

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA



CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO CIVIL**

Tema:

“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN TRADICIONAL, CON HORMIGÓN ADICIONADO CON CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ (CCA) Y HORMIGÓN ADICIONADO CON CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR (CBC).”

AUTOR: Oscar Vinicio Coyasamin Maldonado.

TUTOR: Ing. Mg. Carlos Navarro

Ambato – Ecuador

2016

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Yo, Ing. Mg. Carlos Navarro, certifico que el presente trabajo bajo el tema: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN TRADICIONAL, CON HORMIGÓN ADICIONADO CON CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ (CCA) Y HORMIGÓN ADICIONADO CON CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR (CBC), es de autoría del Sr. Oscar Vinicio Coyasamin Maldonado, el mismo que ha sido realizado bajo mi supervisión y tutoría.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

Junio, 2016

Ing. Mg. Carlos Navarro

AUTORÍA DEL TRABAJO

Yo, Oscar Vinicio Coyasamin Maldonado con C.I: 172479723-6, egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, certifico por medio de la presente que el trabajo con el tema: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN TRADICIONAL, CON HORMIGÓN ADICIONADO CON CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ (CCA) Y HORMIGÓN ADICIONADO CON CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR (CBC), es de mi completa autoría y fue realizado en el período Noviembre 2015 – Junio 2016.

Junio, 2016

Egdo. Oscar Vinicio Coyasamin Maldonado.

DERECHOS DEL AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este proyecto de investigación o parte de ello un documento disponible para su lectura, consulta y proceso de investigación.

Cedo los derechos en línea patrimonial de mi proyecto con fines de difusión pública además apruebo la reproducción del mismo, dentro de las regularidades de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Junio, 2016

Egdo. Oscar Vinicio Coyasamin Maldonado.

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Los miembros del tribunal examinador aprueban el informe de investigación, sobre el tema: “ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN TRADICIONAL, CON HORMIGÓN ADICIONADO CON CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ (CCA) Y HORMIGÓN ADICIONADO CON CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR (CBC)”, del egresado Oscar Vinicio Coyasamin Maldonado, de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Para constancia firman.

Ing. Mg. Diego Chérrez Gavilanes.

Ing. Mg. Galo Núñez.

DEDICATORIA

A Dios.

Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mi madre Nancy.

Por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su eterno amor.

A mi padre Eduardo.

Por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan y que me ha infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante y por su amor.

A mis Hermanas.

Gissela y Maira Coyasamin, por estar conmigo y apoyarme siempre, las amo mucho.

A mis Abuelos.

Blanca Cadpata (+), Félix Maldonado, Edelina Quishpe y José Coyasamin (+), por quererme y apoyarme siempre, esto también se lo debo a ustedes.

A mis familiares.

A mis tíos: Antonio, Luis, Jaime, Mercedes, Ángel (+), Juan, María e Hilda y a todos mis primos, primas aquellos que participaron directa o indirectamente en la elaboración de esta tesis. ¡Gracias a ustedes!

A mis amigos.

Que nos apoyamos mutuamente en nuestra formación profesional y en la realización del proyecto experimental.

Finalmente a los Maestros

Aquellos que marcaron cada etapa de nuestro camino universitario, y que me ayudaron en asesorías y dudas presentadas en la elaboración de la tesis.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar quiero agradecer a mi Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi vida y carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo felicidad. Le doy gracias a mis padres Eduardo y Nancy por apoyarme en todo momento, por los valores que me han inculcado, sobre todo por ser un excelente ejemplo de vida a seguir. A mis hermanas Gissela y Maira por el amor brindado ya que son mi motivación y apoyo en el transcurso de mi vida, a mi novia María que fue mi apoyo incondicional en esta bella ciudad, gracias por el amor brindado y cariño otorgado a cada momento y a su familia de igual manera. A mi tutor Ing. Carlos Navarro que me apoyo y me ayudo siempre en la realización de mi proyecto de graduación. Al Ingeniero Francisco Pazmiño por brindarme una gran oportunidad de trabajo para poner en práctica lo aprendido en el transcurso de la carrera.; A la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, que me supo abrir sus puertas para poder alcanzar esta meta, y a toda mi familia, compañeros y amigos que me supieron apoyar en el transcurso de mis estudios.

ÍNDICE GENERAL

PÁGINAS PRELIMINARES.

| | |
|---|-------------|
| PORTADA | I |
| CERTIFICACIÓN DEL TUTOR..... | II |
| AUTORÍA DEL TRABAJO..... | III |
| DERECHOS DEL AUTOR..... | IV |
| APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO | V |
| DEDICATORIA | VI |
| AGRADECIMIENTO..... | VII |
| ÍNDICE GENERAL..... | VIII |
| ÍNDICE DE IMÁGENES, TABLAS Y FOTOGRAFÍAS. | XI |
| RESUMEN EJECUTIVO..... | XV |
| CAPÍTULO I. | 1 |
| ANTECEDENTES | 1 |
| 1.1 TEMA DEL TRABAJO EXPERIMENTAL. | 1 |
| 1.2 ANTECEDENTES. | 1 |
| 1.3 JUSTIFICACIÓN..... | 2 |
| 1.4 OBJETIVOS..... | 4 |
| 1.4.1 OBJETIVO GENERAL: | 4 |
| 1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS: | 4 |
| CAPÍTULO II..... | 5 |
| FUNDAMENTACIÓN..... | 5 |
| 2.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA. | 5 |
| 2.1.1 AGREGADOS..... | 6 |
| 2.1.1.1 AGREGADO GRUESO. | 6 |
| 2.1.1.2 AGREGADO FINO..... | 7 |

| | |
|--|----|
| 2.1.1.3 CLASIFICACIÓN SEGÚN EL TAMAÑO DE PARTÍCULAS DE ARENA. | 7 |
| 2.1.2 PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL AGREGADO GRUESO Y DEL AGREGADO FINO. | 8 |
| 2.1.2.1 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO GRUESO Y AGREGADO FINO. | 8 |
| 2.1.2.2 TAMAÑOS DE LOS TAMICES INEN 872 Y SUS EQUIVALENCIAS CON LA NORMA A.S.T.M. E11. | 8 |
| 2.1.2.3 CURVA GRANULOMÉTRICA. | 9 |
| 2.1.2.4 REQUISITOS GRANULOMÉTRICOS PARA AGREGADOS GRUESOS (NORMA INEN 872). | 9 |
| 2.1.2.5 REQUISITOS GRANULOMÉTRICOS PARA AGREGADOS FINOS (NORMA INEN 872). | 9 |
| 2.1.2.6 MÓDULO DE FINURA DEL AGREGADO FINO. | 10 |
| 2.1.2.7 TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO AGREGADO GRUESO. | 10 |
| 2.1.3 PESO UNITARIO SUELTO. | 10 |
| 2.1.4 PESO UNITARIO COMPACTADO. | 10 |
| 2.1.5 PESO ESPECÍFICO Y CAPACIDAD DE ABSORCIÓN (AGREGADO GRUESO Y AGREGADO FINO NORMAS INEN 856 Y 857). | 10 |
| 2.1.6 CONTENIDO DE HUMEDAD (AGREGADO GRUESO Y AGREGADO FINO – NORMA INEN 862). | 11 |
| 2.1.7 MATERIALES CEMENTANTES. | 11 |
| 2.1.7.1 CEMENTOS. | 11 |
| 2.1.7.2 CEMENTOS PÓRTLAND. | 11 |
| 2.1.7.3 CLASIFICACIÓN. TIPO, NOMBRE Y APLICACIÓN. | 11 |
| 2.1.7.4 CEMENTOS HIDRÁULICOS MEZCLADOS. | 12 |
| 2.1.7.5 CEMENTOS ESPECIALES. | 12 |
| 2.1.7.6 OTROS TIPOS DE CEMENTO. | 12 |
| 2.1.8 EL AGUA. | 13 |
| 2.1.8.1 AGUA DE MEZCLADO. | 13 |
| 2.1.8.2 CALIDAD DEL AGUA. | 13 |
| 2.1.9 RELACIÓN AGUA / CEMENTO. | 13 |
| 2.1.10 TRABAJABILIDAD Y FLUIDEZ. | 14 |
| 2.1.11 AGENTE DE CURADO. | 14 |

| | |
|--|-----------|
| 2.1.12 MEDIDA DE LA CONSISTENCIA | 14 |
| 2.1.13 MÉTODO DE DOSIFICACIÓN DE ÚLTIMA RESISTENCIA. | 16 |
| 2.1.13.1 FALLAS DE LOS HORMIGONES ENSAYADOS A COMPRESIÓN.... | 16 |
| 2.1.14 LA PUZOLANA | 17 |
| 2.1.14.1 PUZOLANAS ARTIFICIALES | 18 |
| 2.1.14.2 PUZOLANAS UTILIZADAS EN LA INVESTIGACIÓN..... | 19 |
| 2.1.14.2.1 PRODUCCIÓN DEL ARROZ. | 20 |
| 2.1.14.2.2 COMERCIALIZACIÓN | 20 |
| 2.1.14.3 LOCALIZACIÓN: LOS RIOS, QUEVEDO, SAN CARLOS | 21 |
| 2.1.14.3.1 CLIMA | 22 |
| 2.1.14.3.2 ECONOMÍA | 22 |
| 2.1.14.4 PRODUCCIÓN DE LA CAÑA DE AZUCAR. | 22 |
| 2.1.14.4.1 USOS..... | 22 |
| 2.1.14.4.2 CULTIVO | 23 |
| 2.1.14.4.3 PROCESO INDUSTRIAL..... | 23 |
| 2.1.14.5 LOCALIZACIÓN: GUAYAS, EL TRIUNFO. | 24 |
| 2.2 HIPÓTESIS. | 25 |
| 2.3 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES DE LA HIPÓTESIS. | 25 |
| 2.3.1. VARIABLE DEPENDIENTE. | 25 |
| 2.3.2. VARIABLE INDEPENDIENTE. | 25 |
| CAPÍTULO III. | 26 |
| METODOLOGÍA..... | 26 |
| 3.1 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN. | 26 |
| 3.1.1 TIPOS DE NIVEL..... | 26 |
| 3.1.1.1 INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA. | 26 |
| 3.1.1.2 INVESTIGACIÓN DE CAMPO. | 26 |
| 3.1.1.3 INVESTIGACIÓN DE LABORATORIO..... | 26 |
| 3.1.2 TIPOS DE INVESTIGACION..... | 26 |
| 3.1.2.1 EXPLORATORIO. | 26 |
| 3.1.2.2 DESCRIPTIVO..... | 27 |
| 3.1.2.3 EXPLICATIVO. | 27 |
| 3.1.2.4 EXPERIMENTAL | 27 |

| | |
|--|-----------|
| 3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA..... | 27 |
| 3.2.1 POBLACIÓN..... | 27 |
| 3.2.2 MUESTRA..... | 28 |
| 3.3 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES..... | 28 |
| HIPÓTESIS | 28 |
| 3.3.1 VARIABLE DEPENDIENTE | 28 |
| 3.3.2 VARIABLE INDEPENDIENTE | 29 |
| 3.4 PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN..... | 30 |
| 3.5 PLAN PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS..... | 32 |
| CAPÍTULO IV..... | 33 |
| ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS | 33 |
| 4.1 RECOLECCIÓN DE DATOS..... | 33 |
| 4.2 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS..... | 59 |
| 4.3 VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS..... | 69 |
| CAPÍTULO V..... | 70 |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 70 |
| 5.1 CONCLUSIONES..... | 70 |
| 5.2 RECOMENDACIONES..... | 71 |
| BIBLIOGRAFÍA | 72 |
| ANEXOS..... | 74 |

ÍNDICE DE IMÁGENES, TABLAS Y FOTOGRAFÍAS.

IMÁGENES.

| | |
|---|----|
| Imagen 1. Agregado Grueso (Ripio Triturado)..... | 6 |
| Imagen 2. Agregado Fino (Arena)..... | 7 |
| Imagen 3. Colocación del cono de Abrams para la realización del ensayo..... | 14 |
| Imagen 4. Medición del asentamiento de la mezcla..... | 15 |

| | |
|---|----|
| Imagen 5. Nomenclatura de los ensayos para realizar el hormigón. | 16 |
| Imagen 6. Tipos de fallas del hormigón. | 17 |
| Imagen 7. Clasificación de las puzolanas. | 18 |
| Imagen 8. Porcentaje de la Producción de Arroz. | 20 |
| Imagen 9. Ranking de países Productores de Arroz. | 21 |
| Imagen 10. Ubicación de la producción del Arroz. | 21 |
| Imagen 11. Secado y Recolección de Arroz. | 22 |
| Imagen 12. Proceso para extraer el jugo de la caña de azúcar. | 23 |
| Imagen 13. Recolección de caña después del cultivo. | 23 |
| Imagen 14. Ubicación de la producción de la caña de azúcar. | 24 |
| Imagen 15. Gráfica de resistencias de los cilindros a las diferentes edades. | 60 |
| Imagen 16. Gráfica de resistencia de un hormigón normal con un hormigón con CCA. | 61 |
| Imagen 17. Gráfica de resistencia de un hormigón normal con un hormigón con CBC. | 62 |
| Imagen 18. Plano de bodega distribución y cimentación. | 67 |
| Imagen 19. Vista de plintos, cadenas, vigas y losa. | 68 |

TABLAS.

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Clasificación de las arenas según el tamaño de partículas. | 7 |
| Tabla 2. Tamaños de los tamices INEN 872 y sus equivalencias con la norma A.S.T.M. E11 | 8 |
| Tabla 3. Requisitos granulométricos para agregados gruesos (Norma INEN 872). | 9 |
| Tabla 4. Requisitos granulométricos para agregados finos (Norma INEN 872). | 9 |
| Tabla 5. Resistencia con sus determinados factores para la dosificación. | 16 |
| Tabla 6. Cuadro de la Variable Dependiente. | 29 |
| Tabla 7. Cuadro de la Variable Independiente. | 30 |
| Tabla 8. Recolección de Información. | 30 |
| Tabla 9. Cuadro de Preguntas para la Recolección de Información. | 31 |
| Tabla 10. Cuadro de Técnicas e Instrumento. | 31 |
| Tabla 11. Análisis Granulométrico del Agregado Grueso. | 34 |
| Tabla 12. Análisis Granulométrico del Agregado Fino. | 35 |
| Tabla 13. Densidad Aparente Compactada del Agregado Fino y Grueso. | 36 |
| Tabla 14. Densidad Aparente Compactada de la Mezcla. | 37 |
| Tabla 15. Densidad Real y Capacidad de Absorción del Agregado Grueso. | 38 |
| Tabla 16. Densidad Real y Capacidad de Absorción del Agregado Fino. | 39 |

| | |
|--|----|
| Tabla 17. Densidad Real del Cemento. | 40 |
| Tabla 18. Dosificación del Hormigón. | 41 |
| Tabla 19. Densidad Real y Capacidad de Absorción de la Ceniza de Cascarilla de Arroz. | 42 |
| Tabla 20. Densidad Real y Capacidad de Absorción de la Ceniza de Bagazo de Caña. 43 | |
| Tabla 21. Cantidad de Probetas a realizar. | 44 |
| Tabla 22. Dosificación con el 15% de sustitución del cemento. | 45 |
| Tabla 23. Dosificación con el 30% de sustitución del cemento. | 46 |
| Tabla 24. Densidad Media de los Cilindros. | 47 |
| Tabla 25. Resistencia del Hormigón Normal a los 28 días para la Dosificación. | 48 |
| Tabla 26. Resistencia del Hormigón Normal a los 14 días. | 49 |
| Tabla 27. Resistencia del Hormigón Normal a los 28 días. | 50 |
| Tabla 28. Resistencia del Hormigón con CCA a los 14 días con el 15%. | 51 |
| Tabla 29. Resistencia del Hormigón con CCA a los 14 días con el 30%. | 52 |
| Tabla 30. Resistencia del Hormigón con CCA a los 28 días con el 15%. | 53 |
| Tabla 31. Resistencia del Hormigón con CCA a los 28 días con el 30%. | 54 |
| Tabla 32. Resistencia del Hormigón con CBC a los 14 días con el 15%. | 55 |
| Tabla 33. Resistencia del Hormigón con CBC a los 14 días con el 30%. | 56 |
| Tabla 34. Resistencia del Hormigón con CBC a los 28 días con el 15%. | 57 |
| Tabla 35. Resistencia del Hormigón con CBC a los 28 días con el 30%. | 58 |
| Tabla 36. Comparación de Resistencia de los cilindros a las diferentes edades. | 59 |
| Tabla 37. Rubro del Hormigón Normal. | 64 |
| Tabla 38. Rubro del Hormigón con ceniza de cascarilla de arroz. | 65 |
| Tabla 39. Rubro del Hormigón con ceniza de bagazo de caña de azúcar. | 66 |
| Tabla 40. Resumen del hormigón a utilizar. | 68 |
| Tabla 41. Cuadro de comparación Costo - Beneficio. | 69 |

FOTOGRAFÍAS.

| | |
|---|----|
| Fotografía N° 1. Agregado Fino. | 74 |
| Fotografía N° 2. Agregado Grueso. | 74 |
| Fotografía N° 3. Juego de Tamices para la Granulometría. | 74 |
| Fotografía N° 4. Peso retenido en cada tamiz. | 74 |
| Fotografía N° 5. Juego de Tamices. | 74 |
| Fotografía N° 6. Ensayo Densidad Estado Saturado. | 74 |

| | |
|--|----|
| Fotografía N° 7. Materiales para el ensayo. | 74 |
| Fotografía N° 8. Peso del Resipiente..... | 75 |
| Fotografía N° 9. Mezcla de los Agregados. | 75 |
| Fotografía N° 10. Peso de la canastilla sumergida. | 75 |
| Fotografía N° 11. Peso de la canastilla..... | 75 |
| Fotografía N° 12. Peso del Picnómetro + Cemento. | 75 |
| Fotografía N° 13. Picnómetro+Cemento+Gasolina | 75 |
| Fotografía N° 14. Ensayo de cono de Abrams. | 75 |
| Fotografía N° 15. Compactación del Cilindro..... | 75 |
| Fotografía N° 16. Enrazado del Cilindro..... | 75 |
| Fotografía N° 17. Cilindro terminado. | 75 |
| Fotografía N° 18. Ceniza molida y tamizada | 75 |
| Fotografía N° 19. Ceniza del bagazo..... | 75 |
| Fotografía N° 20. Cascarilla de Arroz..... | 75 |
| Fotografía N° 21. Quemado de la CCA..... | 75 |
| Fotografía N° 22. Resistencia Obtenida. | 75 |
| Fotografía N° 23. Rotura y falla del cilindro..... | 75 |
| Fotografía N° 24. Resistencia y falla del Cilindro. | 75 |
| Fotografía N° 25. Resistencia del Cilindro..... | 75 |

RESUMEN EJECUTIVO

El presente proyecto se realizó con dos materiales alternativos que podrán sustituir al cemento en mezclas de hormigones. Se implementó dos materiales de desecho agrícola en cada una de las mezclas, sin afectar las propiedades mecánicas de un hormigón tradicional o común para obtener un hormigón de mayor resistencia a la compresión, y que sea más resistente a los ataques de los sulfatos.

Los materiales con los que se trabajó en este proyecto experimental son: la ceniza de cascarilla de arroz (CCA), y la ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBC), obteniendo buenos resultados sustituyendo parcialmente el cemento por las cenizas. La investigación consistió en realizar sustituciones parciales de cemento con los dos nuevos materiales de desecho agrícola, en porcentajes como lo son: 15% y el 30% en mezclas para hormigones, los cuales se comprobó su resistencia a la compresión a las edades de los 14 y 28 días.

La mezcla que se aproximó más a la resistencia establecida para un hormigón común de 240kg/cm² cuando trabaja con el 15% de la sustitución parcial del cemento por las dos cenizas, los resultados son favorables ya que se obtiene una resistencia mayor a la establecida y con el 30% se obtiene una resistencia igual o de mayor valor en un 2% que la del hormigón normal.

CAPÍTULO I.

ANTECEDENTES

1.1 TEMA DEL TRABAJO EXPERIMENTAL.

Análisis comparativo de la resistencia a compresión del hormigón tradicional, con hormigón adicionado con cenizas de cáscara de arroz (CCA) y hormigón adicionado con cenizas de bagazo de caña de azúcar (CBC).

1.2 ANTECEDENTES.

Es comprendido que el empleo de adiciones minerales activas en la elaboración de hormigones le brinda a estos conglomerados de cemento portland una serie de beneficios tales como: control del calor de hidratación, menor permeabilidad y como consecuencia mejoras en la durabilidad del hormigón, mayor compacidad, mayor resistencia, etc. que permiten ampliar el campo de su aplicación.

