Colocación de las probetas en la máquina de compresión

2.- Se le aplicará una carga a velocidad media hasta su rotura.



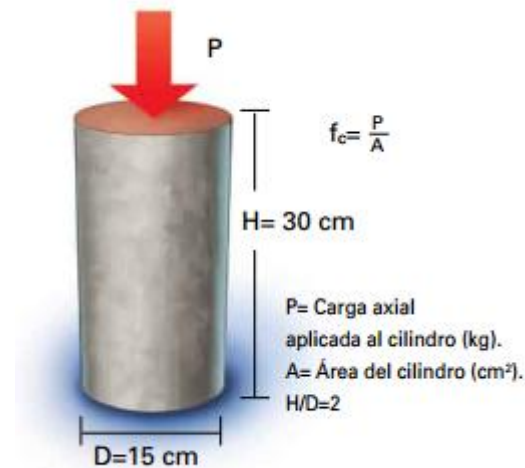


**Imagen N°19.-** Aplicación de carga a las probetas



**Imagen N°20.-** Rotura de las probetas de hormigón

3.- Se calcula la resistencia a la compresión del espécimen, dividiendo la carga máxima soportada durante la prueba entre el área promedio de la sección transversal



**Imagen N°21.-** Rotura de las probetas de hormigón

## 6.7. METODOLOGÍA

### 6.7.1 ELABORACIÓN DE BLOQUES CON LA INCORPORACIÓN DE PAPEL RECICLADO

Existen varias teorías sobre el origen del bloque de hormigón. Según una de ellas, el bloque surgió como imitación económica de las piezas de piedra. Para la fabricación de bloques de hormigón, hay que tener en cuenta que no es lo mismo hacer un bloque de hormigón portante (estructural) que tiene que soportar cargas para la construcción de viviendas, que un bloque autoportante que se utilizará para tabiquería y divisiones interiores.

Es importante mencionar que la gran mayoría de las fábricas de bloques dentro del cantón Ambato, no cumplen a cabalidad con las normas para su fabricación, es decir, las condiciones de curado de los mampuestos dependen de las condiciones medio- ambientales y por ende difiere en su gran mayoría la resistencia. Para la presente investigación de campo, la fabricación de bloques se lo ha hecho de forma artesanal, siguiendo los pasos básicos que comúnmente las fábricas de bloque lo hacen.

### **6.7.1.1 Medición de cada material**

Para la siguiente investigación se procedió a pesar los materiales según la dosificación calculada anteriormente, dependiendo del porcentaje de incorporación de papel en sustitución del agregado grueso. Cabe recalcar que la dosificación de los bloques se lo va a realizar de manera experimental ya que no existe un documento establecido, es por esta razón que para calcular la cantidad de materiales, basándose en la dosificación del hormigón según apuntes y el manual de Ensayo de Materiales II.

### **6.7.1.2 Mezclado de los materiales**

Se procede a colocar los materiales (cemento, arena, ripio y agua) en la mezcladora con la respectiva incorporación de papel en sustitución del agregado grueso, hasta conseguir la consistencia adecuada.



**Imagen N°22.- Mezclado de los materiales**

### **6.7.1.3 Colocación en la máquina de vibro-compactación**

Se debe preparar la máquina de vibro-compactación, la misma que está equipada de un molde que determina las dimensiones del bloque con su respectiva prensa,

en este caso el de un bloque macizo, bajo de éste se colocará un tablero con un costal cubierto de diesel o aceite quemado, en el cual se colocarán los bloques.



**Imagen N°23.-** Máquina de vibro-compactación

Seguidamente se procede a colocar el material mezclado, llenando el molde mientras se enciende la máquina para que con el proceso de vibración los materiales se acomoden y rellenen espacios vacíos, compactándose a su vez, este procedimiento dura aproximadamente 30 segundos.



**Imagen N°24.-** Llenado de moldes en la máquina

Finalmente se retira el exceso de material, para posteriormente colocar la prensa, la misma que al bajar compacta el material hasta la altura deseada del bloque. Seguidamente se desmoldan los bloques moviendo una palanca haciendo subir a los moldes y quedando los bloques en el tablero.



**Imagen N°25.-** Prensado de bloques

#### **6.7.1.4 Transporte del bloque**

Luego de ser desmoldados los bloques, elaborados en las condiciones de fabricación propias del lugar, son transportados con un coche hacia el área de secado, los mismos que son retirados del tablero a los tres días después de su fabricación.