Una de las adiciones principales de estudio en los últimos años, es la ceniza de cáscara de arroz y la ceniza de bagazo de caña de azúcar. La cáscara de arroz es un material altamente silícico igual que el bagazo de caña de azúcar, que después de una combustión controlada y en un determinado tiempo proporciona una ceniza con contenido de sílice que le hace un material puzolánico. La temperatura y tiempo de quemado es determinante y variable para los dos materiales y en las condiciones en las que se encuentre, para la obtención de sílice en estado activo o no.

Una de las cenizas constituye un subproducto de la industria arrocerera que proviene de la quema de la cáscara de arroz que es desechada pero utilizada como fuente de energía para el secado de los granos, y para la ceniza de bagazo de caña de azúcar constituye un subproducto de la industria azucarera que proviene de la quema del bagazo de la caña de azúcar, utilizada como fuente de energía para el funcionamiento del sistema automático de alguna empresa azucarera.

En la región costa, donde el cultivo de arroz y de la caña de azúcar constituye una de las más grandes bases de la economía regional y nacional, se dispondría de materia prima suficiente, accesible y de bajo costo para la utilización en la industria constructiva.

1.3 JUSTIFICACIÓN.

El desarrollo de nuevos materiales de construcción ha empezado a tener una acogida en los últimos años en varios países del mundo, esto se debe en parte a que la producción de materiales tradicionales genera un impacto ecológico negativo, las grandes cantidades de recursos energéticos requeridas para obtenerlos son generalmente irre recuperables, además de las emisiones generadas en sus procesos de producción. [1]

Esto ha llevado a buscar nuevas fuentes que puedan llegar a reemplazar o formar parte de ciertos materiales, tal es el caso de los subproductos industriales y agrícolas, que generalmente son producidos en varios países y representan un derecho de la producción de distintos productos.

Los desechos agrícolas principales son la cascarilla de arroz y el bagazo de caña de azúcar ya que su producción es alta y eso votan en lugares apartados de la ciudad, pocas son las empresas que ocupan para producir energía con la quema de los mismos y así hagan funcionar las grandes máquinas, si ocupamos estos productos en la zona constructora del país ayudaríamos en gran parte al reciclaje del desecho agrícola ya que lo utilizaríamos como un componente más para los hormigones. [1]

La industria de la construcción se ha desarrollado gracias al cemento portland, ya que con éste se produce el concreto, que es el principal material de construcción utilizado hoy en día, gracias a sus propiedades de trabajabilidad, cohesividad, resistencia y durabilidad, aunado con el acero lo convierte en un excelente material para el desarrollo de infraestructura. [3]

Se ha demostrado en diversas investigaciones que a partir de diferentes tipos de puzolanas se logran incrementar las propiedades mecánicas del concreto además de incrementar su durabilidad por medio de la reducción de los poros que contiene. [4]

Actualmente hay subproductos industriales o agrícolas como la ceniza de cáscara de arroz que ha sido ampliamente utilizada como material puzolánico en el concreto. Su utilización no solo mejora las propiedades del concreto, sino que también ayuda a preservar el ambiente. [2]

Estos materiales puzolánicos pueden mejorar tanto la resistencia como también la durabilidad del concreto cuando son utilizadas como mezclas minerales en concretos de alta resistencia. Esto es debido a que el hidróxido de calcio producido por la hidratación del cemento reacciona con la puzolana. [3]

En el Ecuador no hay suficientes estudios realizados de los hormigones con materiales alternativos para su implementación en el mercado constructivo, por la falta de conocimientos y la duda de cómo se comportarán en una construcción de alguna edificación, si durará con su periodo de vida que debe ser mínimo unos 50 años, y sobre todo las tradiciones constructivas de los ingenieros y maestros de obra, que se rigen solo a lo tradicional que es el hormigón común utilizado normalmente para todo tipo de construcción.

En la provincia de Tungurahua no existen estudios sobre hormigones con materiales alternativos como es la cañiza de cascara de arroz y la ceniza de bagazo de caña de azúcar, para la realización o fabricación de hormigones, ya que no les da importancia investigar nuevos materiales para utilizar en los hormigones, por lo que están regidos a lo tradicional, las fabricadoras de hormigón de la provincia no hacen mención en implementar estos materiales en sus productos constructivos, ya que son materiales producidos en la costa ecuatoriana y su transporte les saldría demasiado costoso y con el proceso de quemado.

1.4 OBJETIVOS.

1.4.1 Objetivo General:

Diseñar un hormigón por medio de la inclusión de materiales con características puzolánicas, como material alternativo del cemento portland.

1.4.2 Objetivos Específicos:

- Evaluar la resistencia del hormigón al realizar adiciones con cenizas de cascara de arroz y cenizas de bagazo de caña de azúcar.

- Realizar un análisis comparativo de la resistencia a compresión en hormigones con los materiales propuestos.

- Realizar un análisis comparativo costo – beneficio de los hormigones realizados con las nuevas adiciones.

CAPÍTULO II.

FUNDAMENTACIÓN

2.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

A nivel mundial, el concreto es el material más utilizado en la construcción, y a menos que haya una revolución en los materiales de construcción, seguirá siéndolo; gran parte de la infraestructura de los países de todo el mundo está elaborada con él, por lo que su conocimiento y tecnología son básicos para el ingeniero civil encargado de alguna etapa del proceso constructivo. Es un tema con implicaciones socio-económicas. Es importante resaltar que hoy en día las construcciones mundiales están requiriendo aún más exigencias del tipo de durabilidad. [4]

El concreto se define como una mezcla de: cemento, agregados gruesos y finos (inertes) y agua, la cual se endurece después de cierto tiempo mezclado. Los elementos que componen el concreto se dividen en 2 grupos: activos e inertes. Son activos, el agua y el cemento a cuya cuenta corre la reacción química por medio de la cual esa mezcla, llamada lechada, se endurece, fragua hasta alcanzar un estado, en general de gran solidez, mientras que los agregados inertes por lo general son grava y arena. [6]

El cemento cuando se mezcla con el agua y los materiales granulares, tales como la arena, y grava. Forma un compuesto que comienza un proceso físico-químico que se denomina Fraguado. Este consiste en el endurecimiento del material a causa de las reacciones químicas que se producen entre los mismos. [6]

Se considera un concreto de buena calidad cuando este permite alcanzar una buena resistencia y durabilidad. El concreto se comporta satisfactoriamente bajo exposiciones correspondientes a diferentes condiciones atmosféricas, a la mayoría de las aguas y suelos que contienen químicos. Para que se presenten la mayoría de los procesos físicos y químicos que ocurren en los concretos, tanto deseables como perjudiciales, es necesario la presencia del agua. [4]

2.1.1 AGREGADOS.

2.1.1.1 AGREGADO GRUESO.

El agregado grueso estará formado por grava triturada obtenida de las fuentes previamente seleccionadas y analizadas en laboratorio, para certificar su calidad. El tamaño mínimo será de 4,5 mm, el agregado grueso debe ser duro, resistente, limpio y sin recubrimiento de materiales extraños o de polvo. [7]

La forma de las partículas más pequeñas del agregado grueso de grava triturada deberá ser generalmente cúbica y deberá estar razonablemente libre de partículas delgadas, planas o alargadas en todos los tamaños. Tiene una resistencia que está relacionada directamente con su dureza, densidad y módulo de elasticidad. [7]

El mismo que consta de grava, grava triturada, piedra triturada o una mezcla de éstas, siempre y cuando cumplan con los requisitos establecidos en la Norma INEN 872. Los agregados ocupan del 70 al 80% del volumen del concreto, por lo tanto muchas de las características del concreto dependen de las propiedades de los agregados. [8]

Características de un buen Agregado Grueso para el Concreto:

- Una buena graduación con tamaños intermedios, la falta de dos o más tamaños sucesivos pueden producir problemas de segregación.
- Debe evitarse el uso de agregados planos o alargados, ya que además de producir bajas masas unitarias, baja la resistencia.
- Una adecuada densidad aparente es, entre 2.3 y 2.9 gr/cm³. Cuanto mayor es su densidad mejor es su calidad y mejor su absorción, que oscila entre 1 y 5 %.



Imagen 1. Agregado Grueso (Ripio Triturado).

Fuente: Egdo. Coyasamin Oscar.

2.1.1.2 AGREGADO FINO.

Conocido comúnmente como arena es el de mayor responsabilidad dentro del hormigón, a tal punto que pueda decirse que no es posible hacer un buen hormigón. El agregado fino o arena se usa como llenante, además actúa como lubricante sobre los que ruedan los agregados gruesos dándole manejabilidad al concreto. Una falta de arena se refleja en la aspereza de la mezcla y un exceso de arena demanda mayor cantidad de agua para producir un asentamiento determinado. [8]

El módulo de finura del agregado fino utilizado en la elaboración de mezclas de concreto, deberá estar entre 2,3 y 3,1 para evitar segregación del agregado grueso cuando la arena es muy fina; cuando la arena es muy gruesa se obtienen mezclas ásperas. [3]

La experiencia indica que las arenas con un módulo de finura (MF) inferior a 2.5 dan hormigones con consistencia pegajosa, haciéndolo difícil de compactar. Arenas con un módulo de finura de 3.0 han dado los mejores resultados en cuanto a trabajabilidad y resistencia a la compresión. [8]



Imagen 2. Agregado Fino (Arena).

Fuente: Egdo. Coyasamin Oscar.

2.1.1.3 CLASIFICACIÓN SEGÚN EL TAMAÑO DE PARTÍCULAS DE ARENA.

| DENOMINACIÓN | TAMAÑO DEL GRANO (Diámetro en mm) | # TAMIZ (A.S.T.M.) |
|--------------|--------------------------------------|-------------------------|
| ARENA GRUESA | 4.75 – 2.00 | Pasa # 4 y Retiene # 10 |
| ARENA MEDIA | 2.00 – 1.00 | Pasa #10 y Retiene # 18 |
| ARENA FINA | Menor que 1.00 | Pasa # 18 |

Tabla 1. Clasificación de las arenas según el tamaño de partículas.

Fuente: Tabla 6. Dosificación de mezclas, Ing. Raúl Camaniero, Pág. 48.

2.1.2 PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL AGREGADO GRUESO Y DEL AGREGADO FINO.

2.1.2.1 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO GRUESO Y AGREGADO FINO.

Análisis Granulométrico Agregado Grueso y Agregado Fino (Norma INEN 872). Por medio de este análisis se procede a separar una muestra en varias fracciones, en la cual cada una se separa de acuerdo a su tamaño por medio del tamizado del material a través de una serie de mallas las cuales se encuentran especificadas en las normas INEN 154 y 696 con sus medidas ya especificadas. [7]

Por medio de este análisis podemos determinar parámetros como el Tamaño Nominal Máximo y el Módulo de Finura de los agregados.

2.1.2.2 TAMAÑOS DE LOS TAMICES INEN 872 Y SUS EQUIVALENCIAS CON LA NORMA A.S.T.M. E11.

| NORMAS INEN | NORMA A.S.T.M. |
|-------------|----------------|
| 53 mm | 2 ½ y 2 pulg. |
| 37.5 mm | 1 ½ pulg. |
| 26.5 mm | 1 pulg. |
| 19 mm | ¾ pulg. |
| 13.2 mm | ½ pulg. |
| 9.5 mm | 3/8 pulg. |
| 4.75 mm | Nº 4 |
| 2.36 mm | Nº 8 |
| 1.18 mm | Nº 16 |
| 0.60 mm | Nº 30 |
| 0.30 mm | Nº 50 |
| 0.150 mm | Nº 100 |
| 0.075 mm | Nº 200 |

Tabla 2. Tamaños de los tamices INEN 872 y sus equivalencias con la norma A.S.T.M. E11

Fuente: Norma ASTM E11, Tabla de tamaño de tamices.

2.1.2.3 CURVA GRANULOMÉTRICA.

La Curva Granulométrica se realiza en los agregados gruesos como en los finos y se la representa en el eje de las ordenadas el porcentaje acumulado que pasa el tamiz y en el eje de las abscisas las aberturas del tamiz en escala logarítmica. [8]

2.1.2.4 REQUISITOS GRANULOMÉTRICOS PARA AGREGADOS GRUESOS (NORMA INEN 872).

| TAMIZ | | LIMITE (% QUE PASA) | |
|----------|---------------|---------------------|----------|
| ASTM C33 | ABERTURA (mm) | INFERIOR | SUPERIOR |
| 2 " | 53.0 | 100 | 100 |
| 1 ½ " | 37.5 | 95 | 100 |
| 1 " | 26.5 | - | - |
| ¾ " | 19 | 35 | 70 |
| ½ " | 13.2 | - | - |
| 3/8 " | 9.5 | 10 | 30 |
| # 4 | 4.75 | 0 | 5 |

Tabla 3. Requisitos granulométricos para agregados gruesos (Norma INEN 872).

Fuente: Norma INEN 872, Tabla de Abertura para granulometría.

2.1.2.5 REQUISITOS GRANULOMÉTRICOS PARA AGREGADOS FINOS (NORMA INEN 872).

| TAMIZ | | LIMITE (% QUE PASA) | |
|----------|---------------|---------------------|----------|
| ASTM C33 | ABERTURA (mm) | INFERIOR | SUPERIOR |
| 3/8 " | 9.5 | 100 | 100 |
| #4 | 4.75 | 95 | 100 |
| # 8 | 2.36 | 80 | 100 |
| # 16 | 1.18 | 50 | 85 |
| # 30 | 0.600 | 25 | 60 |
| # 50 | 0.300 | 10 | 30 |
| # 100 | 0.150 | 2 | 10 |

Tabla 4. Requisitos granulométricos para agregados finos (Norma INEN 872).

Fuente: Norma INEN 872, Tabla de Abertura para granulometría.

2.1.2.6 MÓDULO DE FINURA DEL AGREGADO FINO.

Ensayo específico para el agregado fino, lo obtenemos calculando los porcentajes retenidos acumulados en los tamices Tyler hasta el tamiz # 100 entre 100, este material aumenta de acuerdo a las partículas si están más gruesas o si tenemos pequeñas disminuyen. En los ensayos se consideran los tamices A.S.T.M.: 3/8", #4, #8, #16, #30, #50, #100. [9]

2.1.2.7 TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO AGREGADO GRUESO.

Ensayo específico para el agregado grueso y se lo determina cuando el tamaño del tamiz comercial anterior al tamiz en el que hubo el 15% ó más de retenido acumulado. Para los ensayos se consideran los tamices A.S.T.M.: 2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", # 4. [9]

2.1.3 PESO UNITARIO SUELTO.

Se define como la masa que tiene el material por unidad de volumen cuando el material se encuentra en estado natural. La densidad aparente del agregado grueso o fino, depende de la densidad del mineral que se compone el agregado y también de la cantidad de huecos, la mayoría de los agregados tiene una densidad entre 2.6 gr/cc y 2.7 gr/cc. [9]

2.1.4 PESO UNITARIO COMPACTADO.

Se obtiene dividiendo la masa de las partículas del material estas serán el agregado grueso como el agregado fino, para su volumen incluido, el volumen de vacíos existentes entre las partículas, y la compactación se lo hace un molde cilíndrico según la norma INEN 858. [3]

2.1.5 PESO ESPECÍFICO Y CAPACIDAD DE ABSORCIÓN (AGREGADO GRUESO Y AGREGADO FINO NORMAS INEN 856 Y 857).

La densidad real es la masa tomada en el aire de un volumen dado de material a la temperatura considerada, dividida para la masa tomada en el aire de un volumen igual de agua a una temperatura dada, la determinación de este valor es necesaria para el cálculo de los rendimientos del concreto a porciones dadas de agregados, agua y cemento. Las normas son: INEN 857 para el agregado grueso y la norma INEN 856 para el agregado fino. [3]

2.1.6 CONTENIDO DE HUMEDAD (AGREGADO GRUESO Y AGREGADO FINO – NORMA INEN 862).

El Contenido de Humedad que se lo obtiene se lo expresa en porcentaje y es la relación existente entre la masa del agua contenida en el material en estado natural y la masa del mismo después que ha sido secado al horno. [3]

2.1.7 MATERIALES CEMENTANTES.

Son materiales que sirven para unir fragmentos minerales que contengan adherencia y cohesión requeridas, formando un solo material sólido que contenga resistencia y durabilidad adecuadas. Para la fabricación del hormigón estructural se utilizan únicamente los cementos hidráulicos (utilizan agua para reaccionar químicamente y adquirir sus propiedades cementantes durante el proceso de fraguado). [8]

2.1.7.1 CEMENTOS.

Los cementos son conglomerantes hidráulicos, son productos que mezclados con agua forman pastas que fraguan y endurecen, dando lugar a productos hidratados mecánicamente resistentes y estables, tanto en el aire, como bajo agua. [8]

2.1.7.2 CEMENTOS PÓRTLAND.

Los cementos Portland son cementos hidráulicos compuestos principalmente de silicatos de calcio hidráulicos, fraguan y endurecen al reaccionar químicamente con el agua. En el curso de esta reacción, denominada hidratación, el cemento se combina con el agua para formar una pasta, y cuando son agregados como la arena y grava triturada, se forma lo que se conoce como Concreto. [8]

El Clinker, la materia prima para producir el cemento, se alimenta a los molinos de cemento junto con mineral de yeso, el cual actúa como regulador del fraguado. La molienda conjunta de éstos materiales produce el cemento. La norma ASTM C 150 establece diferentes tipos de cemento, de acuerdo a los usos y necesidades del mercado de la construcción, se especifican algunos. [3]

2.1.7.3 CLASIFICACIÓN. TIPO, NOMBRE Y APLICACIÓN.

Tipo I.- Este tipo de cemento es de uso general, y se emplea cuando no se requiere de propiedades y características especiales. Entre los usos donde se emplea este tipo de cemento están: pisos, pavimentos, edificios, estructuras, elementos prefabricados.

Tipo II.- El cemento Pórtland tipo II se utiliza cuando es necesario la protección contra el ataque moderado de sulfatos, como por ejemplo en las tuberías de drenaje. En casos donde se especifican límites máximos para el calor de hidratación, puede emplearse en obras de gran volumen y particularmente en climas cálidos, en aplicaciones como muros de contención, pilas, presas, etc. [9]

Tipo III.- Este tipo de cemento desarrolla altas resistencias a edades tempranas, a 3 y 7 días. Esta propiedad se obtiene al molerse el cemento más finamente durante el proceso de molienda. Su utilización se debe a necesidades específicas de la construcción, como en el caso de carreteras y autopistas. [9]

Tipo IV.- El cemento Pórtland tipo IV se utiliza cuando por necesidades de la obra, se requiere que el calor generado por la hidratación sea mantenido a un mínimo. Los usos y aplicaciones del cemento tipo IV están dirigidos a obras con estructuras de tipo masivo, como por ejemplo grandes presas. [9]

2.1.7.4 CEMENTOS HIDRÁULICOS MEZCLADOS.

Estos cementos han sido desarrollados debido al interés de la industria por la conservación de la energía y la economía en su producción. La norma ASTM C 595 reconoce la existencia de cinco tipos de cementos mezclados:

- Cemento Pórtland de escoria de alto horno - Tipo IS. Cemento Pórtland puzolana - Tipo IP y Tipo P. Cemento de Escoria - Tipo S.
- Cemento Pórtland modificado con puzolana - Tipo I (PM). Cemento Pórtland modificado con escoria - Tipo I (SM). [9]

2.1.7.5 CEMENTOS ESPECIALES.

- Cementos para Pozos Petroleros.
- Cementos Plásticos.
- Cementos Pórtland Impermeabilizados.

2.1.7.6 OTROS TIPOS DE CEMENTO.

- Cementos de Albañilería.
- Cementos Expansivos.
- Cemento Portland Blanco

2.1.8 EL AGUA.

Considerada como materia prima para la fabricación y el curado del hormigón debe cumplir con determinadas normas de calidad. Esta deberá ser limpia y fresca hasta donde sea posible y no deberá contener residuos de aceites, ácidos, sulfatos de magnesio, sodio, calcio, sales, limo, materias orgánicas. [7]

2.1.8.1 AGUA DE MEZCLADO.

Está compuesta por el agua agregada más la proveniente de la humedad superficial de los agregados, siendo sus principales funciones: [10]

- Reaccionar al contacto del cemento, produciendo su hidratación
- Actuar como un lubricante, contribuyendo a la trabajabilidad de la mezcla fresca.

2.1.8.2 CALIDAD DEL AGUA.

En el curado el agua deberá ser de buena calidad, ya que necesita más agua y en este proceso es cuando se producen las reacciones. [8]

- Deberá ser potable
- Aguas de montañas (son agresivas).
- La no potable podrá ser utilizada en el amasado. Las sustancias nocivas son de especial cuidado

2.1.9 RELACIÓN AGUA / CEMENTO.

La relación agua/cemento constituye un parámetro importante de la composición del hormigón. Tiene influencia sobre la resistencia, la durabilidad y la retracción del hormigón. La relación agua/cemento (a/c) es el valor característico más importante de la tecnología del hormigón. De ella dependen la resistencia y la durabilidad, así como los coeficientes de retracción y de fluencia. [9]

$$R = \frac{a}{c}$$

R = Relación agua / cemento

a = Masa del agua del hormigón fresco

c = Masa del cemento del hormigón

2.1.10 TRABAJABILIDAD Y FLUIDEZ.

Se considera como aquella propiedad del hormigón mediante la cual se determina su capacidad para ser colocado y consolidado apropiadamente y para ser terminado sin segregación dañina alguna. Esta aceptación comprende conceptos tales como maleabilidad, cohesión y compactación. Dicha propiedad se altera por la composición de los agregados, la forma de las partículas y las proporciones del agregado, la cantidad de cemento, la presencia del aire incluido, los aditivos y la consistencia de la mezcla. [9]

2.1.11 AGENTE DE CURADO.

El curado del hormigón es el proceso de mantención de un adecuado contenido de humedad y de temperatura que se inicia inmediatamente después de su colocación y terminación en el elemento construido. El lapso de tiempo requerido para realizar el curado dependerá de la resistencia necesaria del hormigón para resistir solicitaciones de uso y del medio ambiente. [8]

2.1.12 MEDIDA DE LA CONSISTENCIA

MÉTODO DE CONO DE ABRAMS.

El procedimiento de cono de Abrams se realiza para determinar la consistencia del concreto, la consistencia es la forma de medir el grado de humedad de la mezcla, generalmente se evalúa en términos de asentamiento, que se realiza con el cono de Abrams. [9]



Imagen 3. Colocación del cono de Abrams para la realización del ensayo.

Fuente: Egdo. Coyasamin Oscar.

Para realizar el procedimiento de cono de Abrams se toman varias muestras para ser sometidas a la prueba y así obtener mejores resultados. El procedimiento de cono de Abrams es el siguiente: [9]

- Se toma el cono de Abrams y se humedece su interior.
- El cono debe localizarse en una zona plana, rígida y no absorbente.
- El cono debe sostenerse firmemente, para ello puede pararse en los dos estribos de apoyo que trae el molde.
- Para el llenado del cono se realizará en tres etapas, cada una de ellas corresponde a una tercera parte del cono, a cada capa se debe asentar uniformemente con una varilla golpeándole 25 veces.
- Una vez se haya terminado de asentar se enrasa la superficie superior del cono con la misma varilla de compactación.
- Haciendo presión sobre los estribos del cono de Abrams se debe remover el material sobrante que está en la base del cono.
- Luego se levanta verticalmente con un movimiento constante el cono, no se podrá realizar ningún movimiento lateral ni de torsión al levantar el cono de Abrams.
- Hay que medir inmediatamente el asentamiento de la mezcla, tomando la distancia vertical entre la parte superior del cono invertido y el centro original desplazado en la superficie de la muestra.



Imagen 4. Medición del asentamiento de la mezcla.

Fuente: Egdo. Coyasamin Oscar.

2.1.13 MÉTODO DE DOSIFICACIÓN DE ÚLTIMA RESISTENCIA.

Este método se considera las características de los materiales que se disponen en los diferentes sitios de obtención de los mismos lo principal es apoyarse en las dos tablas muy importantes como son las siguientes las cuales fueron elaboradas por los autores de este método.

| f^c 28 días de edad (Kg/cm ²) | Relación Agua/ Cemento |
|---|------------------------|
| 350 | 0.46 |
| 300 | 0.51 |
| 280 | 0.52 |
| 240 | 0.56 |
| 210 | 0.58 |
| 180 | 0.60 |

Tabla 5. Resistencia con sus determinados factores para la dosificación.

Fuente: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la Universidad Central.

Los datos requeridos para el desarrollo de este método son:

| NOMENCLATURA: | | | |
|---------------|------------------------------|--------|-----------------------------|
| DRC | Densidad Real del Cemento | CP (%) | Cantidad de Pasta en % |
| DRA | Densidad Real de la Arena | DRM | Densidad Real de la Mezcla |
| DRR | Densidad Real del Ripio | POV | Porcentaje Óptimo de Vácíos |
| DSA | Densidad Suelta de la Arena | CP | Cantidad de Pasta |
| DSR | Densidad Suelta del Ripio | C | Cantidad de Cemento |
| POA | Porcentaje Óptimo de Arena | W | Cantidad de Agua |
| POR | Porcentaje Óptimo de Ripio | A | Cantidad de Arena |
| DOM | Densidad Óptima de la Mezcla | R | Cantidad de Ripio |
| W/C | Relación Agua Cemento | | |

Imagen 5. Nomenclatura de los ensayos para realizar el hormigón.

Fuente: Egdo. Coyasamin Oscar.

2.1.13.1 FALLAS DE LOS HORMIGONES ENSAYADOS A COMPRESIÓN

Los tipos de Fallas en los hormigones dependen de varias cosas como lo son:

- Mala adherencia entre los materiales.
- Mala compactación.
- Segregación por compactación.
- Manejo poco cuidadoso.
- Vácíos internos.

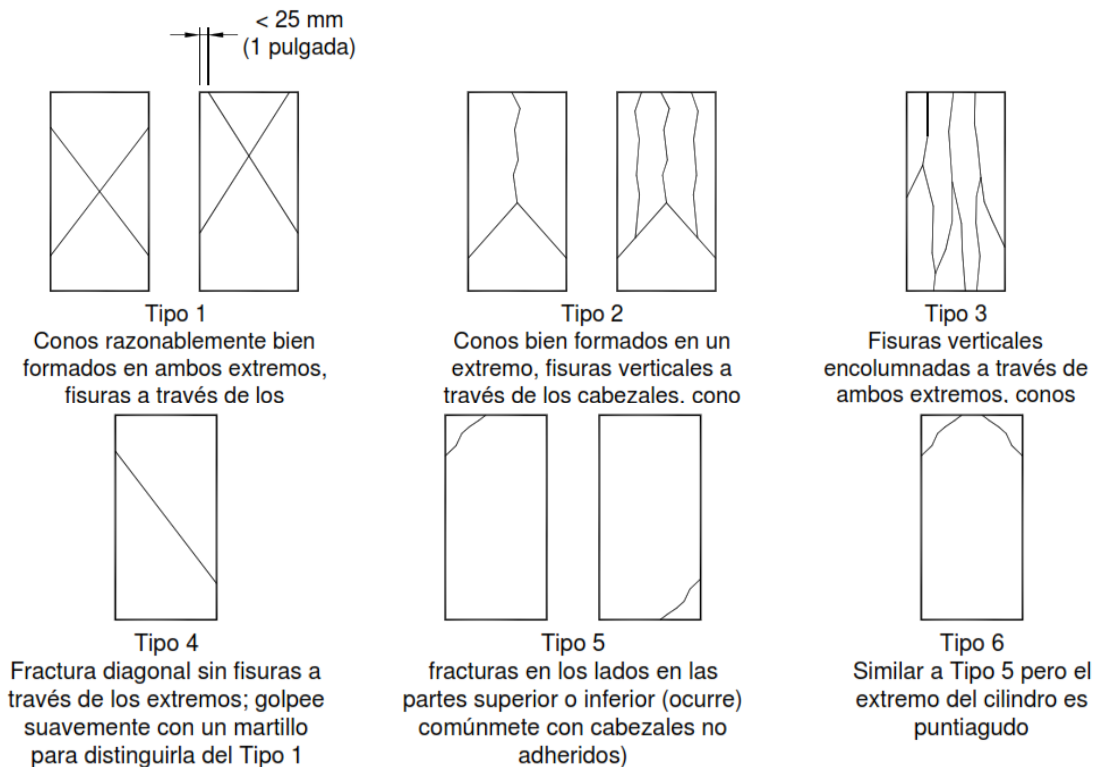


Imagen 6. Tipos de fallas del hormigón.

Fuente: <http://construaprendiendo.blogspot.com/2012/01/tipos-de-fracturas-en-cilindros-de.html>

2.1.14 LA PUZOLANA

Es un material natural o artificial que contiene sílice en forma reactiva. La norma ASTM C 618 describe la puzolana como un material silíceo y luminoso el cual, en sí mismo posee poco o ningún valor cementante, pero que en forma dividida (molida) y en presencia de humedades reacciona químicamente con hidróxido de calcio a temperaturas ordinarias, para formar compuestos que sí poseen propiedades cementantes. [4]

El proceso de reflujo consiste en una serie de pasos y procesos químicos y físicos, con el fin de separar la parte orgánica de la parte inorgánica de la cáscara de arroz y el bagazo de caña de azúcar, ya que el cemento como compuesto puramente inorgánico tendría fenómenos de inestabilidad frente a compuestos orgánicos, causando efectos adversos a este, como pérdida de la resistencia mecánica, ataque de sulfatos, asentamientos o dificultad en la manipulación del concreto fresco instancias que afectan las propiedades finales del concreto. [5]

El proceso se inicia con el lavado de la cascarilla de arroz, retirando de ella toda clase de sólido para posteriormente colocarla a secar al medio ambiente. Seguidamente se coloca en un horno y se trata térmicamente a 850°C por aproximadamente 3 horas. Al finalizar el tratamiento, el producto sólido de color blanco y plomo, se utilizando un molido hasta obtener una superficie específica determinada y se procede a mezclar directamente con el concreto. [5]

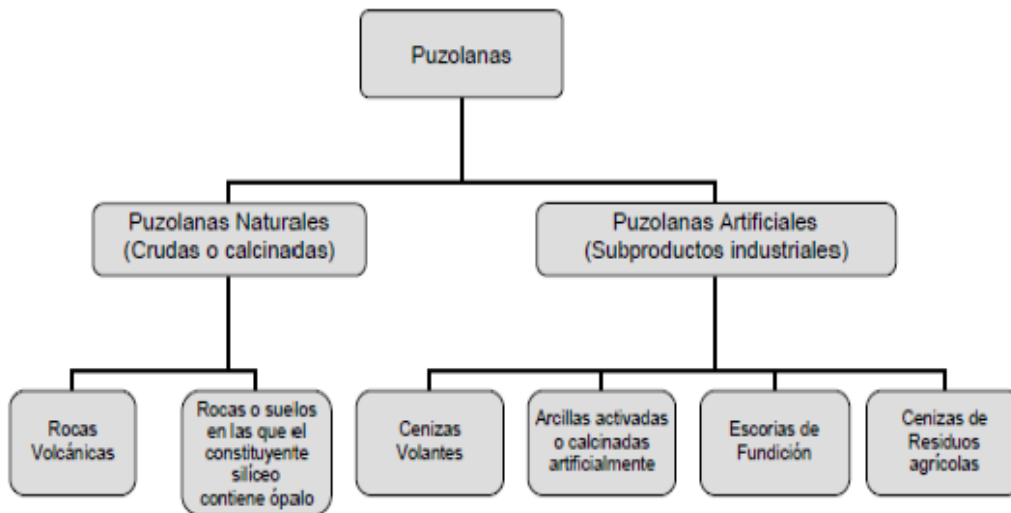


Imagen 7. Clasificación de las puzolanas.

Fuente: Hernández, 2007.

La cascarilla de arroz es un deshecho agroindustrial que se produce en altos volúmenes en los lugares donde se siembra y se procesa la planta del arroz. Este deshecho, como se demostró se puede utilizar para la obtención de dióxido de silicio para el cemento y mejorar sus características mecánicas lo cual ha sido investigado por especialistas en distintas partes del mundo, los cuales han notado el enorme potencial de este material como fuente alternativa en el campo de la construcción. [5]

2.1.14.1 PUZOLANAS ARTIFICIALES

Cenizas de residuos agrícolas. La ceniza de cascarilla de arroz y las de ceniza de bagazo de caña de azúcar. Cuando son quemados convenientemente, se obtiene un residuo mineral rico en sílice y alúmina, cuya estructura depende de la temperatura de combustión. [8]

Cuando la puzolana es agregada a la mezcla como sustituto de cemento, ayuda a reducir la permeabilidad al agua. El uso como sustituto parcial del cemento tiene como resultado un ahorro en el costo por metro cúbico de concreto. La cantidad a emplear depende del tipo de puzolana a utilizar, la mezcla, la exposición y otros factores, el rango se encuentra entre un 15% y un 30% de sustitución parcial de cemento. [8]

El uso de las puzolanas en cantidades adecuadas, modifican ciertas propiedades de concreto en estados frescos y endurecidos como las siguientes.

- Menor calor de hidratación.
- Reducción de la reacción álcali-agregado.
- Mejoramiento de la resistencia contra ataques de sulfatos en los suelos.
- Mejora la extensibilidad.
- Menor susceptibilidad a la disolución y lixiviación.
- Mejora de la trabajabilidad.
- Menores costos.

El efecto principal de las puzolanas sobre el concreto endurecido se obtiene por la reacción de éstas, esta reacción aumenta las reacciones a la compresión y a la tensión, disminuye la permeabilidad, reduce la filtración y mejora la resistencia del concreto al ataque de los sulfatos. [9]

Los resultados de otras investigaciones señalan que la sustitución de CCA y CBC por cemento pòrtland puede llegar a ser hasta del 30% sin que se produzcan afectaciones en su resistencia a la compresión. Además de que se ha verificado por el porcentaje óptimo de sustitución es del 15% y se obtiene una buena resistencia a compresión. En estos resultados también se apreció una mejoría en la estabilidad química y la durabilidad del cemento cuando se le añade CCA y CBC, por lo que puede ser factible su utilización en elementos sometidos a ambientes agresivos. [1]

2.1.14.2 PUZOLANAS UTILIZADAS EN LA INVESTIGACIÓN.

En la presente investigación se tomaron las siguientes puzolanas como aditivos para el cemento, esto debido a sus altos contenidos de sílice además ser materiales de desecho de la industria agrícola.

- **CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ (CCA).**

El arroz se encuentra entre los principales productos de cultivos transitorios, por ocupar más de la tercera parte de la superficie en sus cultivos. La producción de arroz tiene sus inicios en nuestro país en el siglo XVIII, pero se fortaleció su consumo y comercialización en el siglo XIX. [10]

2.1.14.2.1 PRODUCCIÓN DEL ARROZ.



Imagen 8. Porcentaje de la Producción de Arroz.

Fuente: FAO, 2010.

Datos del 2010 nos informan, que: el Ecuador produjo 1.132.267 toneladas (Tm.), ya que cuenta con una superficie sembrada de 382.230 hectáreas (Ha). [10]

2.1.14.2.2 COMERCIALIZACIÓN

Para el 2011, la comercialización del arroz disminuyó, debido a la pérdida de cosechas por el factor climático, el precio del quintal para las provincias no fue el mismo: el Guayas comercializó el quintal de arroz a \$31 (precio oficial), Manabí en \$28 por quintal y Los Ríos en \$29. [10]

Ranking de países Productores de Arroz

| Rank | País | Producción (Tm.) |
|------|------------|------------------|
| 1 | China | 197.212.010 |
| 2 | India | 143.963.000 |
| 3 | Indonesia | 66.469.400 |
| 4 | Bangladesh | 50.061.200 |
| 5 | Viet Nam | 39.988.900 |
| 26 | Ecuador | 1.132.267 |

Imagen 9. Ranking de países Productores de Arroz.

Fuente: FAO, 2010.

UBICACIÓN PARA LA OBTENCIÓN DEL PRODUCTO



Imagen 10. Ubicación de la producción del Arroz.

Fuente: <https://www.google.com.ec/?espv=2#tbm=isch&q=mapa+quevedo&imgc>.

2.1.14.3 LOCALIZACIÓN: LOS RÍOS, QUEVEDO, SAN CARLOS

San Carlos es una de las ciudades que está ubicado en Quevedo de la Provincia de Los Ríos. Quevedo es considerada la nueva capital bananera de Ecuador por ser el centro de operaciones de la mayoría de compañías bananeras que operan en el país y por la prestigiosa calidad de su fruta de exportación. [10]

2.1.14.3.1 CLIMA

Es una zona climática lluviosa subtropical, su temperatura habitual es de unos 20 a 33 °C, llega a los 38 °C en épocas de verano. Quevedo tiene precipitaciones en todos los meses del año y su precipitación anual oscila entre 3.000 a 4.000 mm. [10]

2.1.14.3.2 ECONOMÍA

Quevedo es el mayor centro económico y comercial de la provincia de Los Ríos, entregando divisas de la exportación de sus productos agrícolas como: banano, café y Arroz. [10]



Imagen 11. Secado y Recolección de Arroz

Fuente: <http://www.conarroz.com/pdf/5Tiposdesecadoras.pdf>.

- **CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR (CBC)**

La razón por la cual se utilizara esta ceniza como material alternativo para la sustitución parcial del cemento pórtland es por su alto contenido de óxidos fundamentales.

2.1.14.4 PRODUCCIÓN DE LA CAÑA DE AZUCAR.

2.1.14.4.1 USOS

El jugo de su tallo es la principal fuente de azúcar. Después de cosechar la caña, pasa bajo unas cuchillas desmenuzadoras, para luego pasar al trapiche. Este jugo es depurando por una serie de filtros; después se somete a un tratamiento clarificante y de ahí se coloca en depósitos de cocción al vacío, donde se concentra el jugo; por último, se cristaliza el azúcar del jugo, quedando así el azúcar blanco común que se conoce habitualmente. [12]



Imagen 12. Proceso para extraer el jugo de la caña de azúcar.

Fuente: http://www.sancarlos.com.ec/portal/html/themes/ingenio/pdf/proceso_produccion.pdf.

2.1.14.4.2 CULTIVO

Requiere agua y suelos adecuados para crecer bien. Es una planta que asimila muy bien la radiación solar, teniendo una eficiencia cercana a 2% de conversión de la energía incidente en biomasa. La caña se propaga mediante la plantación de trozos de caña, de cada nudo sale una planta nueva idéntica a la original. [13]



Imagen 13. Recolección de caña después del cultivo.

Fuente: http://www.sancarlos.com.ec/portal/html/themes/ingenio/pdf/proceso_produccion.pdf.

2.1.14.4.3 PROCESO INDUSTRIAL

La extracción se hace generalmente en un molino que pasa la caña entre tres o cuatro masas de acero, que exprimen los tallos y sacan todo el jugo. Para mejorar la extracción se añade agua que disuelve y logra sacar más azúcar. El residuo sólido fibroso se llama bagazo y es usado para hacer papel y para quemar en la caldera que utiliza todo el proceso del ingenio. [2]

La ceniza es un residuo inorgánico que queda después de quemar el bagazo de caña de azúcar, está integrada en su mayor parte por compuestos de sílice, alúmina, calcio y hierro con cantidades mínimas de magnesio, titanio, sodio y una mezcla de silicatos, óxidos y sulfatos en minúsculas cantidades. [14]

UBICACIÓN PARA LA OBTENCIÓN DEL PRODUCTO



Imagen 14. Ubicación de la producción de la caña de azúcar.

Fuente: <https://www.google.com.ec/?espv=2#tbm=isch&q=el+triunfo+ecuador&=uDE4Xi5zR>.

2.1.14.5 LOCALIZACIÓN: GUAYAS, EL TRIUNFO.

El Triunfo es un cantón de la Provincia del Guayas en la República del Ecuador. Su cabecera cantonal es la ciudad de El Triunfo. Su territorio tiene una extensión de 405 km² y su población es de 50.060 mil habitantes. Su fértil suelo acoge una gran producción agropecuaria, siendo su principal producto la caña de azúcar, con 22.000 hectáreas de cultivos que abastecen a los Ingenios La Troncal, San Carlos, Valdez y La Familiar. [14]

Este cantón es de superficie plana con ligeras elevaciones, se encuentra a tan solo 61 Kilómetros de Guayaquil y actualmente cuenta con 44.778 habitantes ubicados a 388,5 Km² de territorio. [14]

2.2 HIPÓTESIS.

Hormigón sustituyendo parcialmente el cemento por puzolanas de origen natural cómo la ceniza de cascarilla de arroz y ceniza de bagazo de caña de azúcar, influye en la resistencia a compresión

2.3 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES DE LA HIPÓTESIS.

2.3.1. VARIABLE DEPENDIENTE.

Hormigón sustituyendo parcialmente el cemento por puzolanas de origen natural cómo la ceniza de cascarilla de arroz y ceniza de bagazo de caña de azúcar.