**Imagen N°26.-** Transporte de bloques en un coche

#### **6.7.1.5 Tiempo de curado**

El tiempo de curado de un bloque generalmente es de 7 días en un lugar adecuado y dentro de un tanque de agua, dado que las fábricas de bloques no cuentan con estas condiciones por lo que para el proceso de curado riegan agua a los bloques con una manguera, es por ello que los propietarios de los bloques comúnmente realizan el curado durante 15 días.



**Imagen N°27.-** Curado en las bloqueras con regado de agua

### 6.7.1.6 Tiempo de resistencia máxima

El tiempo en que el hormigón alcanza su resistencia máxima es a los 28 días después de su fabricación, por lo tanto, este periodo se lo controló en dos etapas, desde la fabricación y secado (15 días en la fábrica) y el tiempo restante en los laboratorios de la facultad de Ingeniería Civil de la U.T.A.(13 días más).

### 6.7.2 ENSAYOS DE COMPRESIÓN DE LOS BLOQUES

Para el proceso de determinación de la resistencia de los bloques de hormigón se realizará según NORMA INEN 640.

1.- Pesado cada bloque y medir sus lados



**Imagen N°28.-** Pesado de los bloques en la balanza

2.- Según la norma nos indica que se deben cubrir las superficies del bloque que recibirán directamente la carga con una capa de mortero establecida, pero como se ha realizado anteriormente en ensayo de materiales I, se procederá a reemplazar esta capa con tabla tríplex, la misma que dará la uniformidad esperada.



**Imagen N°29.-** Cubrimiento de las superficies con tabla trípex

3.- En la máquina de compresión se debe colocar en la parte inferior la placa metálica, seguida de la tabla trípex, posteriormente el bloque macizo, en la parte superior se colocará otra tabla trípex y finalmente la placa. Este procedimiento se lo realiza centrando la muestra con respecto a la rótula de la máquina de compresión.



**Imagen N°30.-** Colocación del bloque en la máquina de compresión

4. Se enciende la máquina y se manipula hasta dejar el mampuesto en la posición adecuada, para aplicar carga de compresión de forma gradual.





**Imagen N°31.-** Aplicación de carga sobre el bloque

5. Se retira el bloque de la máquina de compresión y se observa los cambios producidos como desprendimientos y fisuras.



**Imagen N°32.-** Retirado del bloque de la máquina

6. Se realiza el procedimiento tanto para los bloques normales, como para los bloques con incorporación de papel.

### **6.7.3 CÁLCULO DE RESISTENCIA**

Se realiza los cálculos correspondientes para determinar la resistencia máxima y compararla con los bloques normales. Fórmula para determinar la resistencia:

$$\sigma = \frac{P}{A} = \frac{\text{Carga de rotura (kg)}}{\text{Área de compresión (cm}^2\text{)}}$$

**NOTA.** La carga de rotura es la suma de la carga de compresión que la máquina genera más el peso correspondiente a la placa metálica.



**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

**ENSAYO DE COMPRESIÓN DE MAMPUESTOS DE HORMIGÓN**

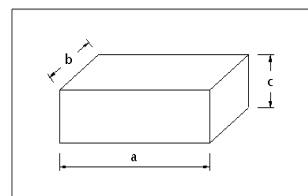
**NORMA INEN 640**

**N° DE MUESTRAS: 8**

**LUGAR DEL PROYECTO: AMBATO**

**SOLICITADO POR: MYRIAM. AMORES S.**

**FECHA DE ENSAYO: 12/ENERO/2013**



Prob. N°	DIMENSIONES				CARGA		RESISTENCIA (Kg/cm <sup>2</sup> )	PESO (KG)	IDENTIF.
	PROBETA				LIBRAS	KILOGRAMOS			
	Largo (a) (cm)	Ancho (b) (cm)	Espesor (c) (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	(Lb)	(Kg)			
1	40.5	20.3	12.6	510.3	94000	42533.94	83.35	21.0	NORMAL
2	40.5	20.3	12.6	510.3	94000	42533.94	83.35	21.0	NORMAL
3	40.5	20.5	12.5	506.25	92000	41628.95	82.23	20.6	NORMAL
4	40.4	20.2	12.6	509.04	90000	40723.98	80.00	20.3	NORMAL
					<b>PROMEDIO</b>		<b>82.23</b>	<b>20.7</b>	
5	40.5	21.2	12.8	518.40	30000	13574.66	26.18	12.7	PAPEL
6	40.4	21.0	12.7	513.08	31000	14027.15	27.34	12.8	PAPEL
7	40.4	21.0	12.8	517.12	32000	14479.64	28.00	13.1	PAPEL
8	40.6	21.0	12.5	507.50	28000	12669.68	24.96	12.5	PAPEL
					<b>PROMEDIO</b>		<b>26.62</b>	<b>12.8</b>	