2.3.2. VARIABLE INDEPENDIENTE.

Resistencia a compresión.

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN.

3.1.1 TIPOS DE NIVEL.

3.1.1.1 INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA.

Se caracteriza por usar, en forma predominante, la información obtenida de libros, revistas, periódicos y documentos en general.

Se ha utilizado para la elaboración de la fundamentación teórica con consulta de varios libros, artículos, monografías, para obtener un buen contexto para la elaboración del proyecto.

3.1.1.2 INVESTIGACIÓN DE CAMPO.

La investigación de Campo o Investigación Directa es la que se efectúa en el lugar y tiempo en que ocurren los fenómenos objeto de estudio.

No se ha utilizado la investigación de Campo ya que es un proyecto experimental.

3.1.1.3 INVESTIGACIÓN DE LABORATORIO.

Se ha utilizado la investigación de laboratorio para realizar los ensayos necesarios del proyecto, en los laboratorios de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, de la Universidad Técnica de Ambato.

3.1.2 TIPOS DE INVESTIGACION.

3.1.2.1 EXPLORATORIO.

Los estudios exploratorios nos permiten aproximarnos a fenómenos desconocidos, con el fin de aumentar el grado de familiaridad con ideas respecto a la forma correcta de abordar una investigación en particular.

La investigación es de tipo exploratorio por que se explora el tema de los hormigones y sus diferentes variaciones de proceso, de materiales y durabilidad al momento de realizarlos.

3.1.2.2 DESCRIPTIVO.

Los estudios Descriptivos buscan desarrollar una imagen o fiel representación (descripción) del fenómeno estudiado a partir de sus características.

La investigación es de tipo descriptivo, ya que conlleva al hecho mismo del análisis real para la obtención de las materias primas, relacionando así la situación de la misma con los beneficios directos e indirectos.

3.1.2.3 EXPLICATIVO.

Los estudios explicativos pretenden conducir a un sentido de comprensión o entendimiento de un fenómeno. Apuntan a las causas de los eventos físicos o sociales.

La investigación es de tipo explicativo, ya que se indica las características y proceso para realizar el hormigón sustituyendo parcialmente al cemento portland con puzolanas orgánicas.

3.1.2.4 EXPERIMENTAL

Cuando se clasifican las investigaciones tomando como criterio el papel que ejerce el investigador sobre los factores o características que son objeto de estudio, la investigación puede ser clasificada como experimental o no experimental.

La investigación es de tipo experimental, ya que se comparará un hormigón con nuevos materiales alternativos sustituyendo parcialmente al cemento portland con un hormigón normal.

3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA.

3.2.1 POBLACIÓN.

El proyecto experimental no cuenta con población, ya que es innovador y no se puede determinar una población existente para la ejecución de la misma.

3.2.2 MUESTRA.

El muestreo del presente proyecto es la cantidad de probetas que se realizó, para ensayar la resistencia a compresión se promedió los resultados de tres probetas, ensayadas a la edad establecida, con esta referencia, para efectuar un análisis comparativo se decide trabajar con total de 30 probetas de hormigón, 6 por cada tipo de mezcla:

- Hormigón Normal, 14 días.(3)
- Hormigón Normal, 28 días.(3)
- Sustitución con el 15% de ceniza de cascarilla de arroz, 14 días.(3)
- Sustitución con el 15% de ceniza de cascarilla de arroz, 28 días.(3)
- Sustitución con el 15% de ceniza de bagazo de caña de azúcar, 14 días.(3)
- Sustitución con el 15% de ceniza de bagazo de caña de azúcar, 28 días.(3)
- Sustitución con el 30% de ceniza de cascarilla de arroz, 14 días.(3)
- Sustitución con el 30% de ceniza de cascarilla de arroz, 28 días.(3)
- Sustitución con el 30% de ceniza de bagazo de caña de azúcar, 14 días.(3)
- Sustitución con el 30% de ceniza de bagazo de caña de azúcar, 28 días.(3)

3.3 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.

HIPÓTESIS

Hormigón sustituyendo parcialmente el cemento por puzolanas de origen natural cómo la ceniza de cascarilla de arroz y ceniza de bagazo de caña de azúcar, influye en la resistencia a compresión.

3.3.1 VARIABLE DEPENDIENTE

Hormigón sustituyendo parcialmente el cemento por puzolanas de origen natural cómo la ceniza de cascarilla de arroz y ceniza de bagazo de caña de azúcar.

| Conceptualización | Dimensiones | Indicadores | Ítems | Técnicas e instrumento |
|---|-------------|---------------------------------|---|---|
| Se denomina así al material compuesto empleado en construcción, formado esencialmente por un aglomerante al que se añade partículas o fragmentos de agregados, agua y aditivos específicos. | Hormigón | Componentes | ¿Cuáles son los componentes del hormigón? | Investigación Bibliográfica. Normas. Investigación de laboratorio y experimental. |
| | | Resistencia | ¿Qué afectan a la resistencia del hormigón? | Investigación Bibliográfica. Normas. Investigación de laboratorio y experimental. |
| | Puzolanas | Estado Físico de las puzolanas. | ¿Qué tipo de puzolanas se utilizaría para sustituir al cemento? | Investigación Bibliográfica |
| | | Por su naturaleza. | ¿Cuáles son los tipos de puzolanas? | Investigación Bibliográfica |

Tabla 6. Cuadro de la Variable Dependiente.

Fuente: Egdo. Coyasamin Oscar.

3.3.2 VARIABLE INDEPENDIENTE

Resistencia a Compresión.

| Conceptualización | Dimensiones | Indicadores | Ítems | Técnicas e instrumento |
|---|-------------------|---------------|--|--|
| Se denomina resistencia a compresión al ensayo para determinar la resistencia máxima de un material o su deformación ante un esfuerzo de compresión | Módulo de rotura. | Carga Máxima. | ¿Qué tipo de carga se aplica en los cilindros a ensayar? | Normas INEN, ASTM. Investigación de laboratorio y experimental. |

Tabla 7. Cuadro de la Variable Independiente.

Fuente: Egdo. Coyasamin Oscar.

3.4 PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

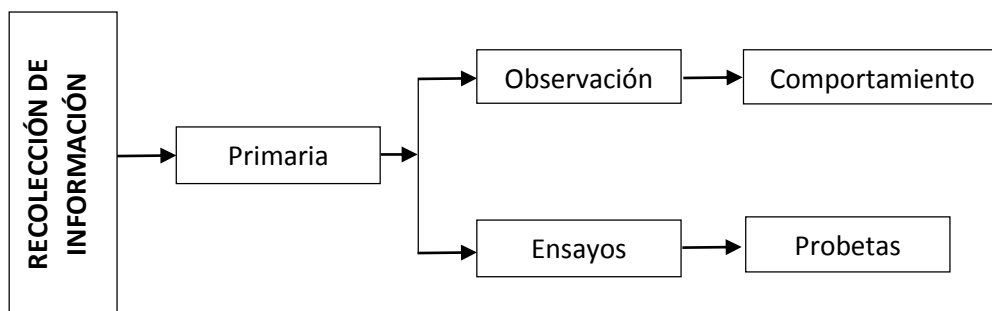


Tabla 8. Recolección de Información.

Fuente: Egdo. Coyasamin Oscar.

| Preguntas Básicas | Explicación |
|--------------------------------|---|
| 1. ¿Para qué? | - Verificar la resistencia máxima del hormigón, sustituyendo al cemento parcialmente en varios porcentajes. |
| 2. ¿De qué personas u objetos? | - De probetas cilíndricas realizadas en el laboratorio, que han adquirido su resistencia a su edad máxima. |
| 3. ¿Sobre qué aspectos? | - Sustitución parcial del cemento por puzolanas de origen natural. |
| 4. ¿Quién? | - Egdo. Coyasamin Oscar. |
| 5. ¿Dónde? | - Los laboratorios de ensayo de Materiales y Mecánica de Suelos, de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato. |
| 6. ¿Cómo? | - Investigación bibliográfica - Normas INEN, ASTM y AASHTO. - Ensayos de laboratorio |

Tabla 9. Cuadro de Preguntas para la Recolección de Información.

Fuente: Egdo. Coyasamin Oscar.

3.4.1 Técnicas e Instrumentos

| Técnicas | Instrumentos |
|--------------------------|---|
| Ensayos de laboratorios. | Herramientas Varias. Concreteira. Máquina de Compresión (500 Ton) Encofrados Cilíndricos. Cámara de Curado (24°C a 26°C). |

Tabla 10. Cuadro de Técnicas e Instrumento.

Fuente: Egdo. Coyasamin Oscar.

3.5 PLAN PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS.

- Determinar la densidad real del cemento portland que se va a utilizar en los ensayos propuestos.
- Determinar la densidad real de los agregados gruesos y finos para comprobar si el material es apto para trabajar.
- Analizar las densidades obtenidas para realizar la dosificación con la que se va a trabajar.
- Interpretar los resultados de ensayos realizados a los agregados gruesos y finos.
- Verificar una dosificación adecuada, para realizar los cilindros o probetas a ensayar y obtener una resistencia a la compresión admisible.
- Determinar los porcentajes de agua, para las diferentes dosificaciones que se realizarán, dependiendo el tipo de cilindro o probeta que se producirá con los porcentajes propuestos y en los diferentes días de curado.
- Verificar e identificar los cilindros o probetas, para determinar los días de curado que tendrá el hormigón y la fecha del ensayo a compresión de dichas probetas.
- Ensayar los cilindros o probetas en los días previstos, teniendo en cuenta que hay que sacar del cuarto de curado una hora antes de realizar el ensayo en la máquina de compresión.
- Determinar la resistencia a compresión de las probetas propuestas, con su determinado porcentaje, días de curado y diferente tipo de cenizas.
- Revisión Crítica de la Información Recogida
- Tabulación de Cuadros según variables de la hipótesis (cuadros de una variable, cuadro de cruce de variables, etc.)
- Porcentual: Obtener la relación porcentual con respecto al total, con el resultado numérico y el porcentaje se estructura el cuadro de resultados, que sirve para la graficación.
- Representar los resultados mediante gráficos estadísticos.
- Estudio estadístico de datos para presentación de resultados.
- Analizar e interpretar los resultados relacionándolos con los diferentes partes de la investigación especialmente con los objetivos y la hipótesis

CAPÍTULO IV.

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 RECOLECCIÓN DE DATOS.

Para realizar una buena dosificación y obtener una resistencia requerida para el proyecto se necesita de los siguientes ensayos, de los agregados, cemento y cenizas de la cascarilla de arroz y la ceniza del bagazo de la caña de azúcar.

- Análisis Granulométrico del Agregado Grueso.
- Análisis Granulométrico del Agregado Fino.
- Densidad Aparente Compactada del Agregado Fino y Grueso.
- Densidad Aparente Compactada de la Mezcla.
- Densidad Real y Capacidad de Absorción del Agregado Grueso.
- Densidad Real y Capacidad de Absorción del Agregado Fino.
- Densidad Real del Cemento.
- Dosificación del Hormigón.
- Densidad Real y Capacidad de Absorción de la Ceniza de Cascarilla de Arroz.
- Densidad Real y Capacidad de Absorción de la Ceniza de Bagazo de Caña.

Después de los ensayos realizados, y la dosificación establecida se calcula los siguientes ítems para continuar con la realización del proyecto experimental, y hormigonar la cantidad de cilindros establecida para después verificar su resistencia y cumplir con la hipótesis.

- Cantidad de Probetas a realizar.
- Cálculo para la dosificación con el 15% de sustitución del cemento.
- Cálculo para la dosificación con el 30% de sustitución del cemento.
- Densidad Media de los Cilindros.

Para finalizar se obtiene las diferentes resistencias de cada cilindro con su diferente porcentaje de cenizas sustituyendo parcialmente el cemento y a su edad establecida.

- Cuadro de Resistencia del Hormigón a los 14 y 28 días.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO GRUESO

| TABLA N°: | | 011 | | PROYECTO: | Proyecto Experimental | |
|-------------------------------|---------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------------|-------------------------|
| PESO MUESTRA (gr): | | 9175 | | PÉRDIDA DE MUESTRA (%): | 0,10% | |
| SOLICITADO POR: | | ING.MG. CARLOS NAVARRO | | FECHA: | 07/12/2015 | |
| NORMA: | | NTE INEN 696 | | ORIGEN: | CANTERA DE LA PENINSULA-AMBATO | |
| Tamiz | Abertura (mm) | Retenido parcial (gr) | Retenido acumulado (gr) | % Retenido acumulado | % que pasa | Límites ASTM % que pasa |
| 2" | 50,8 | 0 | 0 | 0,00% | 100,00% | 100 |
| 1 ½" | 38,1 | 0 | 0 | 0,00% | 100,00% | 95 - 100 |
| 1" | 25,4 | 32,2 | 32,2 | 0,35% | 99,65% | - |
| ¾" | 19,05 | 753,8 | 786 | 8,57% | 91,43% | 35 - 70 |
| ½" | 12,7 | 4715,5 | 5501,5 | 59,96% | 40,04% | - |
| ⅜" | 9,53 | 2889,3 | 8390,8 | 91,45% | 8,55% | 10 - 30 |
| #4 | 4,75 | 573,8 | 8964,6 | 97,71% | 2,29% | 0 - 5 |
| BANDEJA | | 26,4 | 8991 | 97,99% | 2,01% | - |
| TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO: | | | | 1 ½" | | |

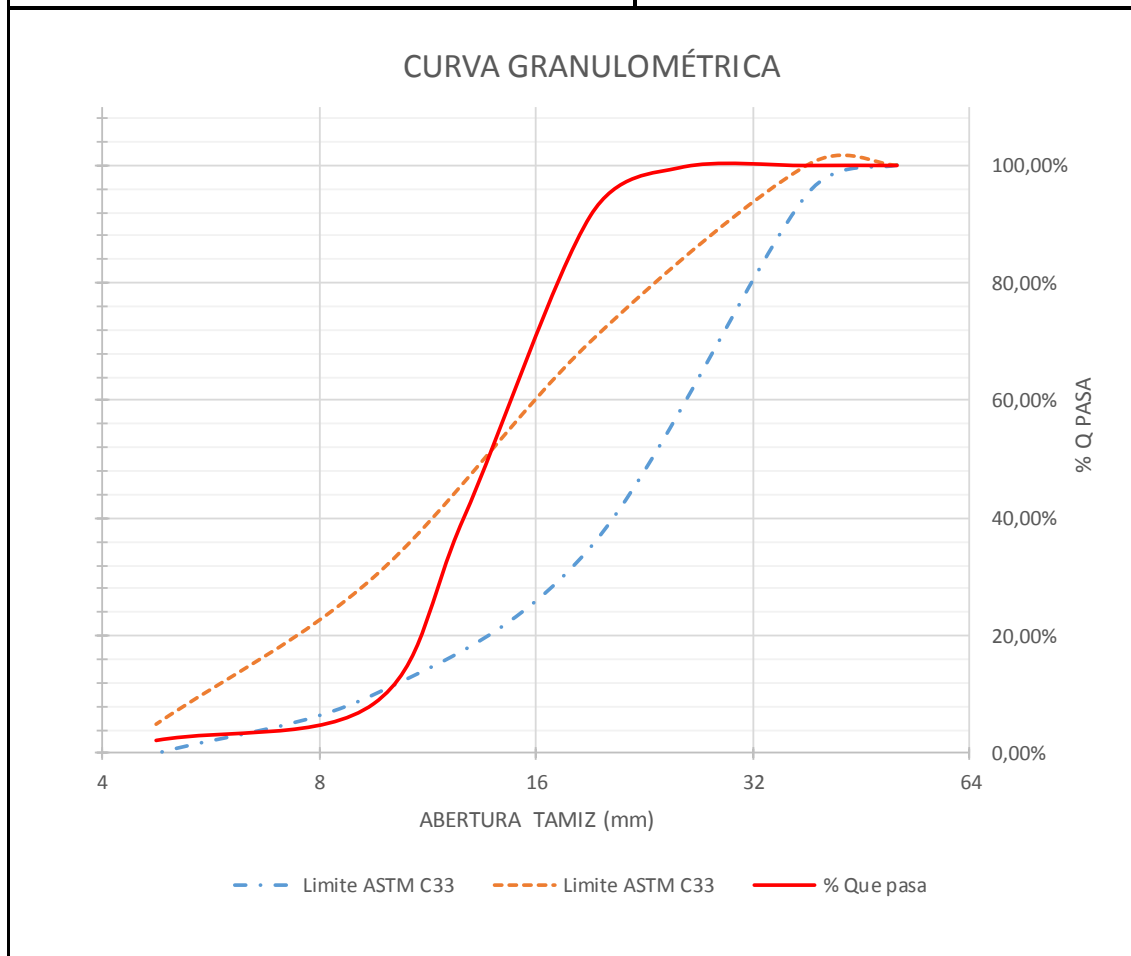


Tabla 11. Análisis Granulométrico del Agregado Grueso.

Fuente: Egdo. Coyasamin Oscar



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



| ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO | | | | | | |
|--|----------------------|------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| TABLA N°: | | 012 | | PROYECTO: | Proyecto Experimental | |
| PESO MUESTRA (gr): | | 900 | | PÉRDIDA DE MUESTRA (%): | 1,24 | |
| SOLICITADO POR: | | ING.MG. CARLOS NAVARRO | | FECHA: | 07/12/2015 | |
| NORMA: | | NTE INEN 696 | | ORIGEN: | CANTERA DE LA PENINSULA-AMBATO | |
| Tamiz | Abertura (mm) | Retenido parcial (gr) | Retenido acumulado (gr) | % Retenido acumulado | % que pasa | Límites ASTM % que pasa |
| 3/8 | 9,5 | 0 | 0 | 0,00% | 100,00% | 100 |
| #4 | 4,76 | 0 | 0 | 0,00% | 100,00% | 95-100 |
| #8 | 2,38 | 130,5 | 130,5 | 14,50% | 85,50% | 80-100 |
| #16 | 1,19 | 213,1 | 343,6 | 38,18% | 61,82% | 50-85 |
| #30 | 0,59 | 203,5 | 547,1 | 60,79% | 39,21% | 25-60 |
| #50 | 0,297 | 256,2 | 803,3 | 89,26% | 10,74% | 10-30 |
| #100 | 0,149 | 76,1 | 879,4 | 97,71% | 2,29% | 2-10 |
| #200 | 0,075 | 6,9 | 886,3 | 98,48% | 1,52% | - |
| BANDEJA | | 2,8 | 889,1 | 98,79% | - | - |
| MÓDULO DE FINURA | | | | 3,00% | | |

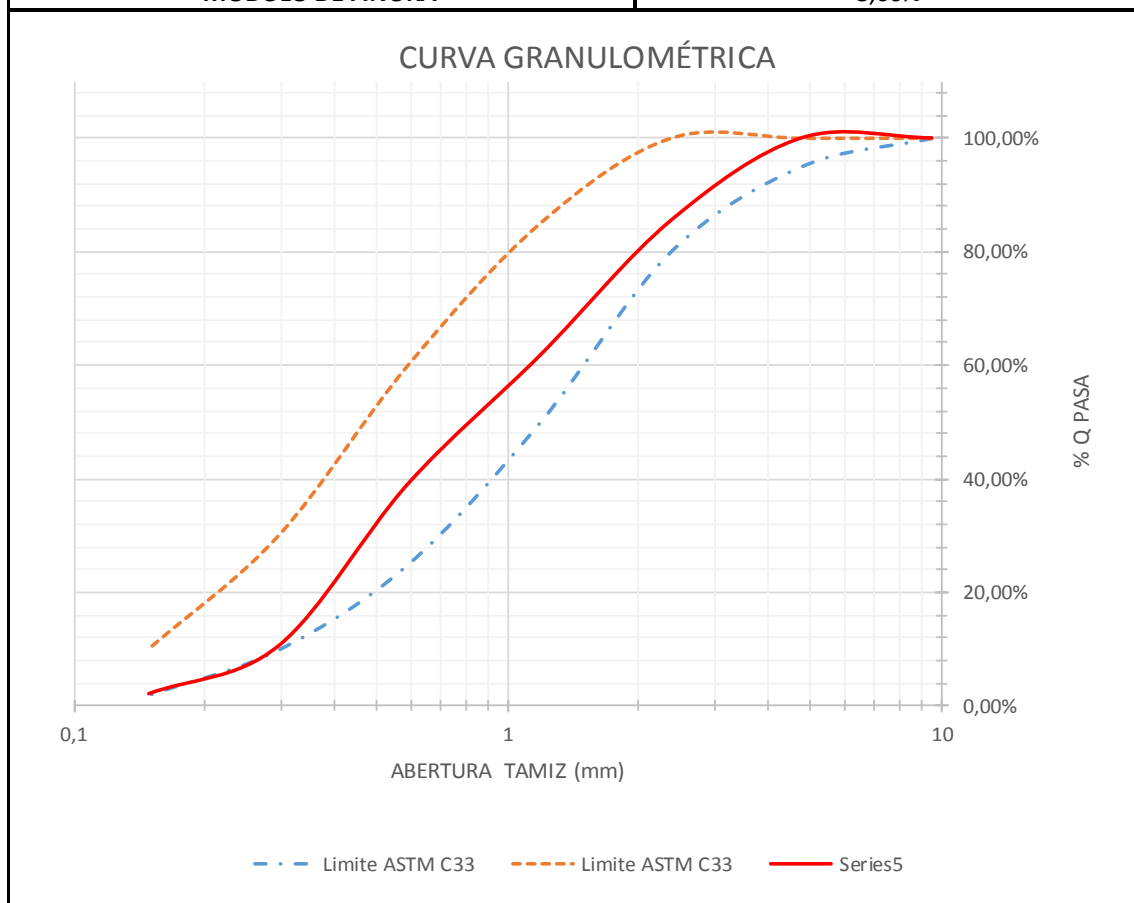


Tabla 12. Análisis Granulométrico del Agregado Fino.

Fuente: Egdo. Coyasamin Oscar.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



DENSIDAD APARENTE COMPACTADA DEL AGREGADO FINO Y GRUESO

| | | | | |
|--|-----------------------------------|----------------------|--|-------------------------------------|
| TABLA N°: | 013 | PROYECTO: | Proyecto Experimental | |
| MASA RECIPIENTE (Kg): | 9,9 | | | |
| SOLICITADO POR: | ING.MG. CARLOS NAVARRO | FECHA: | 09/12/2015 | |
| VOLUMEN RECIPIENTE (dm ³): | 20,24 | ORIGEN: | CANTERA DE LA PENINSULA-AMBATO | |
| NORMA: | NTE INEN 858:2010 | | | |
| Agregado | Agregado + Recipiente (kg) | Agregado (kg) | Peso Unitario (kg/dm³) | Promedio (kg/dm³) |
| GRUESO | 38,90 | 29,00 | 1,43 | 1,44 |
| | 39,10 | 29,20 | 1,44 | |
| FINO | 41,70 | 31,80 | 1,57 | 1,57 |
| | 41,80 | 31,90 | 1,58 | |



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



DENSIDAD APARENTE COMPACTADA DEL AGREGADO FINO Y GRUESO

| | | | | |
|--|-----------------------------------|----------------------|--|---|
| TABLA N°: | 013 | PROYECTO: | Proyecto Experimental | |
| MASA RECIPIENTE (Kg): | 9,9 | | | |
| SOLICITADO POR: | ING.MG. CARLOS NAVARRO | FECHA: | 09/12/2015 | |
| VOLUMEN RECIPIENTE (dm ³): | 20,24 | ORIGEN: | CANTERA DE LA PENINSULA-AMBATO | |
| NORMA: | NTE INEN 858:2010 | | | |
| Agregado | Agregado + Recipiente (kg) | Agregado (kg) | Peso Unitario (kg/dm³) | Peso Unitario Promedio (kg/dm³) |
| GRUESO | 36,90 | 27,00 | 1,33 | 1,33 |
| | 36,80 | 26,90 | 1,33 | |
| FINO | 39,80 | 29,90 | 1,48 | 1,47 |
| | 39,50 | 29,60 | 1,46 | |

Tabla 13. Densidad Aparente Compactada del Agregado Fino y Grueso.

Fuente: Egdo. Coyasamin Oscar

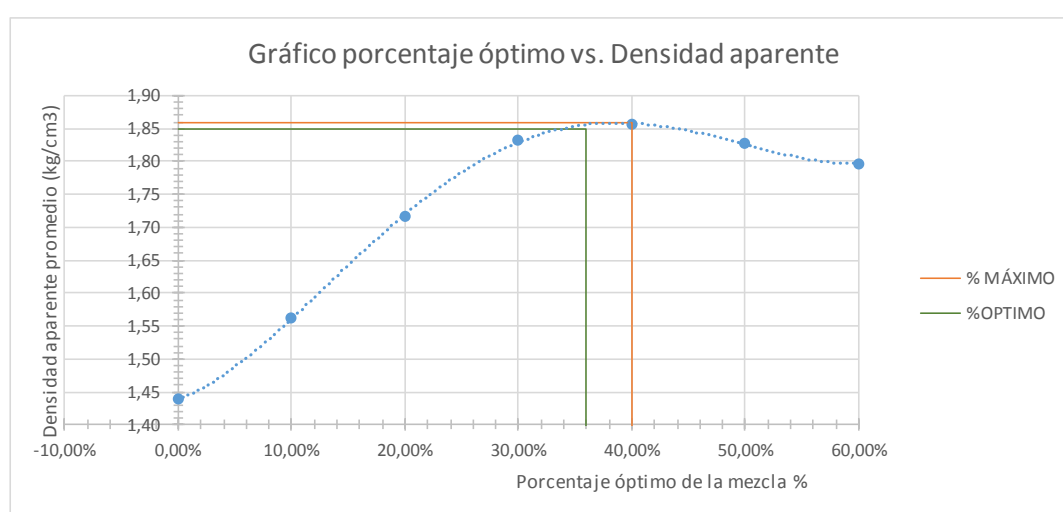


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



DENSIDAD APARENTE COMPACTADA DE LA MEZCLA

| TABLA N°: | | 014 | | | PROYECTO: | Proyecto Experimental | | |
|--|--------|------------------------|-------|-------------------|----------------------------|--------------------------------|--|------------------------|
| MASA RECIPIENTE (Kg): | | 9,9 | | | | | | |
| SOLICITADO POR: | | ING.MG. CARLOS NAVARRO | | | FECHA: | 11/12/2015 | | |
| VOLUMEN RECIPIENTE (dm ³): | | 20,23 | | | ORIGEN: | CANTERA DE LA PENINSULA-AMBATO | | |
| NORMA: | | NTE INEN 858:2010 | | | | | | |
| % Mezcla | | Cantidad (kg) | | Fino añadido (kg) | Agregado + Recipiente (kg) | Agregado (kg) | Peso unitario mezcla (kg/dm ³) | Peso unitario promedio |
| GRUESO | FINO | GRUESO | FINO | FINO | AGREGADO FINO + GRUESO | | | |
| 100,00% | 0,00% | 40,00 | 0,00 | 0,00 | 38,90 | 29,00 | 1,43 | 1,44 |
| | | | | | 39,10 | 29,20 | 1,44 | |
| 90,00% | 10,00% | 40,00 | 4,44 | 4,44 | 41,40 | 31,50 | 1,56 | 1,56 |
| | | | | | 41,60 | 31,70 | 1,57 | |
| 80,00% | 20,00% | 40,00 | 10,00 | 5,56 | 44,60 | 34,70 | 1,72 | 1,72 |
| | | | | | 44,70 | 34,80 | 1,72 | |
| 70,00% | 30,00% | 40,00 | 17,14 | 7,14 | 46,90 | 37,00 | 1,83 | 1,83 |
| | | | | | 47,00 | 37,10 | 1,83 | |
| 60,00% | 40,00% | 40,00 | 26,67 | 9,53 | 47,50 | 37,60 | 1,86 | 1,86 |
| | | | | | 47,40 | 37,50 | 1,85 | |
| 50,00% | 50,00% | 40,00 | 40,00 | 13,33 | 46,80 | 36,90 | 1,82 | 1,83 |
| | | | | | 46,90 | 37,00 | 1,83 | |
| 40,00% | 60,00% | 40,00 | 60,00 | 20,00 | 46,20 | 36,30 | 1,79 | 1,80 |
| | | | | | 46,30 | 36,40 | 1,80 | |



| | |
|---|--------|
| Porcentaje máximo de agregado fino (%) | 40,00% |
| Porcentaje máximo de agregado grueso (%) | 60,00% |
| Porcentaje óptimo de agregado fino (%) | 36,00% |
| Porcentaje óptimo de agregado grueso (%) | 64,00% |
| Peso unitario máximo (gr/cm³) | 1,860 |
| Peso unitario óptimo (gr/cm³) | 1,850 |

Tabla 14. Densidad Aparente Compactada de la Mezcla.

Fuente: Egdo. Coyasamin Oscar.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



DENSIDAD REAL Y CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO

| | | | | |
|---|--|--------------------|--------------------------------|--------|
| TABLA N°: | 015 | PROYECTO: | Proyecto Experimental | |
| SOLICITADO POR: | ING.MG. CARLOS NAVARRO | FECHA: | 11/12/2015 | |
| NORMA: | NTE INEN 857 | ORIGEN: | CANTERA DE LA PENINSULA-AMBATO | |
| CÁLCULO DE LA DENSIDAD REAL | | | | |
| DATOS | DESIGNACIÓN | UNIDAD | VALOR | |
| M1 | Masa de la canastilla en el aire | gr | 1239,00 | |
| M2 | Masa de la canastilla en el agua | gr | 1079,00 | |
| M3 | Masa de la canastilla + muestra SSS en el aire | gr | 5354,00 | |
| M4 | Masa de la canastilla + muestra SSS en el agua | gr | 3628,00 | |
| DA | Densidad real del agua | gr/cm ³ | 1,00 | |
| M5 = M3 - M1 | Masa de la muestra SSS en el aire | gr | 4115,00 | |
| M6 = M4 - M2 | Masa de la muestra SSS en el agua | gr | 2549,00 | |
| VR=(M5-M6)/DA | Volumen real de la muestra | cm ³ | 1566,00 | |
| DR=M5/VR | Densidad real | gr/cm ³ | 2,63 | |
| CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE ABSORCIÓN | | | | |
| DATOS | DESIGNACIÓN | UNIDAD | VALOR | |
| M7 | Masa del recipiente | gr | 24,70 | 25,80 |
| M8 | Masa del recipiente + muestra SSS | gr | 133,40 | 149,80 |
| M9=M8 - M7 | Masa de la muestra SSS | gr | 108,70 | 124,00 |
| M10 | Masa del recipiente + muestra seca | gr | 131,30 | 148,00 |
| M11=M10 - M7 | Masa de la muestra seca | gr | 106,60 | 122,20 |
| CA=((M9-M11)/M11)*100 | Capacidad de absorción | % | 1,97 | 1,47 |
| P2=(CA1+CA2)/2 | Capacidad de absorción promedio | % | 1,72 | |

Tabla 15. Densidad Real y Capacidad de Absorción del Agregado Grueso.

Fuente: Egdo. Coyasamin Oscar



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



DENSIDAD REAL Y CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO

| | | | | |
|---|--|------------------|--------------------------------|--------|
| TABLA N°: | 016 | PROYECTO: | Proyecto Experimental | |
| SOLICITADO POR: | ING.MG. CARLOS NAVARRO | FECHA: | 14/12/2015 | |
| NORMA: | NTE INEN 856 | ORIGEN: | CANTERA DE LA PENINSULA-AMBATO | |
| CÁLCULO DE LA DENSIDAD REAL | | | | |
| DATOS | DESIGNACIÓN | UNIDAD | VALOR | |
| M1 | Masa del picnómetro | gr | 146,40 | |
| M2 | Masa del picnómetro + muestra SSS | gr | 367,80 | |
| M3 | Masa del picnómetro + muestra SSS + agua | gr | 779,10 | |
| M4=M3-M2 | Masa agua añadida | gr | 411,30 | |
| M5 | Masa picnómetro + 500cc de agua | gr | 642,90 | |
| M6=M5-M1 | Masa de 500cc de agua | gr | 496,50 | |
| DA=M6/500cm3 | Densidad del agua | gr/cm3 | 0,99 | |
| M7=M6-M4 | Masa del agua desalojada por la muestra | gr | 85,20 | |
| Msss=M2-M1 | Masa del agregado | gr | 221,40 | |
| Vsss=M7/DA | Volumen del agua desalojada | cm3 | 85,80 | |
| DRA=Msss/Vsss | Densidad real de la arena | gr/cm3 | 2,58 | |
| CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE ABSORCIÓN | | | | |
| DATOS | DESIGNACIÓN | UNIDAD | VALOR | |
| M7 | Masa del recipiente | gr | 24,80 | 25,20 |
| M8 | Masa del recipiente + muestra SSS | gr | 158,10 | 168,50 |
| M9=M8-M7 | Masa de la muestra SSS | gr | 133,30 | 143,30 |
| M10 | Masa del recipiente + muestra seca | gr | 156,50 | 166,20 |
| M11=M10-M7 | Masa de la muestra seca | gr | 131,70 | 141,00 |
| CA=((M9-M11)/M11)*100 | Capacidad de absorción | % | 1,21 | 1,63 |
| P2=(CA1+CA2)/2 | Capacidad de absorción promedio | % | 1,42 | |

Tabla 16. Densidad Real y Capacidad de Absorción del Agregado Fino.

Fuente: Egdo. Coyasamin Oscar.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



DENSIDAD REAL DEL CEMENTO

| | | | |
|------------------------------------|---|--------------------|--------------------------------|
| TABLA N°: | 017 | PROYECTO: | Proyecto Experimental |
| SOLICITADO POR: | ING.MG. CARLOS NAVARRO | FECHA: | 14/12/2015 |
| NORMA: | NTE INEN 856 | ORIGEN: | CANTERA DE LA PENINSULA-AMBATO |
| CÁLCULO DE LA DENSIDAD REAL | | | |
| DATOS | DESIGNACIÓN | UNIDAD | VALOR |
| M1 | Masa del picnómetro | gr | 152,70 |
| M2 | Masa del picnómetro + muestra | gr | 301,60 |
| M3 | Masa del picnómetro + muestra + gasolina | gr | 631,00 |
| M4=M3-M2 | Masa gasolina añadida | gr | 329,40 |
| M5 | Masa picnómetro + 500cc de gasolina | gr | 519,70 |
| M6=M5-M1 | Masa de 500cc de gasolina | gr | 367,00 |
| DG=M6/500cm ³ | Densidad de la gasolina | gr/cm ³ | 0,73 |
| M7=M6-M4 | Masa de la gasolina desalojada por la muestra | gr | 37,60 |
| M _c =M2-M1 | Masa del cemento | gr | 148,90 |
| V _G =M7/DG | Volumen de la gasolina desalojada | cm ³ | 51,23 |
| DRC=M _c /V _G | Densidad real del cemento | gr/cm ³ | 2,91 |

Tabla 17. Densidad Real del Cemento.

Fuente: Egdo. Coyasamin Oscar.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
DOSIFICACIÓN DE HORMIGONES



| | | | | | | |
|--|--|--|---|---|--|----------------|
| TABLA N°: | 018 | OBRA O PROYECTO: | Proyecto Experimental | | | |
| FECHA: | 15-dic-15 | LUGAR DEL PROYECTO: | Laboratorios de la FICM. | | | |
| ORIGEN: | CANTERA DE LA PENINSULA-AMBATO | SOLICITADO POR: | ING.MG. CARLOS NAVARRO | | | |
| DOSIFICACIÓN MÉTODO DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL | | | | | | |
| DATOS DE ENSAYOS | | | DATOS DE TABLAS | | | |
| f_c | 240 | Kg/cm² | W/C | 0,56 | | |
| Asentamiento | 6 - 9 | cm | CP (%) | POV + 2% + 8%(POV) | | |
| DRC | 2,900 | gr/cm ³ | CÁLCULOS | | | |
| DRA | 2,580 | gr/cm ³ | DRM | 2,612 | kg/dm ³ | |
| DRR | 2,630 | gr/cm ³ | POV | 29,17 | % | |
| DSA | 1,470 | gr/cm ³ | CP | 335,07 | dm ³ | |
| DSR | 1,330 | gr/cm ³ | C | 370,31 | Kg | |
| POA | 36 | % | W | 207,37 | lts | |
| POR | 64 | % | A | 617,59 | kg | |
| DOM | 1,850 | gr/cm ³ | R | 1119,21 | kg | |
| DOSIFICACIÓN AL PESO | | | | | | |
| MATERIAL | | CANTIDAD EN Kg POR CADA m³ DE HORMIGÓN | | DOSIFICACIÓN AL PESO | | |
| W | | 207,37 | | 0,56 | | |
| C | | 370,31 | | 1,00 | | |
| A | | 617,59 | | 1,67 | | |
| R | | 1119,21 | | 3,02 | | |
| TOTAL | | 2314,49 | | kg/m³ Densidad del Horm. | | |
| DOSIFICACIÓN AL VOLUMEN | | | | | | |
| MATERIAL | CANTIDAD EN Kg POR CADA m³ DE HORMIGÓN | DOSIFICACIÓN AL PESO | CANTIDAD EN Kg POR SACO DE CEMENTO | VOLUMEN APARENTE SUELTO EN dm³ POR CADA SACO DE CEMENTO | DOSIFICACIÓN AL VOLUMEN EN OBRA | |
| W | 207,37 | 0,56 | 28,00 | - | 28,00 | litros |
| C | 370,31 | 1,00 | 50,00 | - | 1 | saco |
| A | 617,59 | 1,67 | 83,39 | 56,73 | 2,10 | cajones |
| R | 1119,21 | 3,02 | 151,12 | 113,62 | 4,20 | cajones |
| VOLUMEN REAL DEL HORMIGÓN | | | 2314,49 | dm³ c/saco | | |
| DIMENSIONES PARIHUELA: B = L = H = 3,00 dm | | | VOLUMEN PARIHUELA | | 27,00 dm³ | |
| NOMENCLATURA: | | | | | | |
| DRC | Densidad Real del Cemento | CP (%) | Cantidad de Pasta en % | | | |
| DRA | Densidad Real de la Arena | DRM | Densidad Real de la Mezcla | | | |
| DRR | Densidad Real del Ripio | POV | Porcentaje Óptimo de Vacios | | | |
| DSA | Densidad Suelta de la Arena | CP | Cantidad de Pasta | | | |
| DSR | Densidad Suelta del Ripio | C | Cantidad de Cemento | | | |
| POA | Porcentaje Óptimo de Arena | W | Cantidad de Agua | | | |
| POR | Porcentaje Óptimo de Ripio | A | Cantidad de Arena | | | |
| DOM | Densidad Óptima de la Mezcla | R | Cantidad de Ripio | | | |
| W/C | Relación Agua Cemento | | | | | |

Nota: A fin de controlar la relación W/C y la trabajabilidad, utilizar aditivo plastificante en las dosis indicadas.

Observación: Utilizar esta dosificación cuando se utilice la arena después de haber sido tamizada por el tamiz N° 04.

Tabla 18. Dosificación del Hormigón.

Fuente: Egdo. Coyasamin Oscar.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



DENSIDAD REAL Y CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DE LA CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ (CCA).

| TABLA N°: | 019 | PROYECTO: | Proyecto Experimental | |
|---|--|--------------------|--------------------------------|-------|
| SOLICITADO POR: | ING.MG. CARLOS NAVARRO | FECHA: | 11/01/2016 | |
| NORMA: | NTE INEN 856 | ORIGEN: | CANTERA DE LA PENINSULA-AMBATO | |
| CÁLCULO DE LA DENSIDAD REAL | | | | |
| DATOS | DESIGNACIÓN | UNIDAD | VALOR | |
| M1 | Masa del picnómetro | gr | 174,20 | |
| M2 | Masa del picnómetro + muestra SSS | gr | 274,40 | |
| M3 | Masa del picnómetro + muestra SSS + agua | gr | 701,60 | |
| M4=M3-M2 | Masa agua añadida | gr | 427,20 | |
| M5 | Masa picnómetro + 500cc de agua | gr | 671,30 | |
| M6=M5-M1 | Masa de 500cc de agua | gr | 497,10 | |
| DA=M6/500cm ³ | Densidad del agua | gr/cm ³ | 0,99 | |
| M7=M6-M4 | Masa del agua desalojada por la muestra | gr | 69,90 | |
| Msss=M2-M1 | Masa del agregado | gr | 100,20 | |
| Vsss=M7/DA | Volumen del agua desalojada | cm ³ | 70,31 | |
| DRA=Msss/Vsss | Densidad real de la arena | gr/cm ³ | 1,43 | |
| CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE ABSORCIÓN | | | | |
| DATOS | DESIGNACIÓN | UNIDAD | VALOR | |
| M7 | Masa del recipiente | gr | 23,10 | 25,90 |
| M8 | Masa del recipiente + muestra SSS | gr | 50,80 | 55,10 |
| M9=M8-M7 | Masa de la muestra SSS | gr | 27,70 | 29,20 |
| M10 | Masa del recipiente + muestra seca | gr | 39,10 | 43,10 |
| M11=M10-M7 | Masa de la muestra seca | gr | 16,00 | 17,20 |
| CA=((M9-M11)/M11)*100 | Capacidad de absorción | % | 73,13 | 69,77 |
| P2=(CA1+CA2)/2 | Capacidad de absorción promedio | % | 71,45 | |

Tabla 19. Densidad Real y Capacidad de Absorción de la Ceniza de Cascarilla de Arroz.