**Cuadro N°20.-** Tabla de carga rotura de los bloques

## **6.7.4 ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

### **6.7.4.1 INTRODUCCIÓN**

El papel se ha convertido en el medio esencial para registrar y transmitir conocimientos e ideas entre individuos, culturas y generaciones. En teoría, el papel puede reunir todos los requisitos de un producto inocuo para el ambiente: es un producto natural, biodegradable, se fabrica a partir de fuentes renovables y puede ser reutilizado y reciclado.

Sin embargo, la realidad es diferente: El impacto de la fabricación del papel sobre el bosque está claro: cada año se cortan en nuestro país veinte millones de árboles sólo para fabricar papel. Se suman los que se cortan para leña o carpintería, los que arrasan los incendios o los que se destruyen con las grandes infraestructuras (pantanos, autovías...) y nos podremos hacer una idea de la alarmante deforestación que está afectando al planeta entero.

A pesar de que la práctica de reciclar papel se ha generalizado en la mayoría de los países occidentales, la producción y el consumo de papel nuevo ha estado creciendo constantemente en los últimos años. La demanda de papel para impresoras y fotocopiadoras está aumentando.

La publicidad y el correo directo ha prosperado de la mano de economías fuertes, y los productos de papel desechables han desplazado en el mercado a muchos otros que son reutilizables. Al mismo tiempo, en los países más industrializados, los productos de papel constituyen el 40% de toda la basura que va a los tiraderos o es incinerada.

### **6.7.4.2 ANTECEDENTES Y JUSTIFICATIVOS**

Como se ha mencionado a lo largo del proyecto de tesis, en el relleno sanitario del cantón Ambato, se ha logrado clasificar los residuos dependiendo de sus

componentes y por su grado de peligrosidad, sin embargo, no todos son reutilizados y generan gran acumulación, como es el caso del papel. Es por esta razón que resulta indispensable continuar con proyectos renovables y de mitigación de impactos ambientales para minimizar los grandes costos que genera el procesamiento de residuos en los rellenos sanitarios.

Es importante señalar que la problemática se basa en la drástica reducción de los bosques mundiales, con la consiguiente disminución de la biodiversidad. El consumo mundial de papel excede las 268 millones de toneladas al año. El rápido y sostenido crecimiento de la demanda de productos de papel ha ido de la mano de una mayor escasez en la provisión de madera, provocando la desaparición de bosques nativos con los consecuentes impactos sobre los ecosistemas que forman parte de ellos.

El reciclaje tiene las siguientes cinco consecuencias ecológicas principales: Reducción del volumen de residuos, y por lo tanto de la contaminación, Preservación de los recursos naturales, pues la materia reciclada se reutiliza, Ahorro de energía y por lo tanto reduce la dependencia del petróleo, normalmente se necesita menos energía para fabricar un producto de material reciclado que de material virgen, Reduce la contaminación del aire, suelo y agua, Reducción de costes asociados a la producción de nuevos bienes, ya que muchas veces el empleo de material reciclado supone un coste menor que el material virgen.

#### **6.7.4.3 OBJETIVOS**

Tomando en consideración las necesidades socio-económicas y preocupaciones medio ambientales, se han determinado objetivos fundamentales para la elaboración del estudio de impacto ambiental de este proyecto.

#### **6.7.4.3.1 OBJETIVO GENERAL**

- Disminuir las grandes cantidades de papel que no se reutilizan, para así colaborar con la conservación del medio ambiente y con la optimización de los agregados realizando mampuestos que serán utilizados en la construcción

#### **6.7.4.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar y evaluar la magnitud e importancia de los impactos positivos y negativos que tendrá el proyecto en su zona de influencia.
- Minimizar los impactos generados por los desechos sólidos en el medio ambiente y la salud.

#### **6.7.4.4 DEFINICIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA**

El Área de Influencia Directa (AID), se refiere al lugar geográfico que es intervenido directamente en el desarrollo del proyecto. Inicialmente el área está definida por la zona de Ambato, en el relleno sanitario, pero el propósito es que este proyecto se difunda a nivel nacional, es decir, que esta propuesta se desarrolle en todas las ciudades del Ecuador, para colaborar con la disminución de la cantidad de papel que se encuentra sin ser reutilizado o almacenado sin ningún fin provechoso.

#### **6.7.4.5 DESCRIPCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE**

La importancia de los impactos ambientales asociados a los residuos sólidos depende de las condiciones particulares de la localización, geomorfología, y demás características de los medios físico y biótico.

#### 6.7.4.5.1 AMBIENTE FÍSICO:

**Contaminación del Aire.-** Uno de los más graves problemas sanitarios que afecta a la ciudad, lo constituye la incineración de los desechos sólidos entre ellos el papel, conduciendo a la liberación de peligrosos contaminantes dañinos para la salud y el medio ambiente.



**Imagen N°33.-** Contaminación del aire con la combustión de residuos sólidos

**Contaminación del Agua.-** Los residuos sólidos desalojados cerca de río, vertederos, canales pueden ocasionar contaminación en los mismos. Las fábricas de papel generalmente envían sus desechos al agua.



**Imagen N°34.-** Contaminación del agua en las fábricas

**Contaminación del suelo.-** El papel es un elemento de origen orgánico, de manera que si es arrojado al suelo, éste no se ve significativamente afectado, pero como está hecho de elementos que son difíciles de renovar como los árboles, se ve en la necesidad de reciclarlo es ahí cuando se presenta el gran problema de la acumulación de roedores que afectan directamente a la salud de los habitantes que se encuentran cerca de los mismos.



**Imagen N°35.-** Contaminación del suelo

#### **6.7.4.5.2 AMBIENTE BIÓTICO**

Los impactos ambientales directos sobre la flora y fauna se encuentran asociados, en general, a la remoción de los diferentes tipos de la flora, perturbación de la fauna nativa y a la operación inadecuada de un sistema de disposición final de residuos.



**Imagen N°36.-** Impacto en flora y fauna

### **6.7.4.5.3 AMBIENTE SOCIO-ECONÓMICO**

El reciclaje de papel ayuda a controlar problemas de residuos, así mismo el agregar dicho material para la fabricación de bloques es una acción que nos permite cuidar y conservar los recursos forestales.

Por cada tonelada de papel reciclado se ahorran aproximadamente 3 metros cúbicos de espacio en los basureros, lo que lleva en muchos casos, a un ahorro en el aspecto económico también.

Con el reciclaje se ahorra un 25% de energía en el proceso de fabricación y por cada tonelada de papel y cartón que se recicla se evita que se talen 20 árboles.

Además, al disminuir la tala de árboles evitamos el calentamiento global ya que cuando los árboles realizan el proceso de la fotosíntesis toman el dióxido de carbono junto con el agua para transformarlo en oxígeno, el dióxido de carbono que se encuentra en las capas inferiores de la atmósfera es transparente a la luz solar pero atrapa la radiación infrarroja como calor y lo irradia a la superficie terrestre produciendo lo que se conoce como efecto invernadero. Los árboles que se talan para la producción de papel son generalmente los más grandes y éstos a su vez son los más necesarios para conservar un hábitat agradable, protegiendo el suelo de la erosión ocasionada por el viento y la lluvia que pueden deformar la capa superficial progresivamente hasta que pierda sus nutrientes y su capacidad de retención de agua, dejando de ser apto para el desarrollo de la vida vegetal y por lo tanto animal. En resumen el impacto socio-económico será:

- Generación de fuentes de empleo en sectores vulnerables.
- Mejor calidad de vida a familias de bajo recursos.
- Disminución de los efectos directos en salud e higiene derivado de la generación de desechos.
- Mejora en el ingreso económico del sector del reciclaje y la industria de papel.
- Disminución del gasto en consumo energético, social y público.