Fuente: Egdo. Coyasamin Oscar.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



DENSIDAD REAL Y CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DE LA CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA (CBC).

| TABLA N°: | 020 | PROYECTO: | Proyecto Experimental | |
|---|--|--------------------|--------------------------------|-------|
| SOLICITADO POR: | ING.MG. CARLOS NAVARRO | FECHA: | 11/01/2016 | |
| NORMA: | NTE INEN 856 | ORIGEN: | CANTERA DE LA PENINSULA-AMBATO | |
| CÁLCULO DE LA DENSIDAD REAL | | | | |
| DATOS | DESIGNACIÓN | UNIDAD | VALOR | |
| M1 | Masa del picnómetro | gr | 152,90 | |
| M2 | Masa del picnómetro + muestra SSS | gr | 267,10 | |
| M3 | Masa del picnómetro + muestra SSS + agua | gr | 703,30 | |
| M4=M3-M2 | Masa agua añadida | gr | 436,20 | |
| M5 | Masa picnómetro + 500cc de agua | gr | 650,40 | |
| M6=M5-M1 | Masa de 500cc de agua | gr | 497,50 | |
| DA=M6/500cm ³ | Densidad del agua | gr/cm ³ | 1,00 | |
| M7=M6-M4 | Masa del agua desalojada por la muestra | gr | 61,30 | |
| Msss=M2-M1 | Masa del agregado | gr | 114,20 | |
| Vsss=M7/DA | Volumen del agua desalojada | cm ³ | 61,61 | |
| DRA=Msss/Vsss | Densidad real de la arena | gr/cm ³ | 1,85 | |
| CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE ABSORCIÓN | | | | |
| DATOS | DESIGNACIÓN | UNIDAD | VALOR | |
| M7 | Masa del recipiente | gr | 24,40 | 24,80 |
| M8 | Masa del recipiente + muestra SSS | gr | 90,10 | 81,60 |
| M9=M8-M7 | Masa de la muestra SSS | gr | 65,70 | 56,80 |
| M10 | Masa del recipiente + muestra seca | gr | 75,60 | 69,30 |
| M11=M10-M7 | Masa de la muestra seca | gr | 51,20 | 44,50 |
| CA=((M9-M11)/M11)*100 | Capacidad de absorción | % | 28,32 | 27,64 |
| P2=(CA1+CA2)/2 | Capacidad de absorción promedio | % | 27,98 | |

Tabla 20. Densidad Real y Capacidad de Absorción de la Ceniza de Bagazo de Caña.

Fuente: Egdo. Coyasamin Oscar.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



| | | | |
|-----------------|----------------------------------|-----------|--------------------------------|
| TABLA N°: | 021 | PROYECTO: | Proyecto Experimental |
| SOLICITADO POR: | ING.MG. CARLOS NAVARRO | FECHA: | 18/02/2016 |
| NORMA: | MÉTODO DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL | ORIGEN: | CANTERA DE LA PENINSULA-AMBATO |

CANTIDAD DE PROBETAS A REALIZAR EN EL PROYECTO EXPERIMENTAL

| HORMIGÓN DE F'C=240 Kg/cm ² | | | | |
|--|-------------|-----------------|--|---|
| REEMPLAZO PARCIAL DEL CEMENTO PORTLAND | | | | |
| EDAD | Porcentajes | Hormigón Normal | Hormigón con Ceniza de Cascarilla de Arroz | Hormigón con Ceniza de Bagazo de Caña de Azúcar |
| 14 DÍAS | 0% | 3 | | |
| | 15% | | 3 | 3 |
| | 30% | | 3 | 3 |
| 28 DÍAS | 0% | 3 | | |
| | 15% | | 3 | 3 |
| | 30% | | 3 | 3 |
| | # PROBETAS | 6 | 12 | 12 |
| | TOTAL = | 30 PROBETAS | | |

COMPONENTES PARA LA DOSIFICACIÓN

| COMPONENTES DEL HORMIGÓN F'C=240 Kg/cm ² | | |
|---|---------------------|--------|
| VOLUMEN = | 1,00 m ³ | |
| COMPONENTE | CANTIDAD | UNIDAD |
| CEMENTO | 370,31 | Kg |
| AGUA | 207,37 | Litros |
| ARENA | 617,59 | Kg |
| RIPIO | 1119,21 | Kg |

| COMPONENTES DEL HORMIGÓN F'C=240 Kg/cm ² , | | |
|---|----------|----------------|
| # PROBETAS | 3 | |
| VOL.PROBETA = | 0,0053 | m ³ |
| VOL.HORMIGÓN= | 0,0159 | |
| COMPONENTE | CANTIDAD | UNIDAD |
| CEMENTO | 5,9 | Kg |
| AGUA | 3,8 | Litros |
| ARENA | 14,1 | Kg |
| RIPIO | 22,2 | Kg |

Tabla 21. Cantidad de Probetas a realizar.

Fuente: Egdo. Coyasamin Oscar.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



| | | | |
|-----------------|----------------------------------|-----------|--------------------------------|
| TABLA N°: | 022 | PROYECTO: | Proyecto Experimental |
| SOLICITADO POR: | ING.MG. CARLOS NAVARRO | FECHA: | 18/02/2016 |
| NORMA: | MÉTODO DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL | ORIGEN: | CANTERA DE LA PENINSULA-AMBATO |

| REEMPLAZO 15% DEL CEMENTO CON CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ (CCA). | | |
|--|--|----------------------------------|
| F'C= 240 Kg/cm ² | | |
| VOL.PROBETA= | 0,0053 | m ³ |
| No. PROBETAS | 3 | |
| VOL. HORMIGÓN= | 0,02 | m ³ |
| COMPONENTE | CANTIDAD NECESARIA POR VOLUMEN HORMIGÓN Kg | CANTIDAD REEMPLAZANDO CEMENTO Kg |
| CEMENTO | 5,8 | 6,4 |
| AGUA | 3,8 | 4,12 |
| ARENA | 14,1 | 14,1 |
| RIPIO | 22,2 | 22,2 |
| 15% (CCA) | | 0,6 |

| REEMPLAZO 15% DEL CEMENTO CON CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR (CBC). | | |
|---|-----------------------------------|----------------------------------|
| F'C= 240 Kg/cm ² | | |
| VOL.PROBETA= | 0,0053 | m ³ |
| No. PROBETAS | 3 | |
| VOL. HORMIGÓN= | 0,02 | m ³ |
| COMPONENTE | CANTIDAD NECESARIA POR VOLUMEN Kg | CANTIDAD REEMPLAZANDO CEMENTO Kg |
| CEMENTO | 5,8 | 5,96 |
| AGUA | 3,8 | 3,9 |
| ARENA | 14,1 | 14,1 |
| RIPIO | 22,2 | 22,2 |
| 15% (CBC) | | 0,6 |

Tabla 22. Dosificación con el 15% de sustitución del cemento.

Fuente: Egdo. Coyasamin Oscar.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



| | | | |
|-----------------|----------------------------------|-----------|--------------------------------|
| TABLA N°: | 023 | PROYECTO: | Proyecto Experimental |
| SOLICITADO POR: | ING.MG. CARLOS NAVARRO | FECHA: | 18/02/2016 |
| NORMA: | MÉTODO DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL | ORIGEN: | CANTERA DE LA PENINSULA-AMBATO |

| REEMPLAZO 30% DEL CEMENTO CON CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ (CCA). | | |
|--|-----------------------------------|----------------------------------|
| F'C= 240 Kg/cm ² | | |
| VOL.PROBETA= | 0,0053 | m ³ |
| No. PROBETAS | 3 | |
| VOL. HORMIGÓN= | 0,0200 | m ³ |
| COMPONENTE | CANTIDAD NECESARIA POR VOLUMEN Kg | CANTIDAD REEMPLAZANDO CEMENTO Kg |
| CEMENTO | 4,8 | 6,1 |
| AGUA | 3,8 | 4,8 |
| ARENA | 14,1 | 14,1 |
| RIPIO | 22,2 | 22,2 |
| 30% (CCA) | | 1,6 |

| REEMPLAZO 30% DEL CEMENTO CON CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR (CBC). | | |
|---|-----------------------------------|----------------------------------|
| F'C= 240 Kg/cm ² | | |
| VOL.PROBETA= | 0,0053 | m ³ |
| No. PROBETAS | 3 | |
| VOL. HORMIGÓN= | 0,0200 | m ³ |
| COMPONENTE | CANTIDAD NECESARIA POR VOLUMEN Kg | CANTIDAD REEMPLAZANDO CEMENTO Kg |
| CEMENTO | 4,8 | 5,2 |
| AGUA | 3,8 | 4,1 |
| ARENA | 14,1 | 14,1 |
| RIPIO | 22,2 | 22,2 |
| 30% (CBC) | | 1,6 |

Tabla 23. Dosificación con el 30% de sustitución del cemento.

Fuente: Egdo. Coyasamin Oscar



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



| TABLA N°: | 024 | PROYECTO: | Proyecto Experimental | |
|-----------------|----------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|------------------|
| SOLICITADO POR: | ING.MG. CARLOS NAVARRO | FECHA: | 19/02/2016 | |
| NORMA: | MÉTODO DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL | ORIGEN: | CANTERA DE LA PENINSULA-AMBATO | |
| NOMBRE | PESO DEL MOLDE VACÍO (Kg) | PESO DEL MOLDE CON HORMIGÓN (Kg) | PESO DEL CILINDRO (gr) | DENSIDAD (Kg/m3) |
| M1 | 11,40 | 24,20 | 12707 | 2398,11 |
| M2 | 11,40 | 24,10 | 12615 | 2380,75 |
| M3 | 11,40 | 24,10 | 12626 | 2382,83 |
| M4 | 11,40 | 24,20 | 12768 | 2409,62 |
| M5 | 6,80 | 19,80 | 12849 | 2424,91 |
| M6 | 11,40 | 24,10 | 12554 | 2369,24 |
| M7 | 11,40 | 23,80 | 12289 | 2319,23 |
| M8 | 11,30 | 23,90 | 12492 | 2357,54 |
| M9 | 11,40 | 23,80 | 12359 | 2332,44 |
| M10 | 11,40 | 23,90 | 12333 | 2327,53 |
| M11 | 11,70 | 24,00 | 12281 | 2317,72 |
| M12 | 11,60 | 24,00 | 12303 | 2321,87 |
| M13 | 11,30 | 24,40 | 12919 | 2438,12 |
| M14 | 11,40 | 23,80 | 12370 | 2334,51 |
| M15 | 11,60 | 23,40 | 11880 | 2242,04 |
| M16 | 11,40 | 24,20 | 12743 | 2404,91 |
| M17 | 11,20 | 24,10 | 12701 | 2396,98 |
| M18 | 11,40 | 24,30 | 12733 | 2403,02 |
| M19 | 11,30 | 23,80 | 12463 | 2352,06 |
| M20 | 11,60 | 24,10 | 12387 | 2337,72 |
| M21 | 11,00 | 23,40 | 12337 | 2328,28 |
| M22 | 11,40 | 24,00 | 12635 | 2384,52 |
| M23 | 11,20 | 23,60 | 12307 | 2322,62 |
| M24 | 9,00 | 21,80 | 12645 | 2386,41 |

Tabla 24. Densidad Media de los Cilindros.

Fuente: Egdo. Coyasamin Oscar.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE COMPRESIÓN DE CILINDROS



NORMA ASTM C39

| TABLA N°: | | 025 | | PROYECTO: | | Proyecto Experimental | | |
|---------------------------|------------------|----------------------------|-----------------------------------|------------------|------------|-----------------------|----------------|--------------------------------------|
| SOLICITADO POR: | | ING.MG. CARLOS NAVARRO | | FECHA: | | 08/12/2015 | | |
| NÚMERO DE MUESTRAS | | 3 | | MATERIAL: | | HORMIGÓN NORMAL | | |
| PROBETA N° | DIÁMETRO (cm) | ÁREA (cm ²) | ESFUERZO (Kg/cm ²) | FECHA DE: | | DÍAS | IDENTIFICACIÓN | ESPECIFICACIÓN (Kg/cm ²) |
| | | | | ELABORACIÓN | ENSAYO | | | |
| 1 | 15,20 | 181,46 | 261,30 | 15/12/2015 | 11/01/2016 | 28 | Dosificación | 240 |
| 2 | 15,15 | 180,27 | 255,70 | 15/12/2015 | 11/01/2016 | 28 | Dosificación | 240 |
| 3 | 15,12 | 179,55 | 259,80 | 15/12/2015 | 11/01/2016 | 28 | Dosificación | 240 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

Nota : Revisar resistencias para distintos días de edad.
 7 días (65% - 75%) de la resistencia especificada.
 14 días (80% -90%) de la resistencia especificada.
 21 días (90% - 100%) de la resistencia especificada.

Tabla 25. Resistencia del Hormigón Normal a los 28 días para la Dosificación.

Fuente: Egdo. Coyasamin Oscar.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE COMPRESIÓN DE CILINDROS



NORMA ASTM C39

| TABLA N°: | | 026 | | PROYECTO: | | Proyecto Experimental | | |
|---------------------------|------------------|----------------------------|-----------------------------------|------------------|------------|-----------------------|----------------|--------------------------------------|
| SOLICITADO POR: | | ING.MG. CARLOS NAVARRO | | FECHA: | | 25/01/2016 | | |
| NÚMERO DE MUESTRAS | | 3 | | MATERIAL: | | HORMIGÓN NORMAL | | |
| PROBETA N° | DIÁMETRO (cm) | ÁREA (cm ²) | ESFUERZO (Kg/cm ²) | FECHA DE: | | DÍAS | IDENTIFICACIÓN | ESPECIFICACIÓN (Kg/cm ²) |
| | | | | ELABORACIÓN | ENSAYO | | | |
| 1 | 15,08 | 178,60 | 208,70 | 12/01/2016 | 25/01/2016 | 14 | Dosificación | 240 |
| 2 | 15,10 | 179,08 | 205,90 | 12/01/2016 | 25/01/2016 | 14 | Dosificación | 240 |
| 3 | 15,14 | 180,03 | 210,40 | 12/01/2016 | 25/01/2016 | 14 | Dosificación | 240 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

Nota : Revisar resistencias para distintos días de edad.
 7 días (65% - 75%) de la resistencia especificada.
 14 días (80% -90%) de la resistencia especificada.
 21 días (90% - 100%) de la resistencia especificada.

Tabla 26. Resistencia del Hormigón Normal a los 14 días.

Fuente: Egdo. Coyasamin Oscar.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE COMPRESIÓN DE CILINDROS



NORMA ASTM C39

| TABLA N°: | | 027 | | PROYECTO: | | Proyecto Experimental | | |
|---------------------------|------------------|----------------------------|-----------------------------------|------------------|------------|-----------------------|----------------|--------------------------------------|
| SOLICITADO POR: | | ING.MG. CARLOS NAVARRO | | FECHA: | | 08/02/2016 | | |
| NÚMERO DE MUESTRAS | | 3 | | MATERIAL: | | HORMIGÓN NORMAL | | |
| PROBETA N° | DIÁMETRO (cm) | ÁREA (cm ²) | ESFUERZO (Kg/cm ²) | FECHA DE: | | DÍAS | IDENTIFICACIÓN | ESPECIFICACIÓN (Kg/cm ²) |
| | | | | ELABORACIÓN | ENSAYO | | | |
| 1 | 15,14 | 180,03 | 250,50 | 12/01/2016 | 08/02/2016 | 28 | Dosificación | 240 |
| 2 | 15,10 | 179,08 | 251,60 | 12/01/2016 | 08/02/2016 | 28 | Dosificación | 240 |
| 3 | 15,12 | 179,55 | 253,10 | 12/01/2016 | 08/02/2016 | 28 | Dosificación | 240 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

Nota : Revisar resistencias para distintos días de edad.
 7 días (65% - 75%) de la resistencia especificada.
 14 días (80% -90%) de la resistencia especificada.
 21 días (90% - 100%) de la resistencia especificada.

Tabla 27. Resistencia del Hormigón Normal a los 28 días.

Fuente: Egdo. Coyasamin Oscar.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE COMPRESIÓN DE CILINDROS



NORMA ASTM C39

| TABLA N°: | | 028 | | PROYECTO: | | Proyecto Experimental | | |
|---------------------------|------------------|----------------------------|-----------------------------------|------------------|------------|---|----------------|--------------------------------------|
| SOLICITADO POR: | | ING.MG. CARLOS NAVARRO | | FECHA: | | 04/03/2016 | | |
| NÚMERO DE MUESTRAS | | 3 | | MATERIAL: | | CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ SUSTITUCIÓN DEL 15% | | |
| PROBETA N° | DIÁMETRO (cm) | ÁREA (cm ²) | ESFUERZO (Kg/cm ²) | FECHA DE: | | DÍAS | IDENTIFICACIÓN | ESPECIFICACIÓN (Kg/cm ²) |
| | | | | ELABORACIÓN | ENSAYO | | | |
| 1 | 15,31 | 184,09 | 223,40 | 19/02/2016 | 04/03/2016 | 14 | Dosificación | 240 |
| 2 | 15,22 | 181,94 | 219,20 | 19/02/2016 | 04/03/2016 | 14 | Dosificación | 240 |
| 3 | 15,10 | 179,08 | 222,00 | 19/02/2016 | 04/03/2016 | 14 | Dosificación | 240 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

Nota : Revisar resistencias para distintos días de edad.
 7 días (65% - 75%) de la resistencia especificada.
 14 días (80% -90%) de la resistencia especificada.
 21 días (90% - 100%) de la resistencia especificada.

Tabla 28. Resistencia del Hormigón con CCA a los 14 días con el 15%.

Fuente: Egdo. Coyasamin Oscar.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE COMPRESIÓN DE CILINDROS



NORMA ASTM C39

| TABLA N°: | | 029 | | PROYECTO: | | Proyecto Experimental | | |
|---------------------------|------------------|----------------------------|-----------------------------------|------------------|------------|---|----------------|--------------------------------------|
| SOLICITADO POR: | | ING.MG. CARLOS NAVARRO | | FECHA: | | 04/03/2016 | | |
| NÚMERO DE MUESTRAS | | 3 | | MATERIAL: | | CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ SUSTITUCIÓN DEL 30% | | |
| PROBETA N° | DIÁMETRO (cm) | ÁREA (cm ²) | ESFUERZO (Kg/cm ²) | FECHA DE: | | DÍAS | IDENTIFICACIÓN | ESPECIFICACIÓN (Kg/cm ²) |
| | | | | ELABORACIÓN | ENSAYO | | | |
| 1 | 15,21 | 181,70 | 177,80 | 19/02/2016 | 04/03/2016 | 14 | Dosificación | 240 |
| 2 | 15,20 | 181,46 | 189,70 | 19/02/2016 | 04/03/2016 | 14 | Dosificación | 240 |
| 3 | 15,25 | 182,65 | 195,30 | 19/02/2016 | 04/03/2016 | 14 | Dosificación | 240 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

Nota : Revisar resistencias para distintos días de edad.
 7 días (65% - 75%) de la resistencia especificada.
 14 días (80% -90%) de la resistencia especificada.
 21 días (90% - 100%) de la resistencia especificada.

Tabla 29. Resistencia del Hormigón con CCA a los 14 días con el 30%.

Fuente: Egdo. Coyasamin Oscar.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE COMPRESIÓN DE CILINDROS



NORMA ASTM C39

| TABLA N°: | | 030 | | PROYECTO: | | Proyecto Experimental | | |
|---------------------------|------------------|----------------------------|-----------------------------------|------------------|------------|---|----------------|--------------------------------------|
| SOLICITADO POR: | | ING.MG. CARLOS NAVARRO | | FECHA: | | 18/03/2016 | | |
| NÚMERO DE MUESTRAS | | 3 | | MATERIAL: | | CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ SUSTITUCIÓN DEL 15% | | |
| PROBETA N° | DIÁMETRO (cm) | ÁREA (cm ²) | ESFUERZO (Kg/cm ²) | FECHA DE: | | DÍAS | IDENTIFICACIÓN | ESPECIFICACIÓN (Kg/cm ²) |
| | | | | ELABORACIÓN | ENSAYO | | | |
| 1 | 15,16 | 180,50 | 267,80 | 19/02/2016 | 18/03/2016 | 28 | Dosificación | 240 |
| 2 | 15,24 | 182,41 | 253,10 | 19/02/2016 | 18/03/2016 | 28 | Dosificación | 240 |
| 3 | 15,30 | 183,85 | 266,00 | 19/02/2016 | 18/03/2016 | 28 | Dosificación | 240 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

Nota : Revisar resistencias para distintos días de edad.
 7 días (65% - 75%) de la resistencia especificada.
 14 días (80% -90%) de la resistencia especificada.
 21 días (90% - 100%) de la resistencia especificada.