**Imagen N°37.-** Acumulación de papel

#### **6.7.4.6 DETERMINACIÓN DE LOS POTENCIALES IMPACTOS DEL PROYECTO**

En el proyecto que conlleva a la utilización del papel reciclado para la elaboración de mampuestos a emplearse en la construcción, se definen como *Acciones Del Proyecto* a los siguientes términos:

##### **- RECOLECCIÓN**

Para la recolección de papel se lo puede conseguir de tres maneras como son: del relleno sanitario de Ambato, de las plantas recicladoras o de las viviendas, aproximadamente un 20 % de nuestro cubo de basura es papel y cartón. Se tira diariamente al vertedero diez millones de kilos. Con los problemas que empiezan a plantear la ubicación de los vertederos, sería bueno empezar a producir menos residuos.

Es por ello que se debe enfocar en la recolección de la gran cantidad de papel, ya que de esta manera podremos reducir la tala de árboles, así como ahorrar energía y reducir gastos en este aspecto, lo que llevará a un desarrollo sustentable.

Además, la industria del reciclaje de papel ha sufrido cambios dramáticos durante la última década. Anteriormente sólo se obtenían productos de baja calidad a

partir de fibra reciclada, pero con la nueva tecnología, se puede mezclar con fibra nueva, resultando en productos de muy alta calidad.



**Imagen N° 38.-** Recicladora de papel

#### **-TRANSPORTE**

Esta acción producirá la circulación de camiones que lleven el papel a las fábricas de bloques, para lo cual se deberá colocar en sacos cocidos. Se recomienda taparlos si llueve con un plástico para que éstos no se mojen y así tener el papel en buen estado.

#### **-ALMACENAMIENTO**

Es el acopio de los sacos de papel que van a ser utilizados en la fabricación de bloques en un cuarto cerrado con orificios de ventilación para evitar la acumulación de olor en el ambiente.

#### **-PRODUCCIÓN**

Es la fabricación propiamente dicha de los mampuestos, que para efectos de seguridad se deberán mantener los ojos, boca y oídos protegidos.

#### **6.7.4.7 ANÁLISIS FINAL**

La recolección y el reciclaje del papel disminuirán la contaminación visual y ambiental. También se conservarán los árboles por más tiempo al disminuir la tala exagerada, lo que repercutirá en un ahorro económico considerable, pero sobre todo, contribuirá al desarrollo sustentable del país reduciendo el desperdicio de los recursos naturales por lo que se deduce que el proyecto propuesto “El papel reciclado de los desechos sólidos urbanos del cantón Ambato provincia de Tungurahua aplicados en la elaboración de mampuestos de hormigón” es beneficioso principalmente para la economía del hombre, porque al crearse una nueva fuente de trabajo genera empleo; y para el medio ambiente también causa un efecto positivo, ya que mejora su estética al recuperar áreas afectadas y por lo tanto resulta una nueva alternativa de mitigación de impactos que los desechos provocan tanto a la salud del hombre como al medio ambiente.

### **6.8. ADMINISTRACIÓN**

#### **6.8.1 RECURSOS ECONÓMICOS**

Para la ejecución de este proyecto la Empresa Pública Municipal para la Gestión Integral de Desechos Sólidos del cantón Ambato (EPM-Gidsa) firmaron un convenio con la empresa Anspestrid Compañía Limitada, que resultó ganadora dentro del concurso para el procesamiento de desechos sólidos dentro de la ciudad cuyo objetivo es convertir la basura en hormigón, adoquines y bloques para la construcción.

#### **6.8.2 RECURSOS TÉCNICOS**

Para la ejecución será necesaria la presencia de personal capacitado al igual que dentro del trabajo de transformación de desechos estarán tomados en cuenta los mineros catastrados que reciclan dentro del relleno sanitario, cuya mano de obra será indispensable en dicho proyecto.

### **6.8.3 RECURSOS ADMINISTRATIVOS**

La empresa que ejecute el estudio tendrá que dar seguimiento al avance del proyecto, apoyándose en un equipo administrativo que dispongan de logística suficiente como personal y técnicas de construcción, empleando la maquinaria pertinente.

### **6.9 PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN**

La presente investigación servirá como herramienta para innovar el sector constructivo, guiando a los profesionales de la construcción en la fabricación de este tipo de material; luego como se ha demostrado en este trabajo de investigación ofrece una variedad de ventajas como ligereza, economía con lo que se optimizan los recursos y se mejora la calidad del entorno natural además los bloques desarrollados con papel reciclado son una alternativa posible para la ejecución de cerramientos de construcciones, más ecológicos y livianos, su resistencia mecánica es menor, pero suficiente para cumplir la función de construir mampostería.