Tabla 30. Resistencia del Hormigón con CCA a los 28 días con el 15%.

Fuente: Egdo. Coyasamin Oscar.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE COMPRESIÓN DE CILINDROS



NORMA ASTM C39

| TABLA N°: | | 031 | | PROYECTO: | | Proyecto Experimental | | |
|---------------------------|----------|------------------------|-----------------------|------------------|------------|---|----------------|--------------------------------------|
| SOLICITADO POR: | | ING.MG. CARLOS NAVARRO | | FECHA: | | 18/03/2016 | | |
| NÚMERO DE MUESTRAS | | 3 | | MATERIAL: | | CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ SUSTITUCIÓN DEL 30% | | |
| PROBETA | DIÁMETRO | ÁREA | ESFUERZO | FECHA DE: | | DÍAS | IDENTIFICACIÓN | ESPECIFICACIÓN (Kg/cm ²) |
| | | | | ELABORACIÓN | ENSAYO | | | |
| N° | (cm) | (cm ²) | (Kg/cm ²) | | | | | |
| 1 | 15,11 | 179,32 | 243,00 | 19/02/2016 | 18/03/2016 | 28 | Dosificación | 240 |
| 2 | 15,25 | 182,65 | 247,80 | 19/02/2016 | 18/03/2016 | 28 | Dosificación | 240 |
| 3 | 15,21 | 181,70 | 244,30 | 19/02/2016 | 18/03/2016 | 28 | Dosificación | 240 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

Nota : Revisar resistencias para distintos días de edad.
 7 días (65% - 75%) de la resistencia especificada.
 14 días (80% -90%) de la resistencia especificada.
 21 días (90% - 100%) de la resistencia especificada.

Tabla 31. Resistencia del Hormigón con CCA a los 28 días con el 30%.

Fuente: Egdo. Coyasamin Oscar.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE COMPRESIÓN DE CILINDROS



NORMA ASTM C39

| TABLA N°: | | 032 | | PROYECTO: | | Proyecto Experimental | | |
|---------------------------|------------------|----------------------------|-----------------------------------|------------------|------------|--|----------------|--------------------------------------|
| SOLICITADO POR: | | ING.MG. CARLOS NAVARRO | | FECHA: | | 04/03/2016 | | |
| NÚMERO DE MUESTRAS | | 3 | | MATERIAL: | | CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR SUSTITUCIÓN DEL 15% | | |
| PROBETA N° | DIÁMETRO (cm) | ÁREA (cm ²) | ESFUERZO (Kg/cm ²) | FECHA DE: | | DÍAS | IDENTIFICACIÓN | ESPECIFICACIÓN (Kg/cm ²) |
| | | | | ELABORACIÓN | ENSAYO | | | |
| 1 | 15,20 | 181,46 | 243,70 | 19/02/2016 | 04/03/2016 | 14 | Dosificación | 240 |
| 2 | 15,31 | 184,09 | 247,20 | 19/02/2016 | 04/03/2016 | 14 | Dosificación | 240 |
| 3 | 15,24 | 182,41 | 253,80 | 19/02/2016 | 04/03/2016 | 14 | Dosificación | 240 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

Nota : Revisar resistencias para distintos días de edad.
 7 días (65% - 75%) de la resistencia especificada.
 14 días (80% -90%) de la resistencia especificada.
 21 días (90% - 100%) de la resistencia especificada.

Tabla 32. Resistencia del Hormigón con CBC a los 14 días con el 15%.

Fuente: Egdo. Coyasamin Oscar.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE COMPRESIÓN DE CILINDROS



NORMA ASTM C39

| TABLA N°: | | 033 | | PROYECTO: | | Proyecto Experimental | | |
|---------------------------|----------|------------------------|-----------------------|------------------|------------|--|----------------|--------------------------------------|
| SOLICITADO POR: | | ING.MG. CARLOS NAVARRO | | FECHA: | | 04/03/2016 | | |
| NÚMERO DE MUESTRAS | | 3 | | MATERIAL: | | CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR SUSTITUCIÓN DEL 30% | | |
| PROBETA | DIÁMETRO | ÁREA | ESFUERZO | FECHA DE: | | DÍAS | IDENTIFICACIÓN | ESPECIFICACIÓN (Kg/cm ²) |
| | | | | ELABORACIÓN | ENSAYO | | | |
| N° | (cm) | (cm ²) | (Kg/cm ²) | | | | | |
| 1 | 15,21 | 181,70 | 165,80 | 19/02/2016 | 04/03/2016 | 14 | Dosificación | 240 |
| 2 | 15,14 | 180,03 | 185,00 | 19/02/2016 | 04/03/2016 | 14 | Dosificación | 240 |
| 3 | 15,12 | 179,55 | 173,80 | 19/02/2016 | 04/03/2016 | 14 | Dosificación | 240 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

Nota : Revisar resistencias para distintos días de edad.
 7 días (65% - 75%) de la resistencia especificada.
 14 días (80% -90%) de la resistencia especificada.
 21 días (90% - 100%) de la resistencia especificada.

Tabla 33. Resistencia del Hormigón con CBC a los 14 días con el 30%.

Fuente: Egdo. Coyasamin Oscar.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE COMPRESIÓN DE CILINDROS



NORMA ASTM C39

| TABLA N°: | | 034 | | PROYECTO: | | Proyecto Experimental | | |
|---------------------------|----------|------------------------|-----------------------|------------------|------------|--|----------------|--------------------------------------|
| SOLICITADO POR: | | ING.MG. CARLOS NAVARRO | | FECHA: | | 18/03/2016 | | |
| NÚMERO DE MUESTRAS | | 3 | | MATERIAL: | | CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR SUSTITUCIÓN DEL 15% | | |
| PROBETA | DIÁMETRO | ÁREA | ESFUERZO | FECHA DE: | | DÍAS | IDENTIFICACIÓN | ESPECIFICACIÓN (Kg/cm ²) |
| | | | | ELABORACIÓN | ENSAYO | | | |
| N° | (cm) | (cm ²) | (Kg/cm ²) | | | | | |
| 1 | 15,34 | 184,82 | 303,90 | 19/02/2016 | 18/03/2016 | 28 | Dosificación | 240 |
| 2 | 15,31 | 184,09 | 310,10 | 19/02/2016 | 18/03/2016 | 28 | Dosificación | 240 |
| 3 | 15,25 | 182,65 | 298,90 | 19/02/2016 | 18/03/2016 | 28 | Dosificación | 240 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

Nota : Revisar resistencias para distintos días de edad.
 7 días (65% - 75%) de la resistencia especificada.
 14 días (80% -90%) de la resistencia especificada.
 21 días (90% - 100%) de la resistencia especificada.

Tabla 34. Resistencia del Hormigón con CBC a los 28 días con el 15%.

Fuente: Egdo. Coyasamin Oscar.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE COMPRESIÓN DE CILINDROS



NORMA ASTM C39

| TABLA N°: | | 035 | | PROYECTO: | | Proyecto Experimental | | |
|---------------------------|------------------|----------------------------|-----------------------------------|------------------|------------|--|----------------|--------------------------------------|
| SOLICITADO POR: | | ING.MG. CARLOS NAVARRO | | FECHA: | | 18/03/2016 | | |
| NÚMERO DE MUESTRAS | | 3 | | MATERIAL: | | CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR SUSTITUCIÓN DEL 30% | | |
| PROBETA N° | DIÁMETRO (cm) | ÁREA (cm ²) | ESFUERZO (Kg/cm ²) | FECHA DE: | | DÍAS | IDENTIFICACIÓN | ESPECIFICACIÓN (Kg/cm ²) |
| | | | | ELABORACIÓN | ENSAYO | | | |
| 1 | 15,34 | 184,82 | 232,30 | 19/02/2016 | 18/03/2016 | 28 | Dosificación | 240 |
| 2 | 15,11 | 179,32 | 236,60 | 19/02/2016 | 18/03/2016 | 28 | Dosificación | 240 |
| 3 | 15,21 | 181,70 | 231,90 | 19/02/2016 | 18/03/2016 | 28 | Dosificación | 240 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

Nota : Revisar resistencias para distintos días de edad.
 7 días (65% - 75%) de la resistencia especificada.
 14 días (80% -90%) de la resistencia especificada.
 21 días (90% - 100%) de la resistencia especificada.

Tabla 35. Resistencia del Hormigón con CBC a los 28 días con el 30%.

Fuente: Egdo. Coyasamin Oscar.

4.2 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE COMPRESIÓN DE CILINDROS



COMPARACIÓN DE LAS RESISTENCIAS DE LOS CILINDROS

| | | | | | | | | | | | |
|------------------------|------------------------|------------------------|---|-----------------------|------------------------|-----------------------|---|-----------------------|------------------------|-----------------------|--|
| TABLA N°: | | 036 | | | | PROYECTO: | | Proyecto Experimental | | | |
| SOLICITADO POR: | | ING.MG. CARLOS NAVARRO | | | | FECHA: | | 19/03/2016 | | | |
| | HORMIGÓN NORMAL | | RESISTENCIA DEL HORMIGÓN ADICIONADO (CCA). | | | | RESISTENCIA DEL HORMIGÓN ADICIONADO (CBC). | | | | |
| | 0% De Adición. | | 15% De Adición. | | 30% De Adición. | | 15% De Adición. | | 30% De Adición. | | |
| Cantidad | 14 Días | 28 Días | 14 Días | 28 Días | 14 Días | 28 Días | 14 Días | 28 Días | 14 Días | 28 Días | |
| | (Kg/cm ²) | (Kg/cm ²) | (Kg/cm ²) | (Kg/cm ²) | (Kg/cm ²) | (Kg/cm ²) | (Kg/cm ²) | (Kg/cm ²) | (Kg/cm ²) | (Kg/cm ²) | |
| 1 | 208,70 | 250,50 | 223,40 | 267,80 | 177,80 | 243,00 | 243,70 | 303,90 | 165,80 | 232,30 | |
| 2 | 205,90 | 251,60 | 219,20 | 253,10 | 189,70 | 247,80 | 247,20 | 310,10 | 185,00 | 236,60 | |
| 3 | 210,40 | 253,10 | 222,00 | 266,00 | 195,30 | 244,30 | 253,80 | 298,90 | 173,80 | 231,90 | |
| Promedio | 208,33 | 251,73 | 221,53 | 262,30 | 187,60 | 245,03 | 248,23 | 304,30 | 174,87 | 233,60 | |

Tabla 36. Comparación de Resistencia de los cilindros a las diferentes edades.

Fuente: Egdo. Coyasamin Oscar.

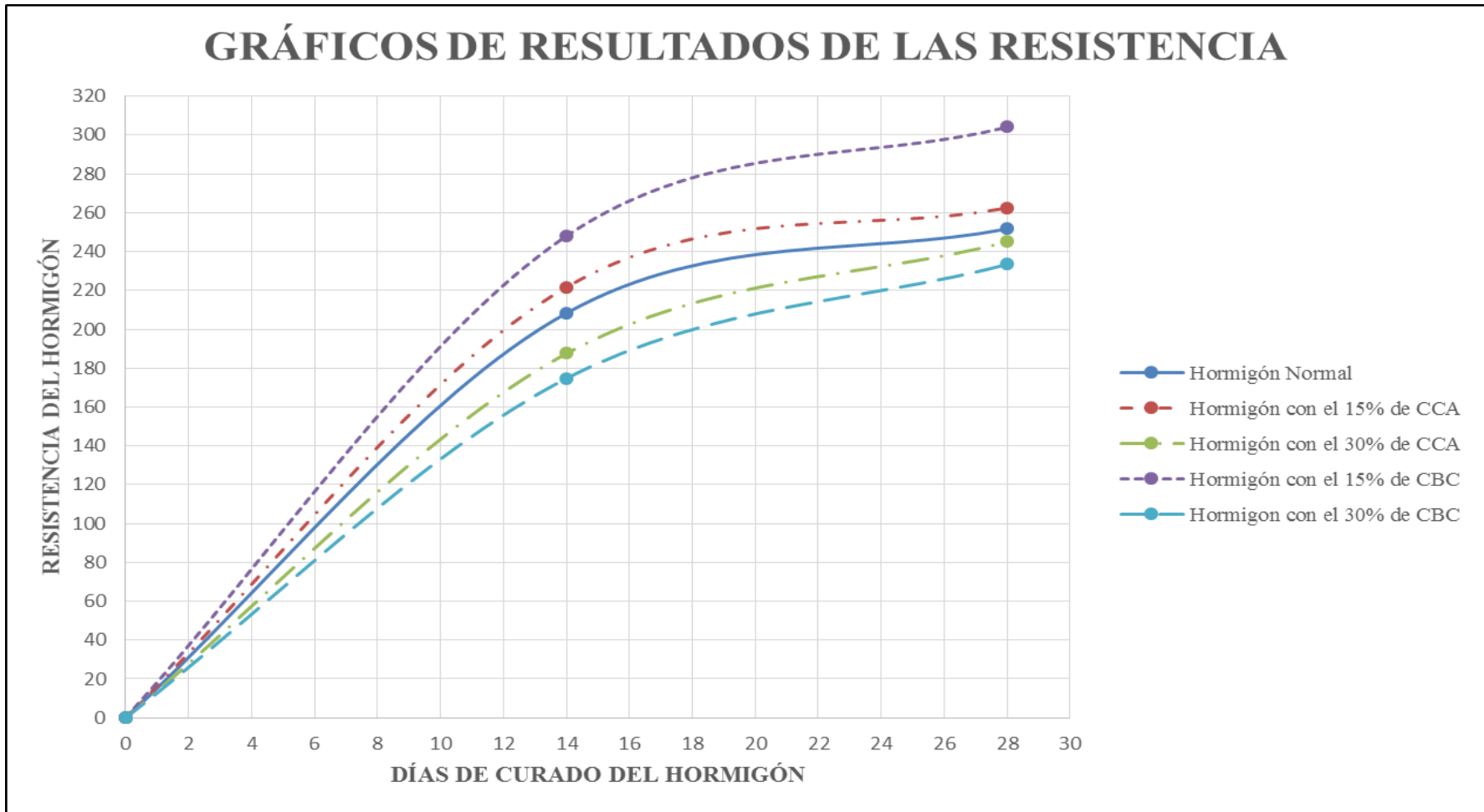


Imagen 15. Gráfica de resistencias de los cilindros a las diferentes edades.

Fuente: Egdo. Coyasamin Oscar.

GRÁFICOS DE RESULTADOS DE LAS RESISTENCIA CON "CCA"

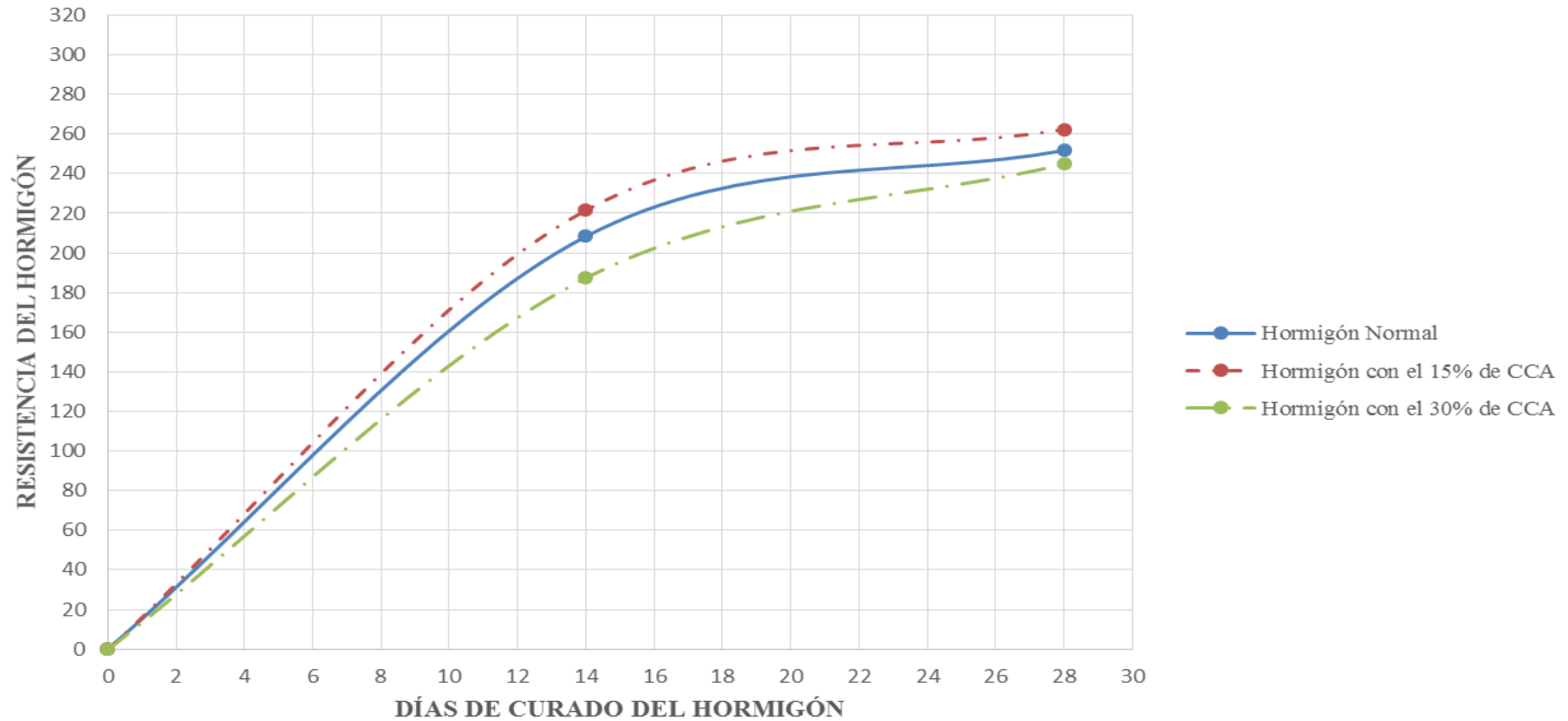


Imagen 16. Gráfica de resistencia de un hormigón normal con un hormigón con CCA.

Fuente: Egd. Coyasamin Oscar.