## **C.MATERIALES DE REFERENCIA**

### **BIBLIOGRAFÍA**

1. MOPT (1992). Residuos sólidos urbanos.
2. Isabel Herráez y colaboradores (1989). Residuos urbanos y medio ambiente
3. Norma ASTM C31, Probetas de concreto
4. Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1573:1990, Hormigones. Determinación de la resistencia a la compresión.
5. SIERRA C. 2009 “Tipos de mampostería y su incidencia en el costo de construcción de una vivienda unifamiliar de dos plantas en la ciudad de Ambato” UTA.

### **WEBGRAFIA**

1. Wikipedia, "Construcción", <http://es.wikipedia.org/wiki/Construcci%C3%B3n>  
[http://www.prolyte.com/documents/pdfbrochures/blackbook\\_es.pdf](http://www.prolyte.com/documents/pdfbrochures/blackbook_es.pdf)
2. <http://www.tecnun.es/asignaturas/Ecologia/Hipertexto/13Residu/110ReSolUrb.htm>  
<http://www.tecnun.es/asignaturas/Ecologia/Hipertexto/13Residu/110ReSolUrb.htm>
3. <http://es.wikipedia.org/wiki/Papel>
4. <http://es.wikipedia.org/wiki/Hormig%C3%B3n>
5. <http://www.eldiario.com.ec/noticias-manabi-ecuador/10819-el-papel-reciclado-e-convierte-en-ladrillo/>
6. [http://es.wikipedia.org/wiki/Reciclaje\\_de\\_papel](http://es.wikipedia.org/wiki/Reciclaje_de_papel)
7. <http://documentos.dicym.uson.mx/resp2008/acreditacion%20civil%202008/5.%20proceso%20de%20ense%C3%B1anza%20aprendizaje/5.1/archivos%20en%20PDF/UNI-IT-CO-06%20ELABORACION%20Y%20CURADO%20DE%20ESPECIMENES%20DE%20CONCRETO.pdf>
8. <http://es.scribd.com/doc/48005996/elaboracion-de-cilindros-de-concreto>
9. <http://www.slideshare.net/iific/concreto-reciclado>
10. <http://www.scielo.cl/pdf/infotec/v18n3/art10.pdf>
11. <http://www.iccyc.com/pagecreator/paginas/userFiles/manualbloquesconcreto.pdf>

**ANEXOS**

**ANEXO N°1-**

**IMÁGENES DE LOS ENSAYOS**

**ENSAYO DE GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO GRUESO**



**ENSAYO DE GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO FINO**



**DENSIDAD SUELTA Y COMPACTADA DEL AGREGADO GRUESO Y FINO**





**ENSAYO PESO UNITARIO ÓPTIMO Y PORCENTAJE ÓPTIMO DE  
ARENA EN LA MEZCLA**



**ENSAYO DENSIDAD REAL DEL AGREGADO FINO**





**ANEXO N°2-**

**IMÁGENES DE LA ELABORACIÓN DE LOS CILINDROS DE HORMIGÓN Y LOS ENSAYOS DE RESISTENCIA**





**ANEXO N°3-****CUADRO DE RESISTENCIA DEL HORMIGÓN DE CEMENTO PORTLAND  
EN DÍAS DE CURADO****UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO****FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA****LABORATORIO DE MATERIALES****ENSAYO DE COMPRESIÓN DE CILINDROS**

<b>RESISTENCIA DEL HORMIGON DE CEMENTO PORTLAND EN DIAS DE CURADO</b>									
<b>Días</b>	<b>Resistencia</b>	<b>140</b>	<b>180</b>	<b>210</b>	<b>240</b>	<b>250</b>	<b>280</b>	<b>300</b>	<b>350</b>
3	30.00%	42	54	63	72	75	84	90	105
4	38.00%	53	68	80	91	95	106	114	133
5	46.00%	64	83	97	110	115	129	138	161
6	54.00%	76	97	113	130	135	151	162	189
7	60.00%	84	108	126	144	150	168	180	210
8	62.00%	87	112	130	149	155	174	186	217
9	65.00%	91	117	137	156	163	182	195	228
10	68.00%	95	122	143	163	170	190	204	238
11	70.00%	98	126	147	168	175	196	210	245
12	74.00%	104	133	155	178	185	207	222	259
13	75.00%	105	135	158	180	188	210	225	263
14	77.00%	108	139	162	185	193	216	231	270
15	80.00%	112	144	168	192	200	224	240	280
16	81.00%	113	146	170	194	203	227	243	284
17	83.00%	116	149	174	199	208	232	249	291
18	85.00%	119	153	179	204	213	238	255	298
19	87.00%	122	157	183	209	218	244	261	305
20	89.00%	125	160	187	214	223	249	267	312
21	90.00%	126	162	189	216	225	252	270	315
22	92.00%	129	166	193	221	230	258	276	322
23	93.00%	130	167	195	223	233	260	279	326
24	96.00%	134	173	202	230	240	269	288	336
25	97.00%	136	175	204	233	243	272	291	340
26	98.00%	137	176	206	235	245	274	294	343
27	99.00%	139	178	208	238	248	277	297	347
28	100.00%	140	180	210	240	250	280	300	350
más de 28	100.00%	140	180	210	240	250	280	300	350

**ANEXO N° 4.-**

**ANALISIS DE PRECIO UNITARIO**

RUBRO : Bloque de hormigón

UNIDAD: u

ITEM : 1

FECHA : Enero 2013

ESPECIFICACIONES:

<i>EQUIPO DESCRIPCION</i>		<i>CANT</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>REND.</i>	<i>COSTO</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.						0,02
Máquina vibrocompactadora		1,00	3,00	3,00	0,040	0,12
						=====
<b>SUBTOTAL M</b>						0,14
<i>MANO DE OBRA DESCRIPCION</i>		<i>CANT</i>	<i>JORNAL/HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>REND.</i>	<i>COSTO</i>
Peón	EO E2	3,00	2,78	8,34	0,040	0,33
						=====
<b>SUBTOTAL N</b>						0,33
<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>			<i>UNIDAD</i>	<i>CANT.</i>	<i>PRECIO UNIT.</i>	<i>COSTO</i>
Agua			m3	0,220	0,15	0,03
Arena			m3	0,001	10,00	0,01
Cemento Portland			kg	0,480	0,15	0,07
Ripio			m3	0,004	10,00	0,04
<b>SUBTOTAL O</b>						0,15
<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>			<i>UNIDAD</i>	<i>CANT.</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO</i>
						=====
<b>SUBTOTAL P</b>						0,00
			<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>			0,62
			<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES(%)</b>		30,00	0,19
			<b>OTROS INDIRECTOS(%)</b>			0,00
			<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>			0,81
			<b>VALOR UNITARIO</b>			<b>0,81</b>

SON: OCHENTA Y UN  
CENTAVOS DE DÓLAR

REALIZADO:  
MYRIAM P. AMORES S.

## ANEXO N° 5.-

### ANALISIS DE PRECIO UNITARIO BLOQUE

RUBRO : Bloque de hormigón con incorporación de papel

UNIDAD: u

ITEM : 2

FECHA : Enero 2013

ESPECIFICACIONES:

<i>EQUIPO DESCRIPCION</i>		<i>CANT.</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>REND.</i>	<i>COSTO</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.						0,02
Máquina vibrocompactadora		1,00	3,00	3,00	0,040	0,12
						=====
<b>SUBTOTAL M</b>						0,14
<i>MANO DE OBRADSCRIPCION</i>		<i>CANT.</i>	<i>JORNAL/HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>REND.</i>	<i>COSTO</i>
Peón	EO E2	3,00	2,78	8,34	0,040	0,33
						=====
<b>SUBTOTAL N</b>						0,33
<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>			<i>UNIDAD</i>	<i>CANT.</i>	<i>PRECIO UNIT.</i>	<i>COSTO</i>
Agua			m3	0,220	0,15	0,03
Arena			m3	0,001	10,00	0,01
Cemento Portland			kg	0,480	0,15	0,07
Ripio			m3	0,002	10,00	0,02
Papel			kg	0,002	5,00	0,01
						=====
<b>SUBTOTAL O</b>						0,14
<i>TRANSPORTEDESCRIPCION</i>			<i>UNIDAD</i>	<i>CANT.</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO</i>
						=====
<b>SUBTOTAL P</b>						0,00
				<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>		0,61
				<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES(%)</b>	30,00	0,18
				<b>OTROS INDIRECTOS(%)</b>		0,00
				<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>		0,79
				<b>VALOR UNITARIO</b>		<b>0,79</b>

SON: SETENTA Y NUEVE  
CENTAVOS DE DÓLAR

REALIZADO:  
MYRIAM P. AMORES S.

# La Hora Nacional

LO QUE NECESITAS SABER

INICIO DEPORTES OPINIÓN VIDA SOCIAL PAIS SOCIEDAD MUNDO SERVICIOS ECONOMÍA PORTADAS

## NOTICIAS TUNGURAHUA

### Planta procesadora de basura para Ambato

1

**Miércoles, 24 de Octubre de 2012**



**Proyecciones.** Peter Strzyga, gerente de Anpestrid, firmó el convenio de asociación.

**Detalles**  
Beneficios directos

- >Mejoramiento de la calidad de vida de los ambateños.
- >Aprovechamiento de tecnología sustentable mediante generación de energía eléctrica limpia, biogas, eco fertilizantes y concreto.
- >Beneficio directo para 450 personas mediante la generación de más de 90 fuentes de trabajo.
- >Ingresos constantes para la empresa Gidsa.

**Dato**  
La maquinaria que se implementará llegará desde Canadá.

Con el propósito de poner fin a los problemas ambientales, representantes de la Empresa Pública Municipal para la Gestión Integral de Desechos Sólidos del cantón Ambato (EPM-Gidsa), firmaron ayer el convenio de Asociación y Alianza Estratégica con la empresa Anpestrid Compañía Limitada, que resultó ganadora dentro del concurso para el procesamiento de desechos sólidos dentro de la ciudad, cuyo funcionamiento iniciará desde agosto de 2013.

María de Lourdes Llerena, gerente del Gidsa, señaló que con el proyecto se reduce la contaminación del suelo, aire y agua, debido a que se dejaría de utilizar el actual relleno sanitario.

Con el convenio, Ambato es la primera ciudad dentro de Latinoamérica, que implementa este tipo de tecnología, cuyo objetivo es convertir la basura en hormigón, adoquines y bloques para la construcción.

Peter Strzyga, gerente de la empresa ganadora, señaló que el negocio funcionará gracias a las estrategias aplicadas en otros países que han confiado en el trabajo serio del organismo, conformado por ecuatorianos y canadienses.

Dentro del trabajo de transformación de desechos estarán tomados en cuenta los mineros catastrados que reciclan dentro del relleno sanitario, cuya mano de obra será indispensable en este nuevo proyecto.

Strzyga, agregó que el equipamiento que se necesita para implementar la planta procesadora tiene una inversión de 9.6 millones de dólares, pero garantiza una utilidad anual considerable para el Gidsa.

Con la aplicación del nuevo sistema, el Municipio de Ambato dejará de invertir en el relleno alrededor de 450 mil dólares, cantidad que según Fernando Callejas, alcalde de Ambato que estuvo durante la firma; será beneficioso ya que ese dinero se podrá invertir en otras obras "Esto será una labor importante a la que se debe apoyar, porque beneficia a los ambateños y sobre todo al medio ambiente. Vamos a seguir adelante trabajando por el bienestar social", comentó el burgomaestre.

**Tratamiento y ubicación**

De las 230 toneladas de basura que llegan diariamente al relleno, el 25.27 por ciento son desechos reciclables y el 74.73 por ciento se lo dirigirá al proceso de reducción de productos bio degradables.

Las áreas administrativa y de bodegas se ubicarán en la plataforma alta del área recuperada del Relleno Sanitario, mientras que la maquinaria de la planta se instalará en un terreno de 5 mil metros cuadrados que adquirió Anpestrid, junto al área recuperada.

**Información de empresa**

Anpestrid, es una empresa ecuatoriana, con socios canadienses, quienes se dedican al diseño, construcción, administración y control de proyectos arquitectónicos y de ingeniería; además del reciclaje, producción y tratamiento de desechos sólidos.

Su experiencia va desde hace 30 años en la implementación de procesadores de desechos sólidos municipales, limpieza del medio ambiente, control de derrames petroleros y producción de energía en países como Canadá, Estados Unidos, China y ahora en Ambato.