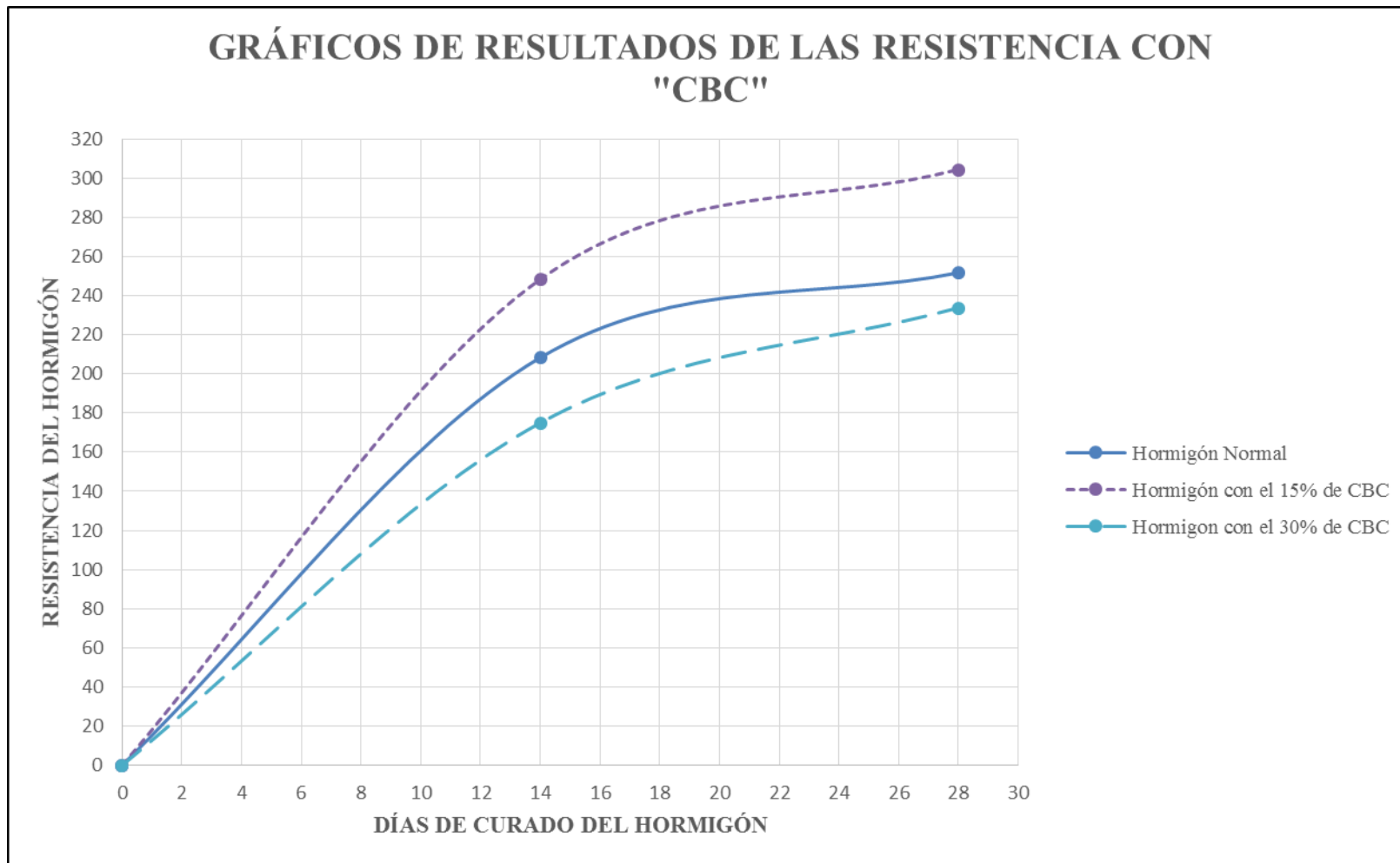


Imagen 17. Gráfica de resistencia de un hormigón normal con un hormigón con CBC.

Fuente: Egdo. Coyasamin Oscar.

Según la gráfica de la imagen 16 y 17 se determina que sustituir al cemento hasta un 15% con las cenizas de CCA y CBC, el hormigón tiene un comportamiento superior hasta en un 23% aumentando su resistencia a compresión, al de un hormigón con dosificación normal ya que las cenizas aumentan la resistencia y no interviene en la trabajabilidad del mismo.

Para la sustitución del cemento con el 30% con las mismas cenizas propuestas el hormigón baja su resistencia en comparación a la sustitución del 15%, pero sigue teniendo una resistencia aceptable o admisible.

Se ensayaron los cilindros a los 14 y 28 días de curado ya que a esas edades alcanzan más del 75 % de su resistencia máxima, se realizó en la cámara de curado de los laboratorios de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, ya que consta de un amplio espacio y esta temperatura el agua a 24°C más, menos 2°C según como lo establece la Norma.

COSTO BENEFICIO.

Para determinar la relación costo beneficio del proyecto se realizó tres análisis de precios unitarios correspondientes a un hormigón normal, hormigón con ceniza de cascarilla de arroz y hormigón con ceniza de bagazo de caña de azúcar.

Cada rubro consta de equipos: son las herramientas que se utilizó para realizar el hormigón, mano de obras: personas que manipulan los equipos y materiales como los peones, albañiles y maestro mayor, materiales: son los agregados gruesos, finos, agua, cemento y la diferente ceniza que se necesita para fabricar el hormigón y transporte: este último no se lo toma en cuenta porque se realiza en situ.

Se establece el costo de producción del hormigón que tiene una resistencia a compresión de 240 Kg/cm², para luego determinar cuál de ellos es más económico y que podría implementarse en construcciones de obras civiles a nivel nacional.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL



RUBRO: Hormigón f'c=240 Kg/cm² UNIDAD: m³

| EQUIPOS | | | | | |
|--|----------------|-------------|-------------|-------------|---------------|
| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | TARIFA | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| | A | B | C=AxB | R | D=CxR |
| Herramienta menor | 1,00 | 0,36 | 0,36 | 1,10 | 0,40 |
| Baldes Plásticos | 2,00 | 0,01 | 0,02 | 1,10 | 0,02 |
| Carretilla | 4,00 | 0,12 | 0,48 | 1,10 | 0,53 |
| Pala Cuadrada | 8,00 | 0,04 | 0,32 | 1,10 | 0,35 |
| Parihuelas Metálicas (0,30x0,30x0,30) | 4,00 | 0,01 | 0,04 | 1,10 | 0,04 |
| Concreteira a diésel | 1,00 | 2,42 | 2,42 | 1,10 | 2,66 |
| SUBTOTAL M | | | | | 4,00 |
| MANO DE OBRA | | | | | |
| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | JORNAL / HR | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| | A | B | C=AxB | R | D=CxR |
| Peón-Estruc.Ocup. E2 | 4,00 | 3,26 | 13,04 | 1,10 | 14,34 |
| Albañil-Estruc.Ocup. D2 | 1,00 | 3,30 | 3,30 | 1,10 | 3,63 |
| Maestro Mayor de Obras Civiles-Estruc.Ocup. C1 | 1,00 | 3,66 | 3,66 | 1,10 | 4,03 |
| SUBTOTAL N | | | | | 22,00 |
| MATERIALES | | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P. UNITARIO | COSTO | |
| | | A | B | C= AxB | |
| Cemento Portland | Saco | 8,00 | 7,35 | 58,80 | |
| Ripio Triturado | m ³ | 0,95 | 15,38 | 14,61 | |
| Areña | m ³ | 0,65 | 10,25 | 6,66 | |
| Agua | m ³ | 0,22 | 0,85 | 0,19 | |
| SUBTOTAL O | | | | | 80,26 |
| TRANSPORTE | | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | DISTANCIA | CANTIDAD | TARIFA | COSTO |
| | | | A | B | C=AxB |
| SUBTOTAL P | | | | | |
| TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P) | | | | | 106,26 |
| COSTOS INDIRECTOS | | | | | 0,00 |
| COSTO TOTAL DE RUBRO | | | | | 106,26 |

Tabla 37. Rubro del Hormigón Normal.

Fuente: Egdo. Coyasamin Oscar.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL



| | | | | | |
|--|---|-------------|----------------|-------------|--------------|
| RUBRO: | Hormigón f _c =240 Kg/cm ² | UNIDAD: | m ³ | | |
| EQUIPOS | | | | | |
| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | TARIFA | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| | A | B | C=AxB | R | D=CxR |
| Herramienta menor | 1,00 | 0,36 | 0,36 | 1,10 | 0,40 |
| Baldes Plásticos | 2,00 | 0,01 | 0,02 | 1,10 | 0,02 |
| Carretilla | 4,00 | 0,12 | 0,48 | 1,10 | 0,53 |
| Pala Cuadrada | 8,00 | 0,04 | 0,32 | 1,10 | 0,35 |
| Parihuelas Metálicas (0,30x0,30x0,30) | 4,00 | 0,01 | 0,04 | 1,10 | 0,04 |
| Concretera a diésel | 1,00 | 2,42 | 2,42 | 1,10 | 2,66 |
| SUBTOTAL M | | | | | 4,00 |
| MANO DE OBRA | | | | | |
| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | JORNAL / HR | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| | A | B | C=AxB | R | D=CxR |
| Peón-Estruc.Ocup. E2 | 4,00 | 3,26 | 13,04 | 1,10 | 14,34 |
| Albañil-Estruc.Ocup. D2 | 1,00 | 3,30 | 3,30 | 1,10 | 3,63 |
| Maestro Mayor de Obras Civiles-Estruc.Ocup. C1 | 1,00 | 3,66 | 3,66 | 1,10 | 4,03 |
| SUBTOTAL N | | | | | 22,00 |
| MATERIALES | | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P. UNITARIO | COSTO | |
| | | A | B | C= AxB | |
| Cemento Portland | Saco | 6,80 | 7,35 | 49,98 | |
| Ripio Triturado | m ³ | 0,95 | 15,38 | 14,61 | |
| Arena | m ³ | 0,65 | 10,25 | 6,66 | |
| Agua | m ³ | 0,22 | 0,85 | 0,19 | |
| Ceniza de Cascarilla de Arroz | m ³ | 1,20 | 0,75 | 0,90 | |
| SUBTOTAL O | | | | | 72,34 |
| TRANSPORTE | | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | DISTANCIA | CANTIDAD | TARIFA | COSTO |
| | | | A | B | C=AxB |
| SUBTOTAL P | | | | | 0,00 |
| TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P) | | | | | 98,34 |
| COSTOS INDIRECTOS | | | | | 0,00 |
| COSTO TOTAL DE RUBRO | | | | | 98,34 |

Tabla 38. Rubro del Hormigón con ceniza de cascarilla de arroz.

Fuente: Egdo. Coyasamin Oscar.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL



| | | | | | |
|--|-------------------------------------|-------------|----------------|-------------|--------------|
| RUBRO: | Hormigón f'c=240 Kg/cm ² | UNIDAD: | m ³ | | |
| EQUIPOS | | | | | |
| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | TARIFA | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| | A | B | C=AxB | R | D=CxR |
| Herramienta menor | 1,00 | 0,36 | 0,36 | 1,10 | 0,40 |
| Baldes Plásticos | 2,00 | 0,01 | 0,02 | 1,10 | 0,02 |
| Carretilla | 4,00 | 0,12 | 0,48 | 1,10 | 0,53 |
| Pala Cuadrada | 8,00 | 0,04 | 0,32 | 1,10 | 0,35 |
| Parihuelas Metálicas (0,30x0,30x0,30) | 4,00 | 0,01 | 0,04 | 1,10 | 0,04 |
| Concretera a diésel | 1,00 | 2,42 | 2,42 | 1,10 | 2,66 |
| SUBTOTAL M | | | | | 4,00 |
| MANO DE OBRA | | | | | |
| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | JORNAL / HR | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
| | A | B | C=AxB | R | D=CxR |
| Peón-Estruc.Ocup. E2 | 4,00 | 3,26 | 13,04 | 1,10 | 14,34 |
| Albañil-Estruc.Ocup. D2 | 1,00 | 3,30 | 3,30 | 1,10 | 3,63 |
| Maestro Mayor de Obras Civiles-Estruc.Ocup. C1 | 1,00 | 3,66 | 3,66 | 1,10 | 4,03 |
| SUBTOTAL N | | | | | 22,00 |
| MATERIALES | | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | P. UNITARIO | COSTO | |
| | | A | B | C= AxB | |
| Cemento Portland | Saco | 6,80 | 7,35 | 49,98 | |
| Ripio Triturado | m ³ | 0,95 | 15,38 | 14,61 | |
| Arena | m ³ | 0,65 | 10,25 | 6,66 | |
| Agua | m ³ | 0,22 | 0,85 | 0,19 | |
| Ceniza de Bagazo de Caña de Azucar | m ³ | 1,20 | 0,90 | 1,08 | |
| SUBTOTAL O | | | | | 72,52 |
| TRANSPORTE | | | | | |
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | DISTANCIA | CANTIDAD | TARIFA | COSTO |
| SUBTOTAL P | | | | | 0,00 |
| TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P) | | | | | 98,52 |
| COSTOS INDIRECTOS | | | | | 0,00 |
| COSTO TOTAL DE RUBRO | | | | | 98,52 |

Tabla 39. Rubro del Hormigón con ceniza de bagazo de caña de azúcar.

Fuente: Egdo. Coyasamin Oscar.

Después de realizar los tres análisis de precios unitarios se obtiene los planos de una bodega con las siguientes características:

- Área de 54 m².
- Riostras de (0.20 x 0.25) cm.
- Columnas de (0.30 x 0.30) cm.
- Vigas de (0.25 x 0.35) cm.
- Área de losa 13.08 m³
- Altura: 2.80m.

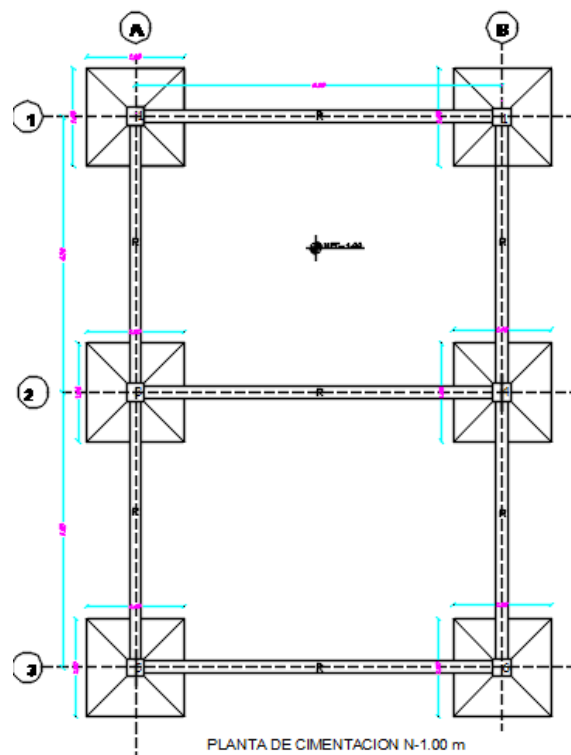
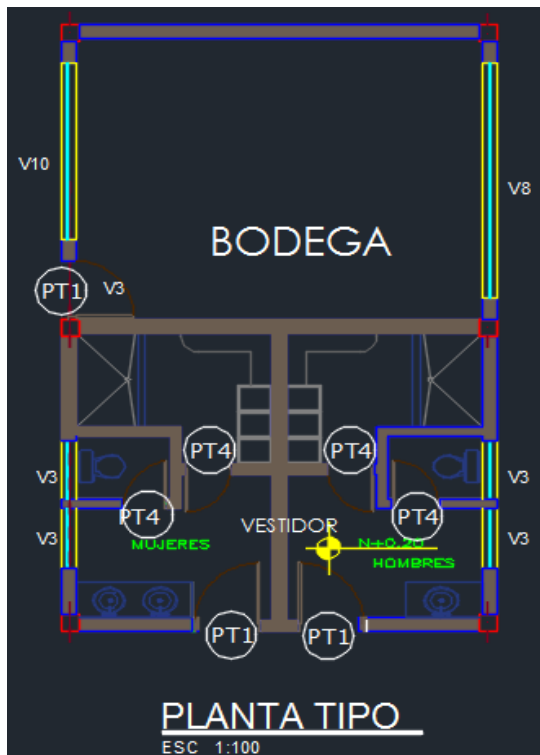


Imagen 18. Plano de bodega distribución y cimentación.

Fuente: Egdo. Coyasamin Oscar.

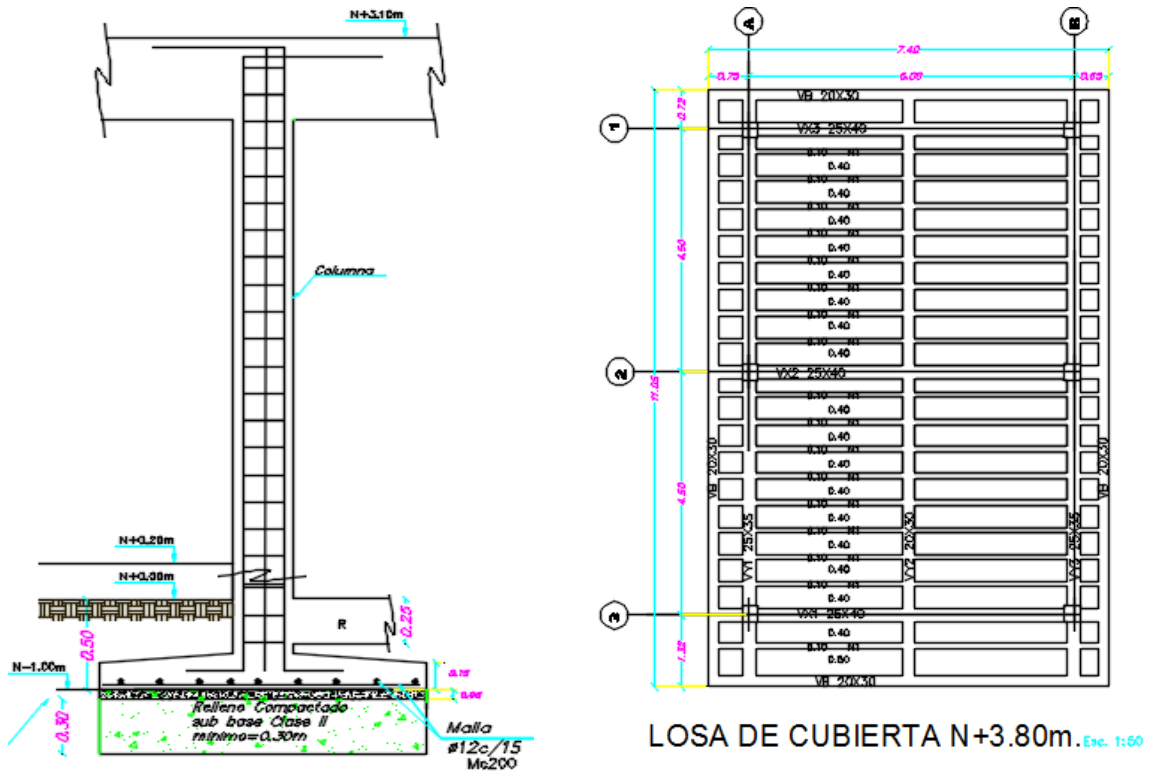


Imagen 19. Vista de plintos, cadenas, vigas y losa.

Fuente: Egdo. Coyasamin Oscar.

En el presente cuadro se detallan los 26,23 metros cúbicos de hormigón a utilizar en la construcción de la bodega propuesta.

| BODEGA PROPUESTA | | | |
|-------------------------------------|--------------------|----------------|-----------------|
| RESUMEN DE HORMIGÓN | | | |
| Ítem | DESCRIPCIÓN | Unidad | Cantidad |
| 1 | ZAPATAS CORRIDAS. | m ³ | 2,7 |
| 2 | CADENAS DE AMARRE. | m ³ | 1,8 |
| 3 | COLUMNAS. | m ³ | 1,9 |
| 4 | VIGAS. | m ³ | 6,75 |
| 5 | LOSA | m ³ | 13,08 |
| Total del Hormigón Utilizado | | m ³ | 26,23 |

Tabla 40. Resumen del hormigón a utilizar.

Fuente: Egdo. Coyasamin Oscar.

A continuación se tiene un cuadro comparando con los tres hormigón para obtener la relación costo – beneficio, primero se calcula el costo para 1 m³ de cada hormigón, con el valor obtenido para 1m³ se saca el costo para la cantidad de 26,23 m³ que se necesita en la construcción de la bodega planteada.

| CUADRO COMPARATIVO | | | | | | | | |
|--|--------------------|----------|--------|------------------------------------|----------|---------|--------------|----------|
| COSTO-BENEFICIO | | | | | | | | |
| | CANTIDAD CALCULADA | | | CANTIDAD CALCULADA PARA UNA BODEGA | | | | |
| CARACTERISTICAS | UNIDAD | CANTIDAD | COSTO | UNIDAD | CANTIDAD | COSTO | AHORRO (USD) | AHORRO % |
| Hormigón Normal. | m ³ | 1 | 106,26 | m ³ | 26,23 | 2787,20 | 0,00 | 0% |
| Hormigón con ceniza de cascarilla de arroz. | m ³ | 1 | 98,34 | m ³ | 26,23 | 2579,46 | 207,74 | 7,45% |
| Hormigón con ceniza de bagazo de caña de azúcar. | m ³ | 1 | 98,52 | m ³ | 26,23 | 2584,18 | 203,02 | 7,29% |

Tabla 41. Cuadro de comparación Costo - Beneficio.

Fuente: Egdo. Coyasamin Oscar.

4.3 VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS.

HIPÓTESIS

Hormigón sustituyendo parcialmente el cemento por puzolanas de origen natural, cómo la ceniza de cascarilla de arroz y ceniza de bagazo de caña de azúcar influye en la resistencia a compresión

Hechos los ensayos de probetas cilíndricas de hormigón sustituyendo parcialmente al cemento por cenizas de cascarilla de arroz y cenizas de bagazo de caña de azúcar, se observa que la resistencia a la compresión aumenta en comparación con el hormigón normal. A los 28 días de edad el hormigón normal alcanza el 100,0% de su resistencia, el hormigón elaborado con el 15% y 30% de ceniza alcanza el 135% y 110% respectivamente.

Se comprueba que se obtienen resistencias superiores a la de diseño y se asume que el porcentaje óptimo para trabajar sustituyendo al cemento es el 15 % de la ceniza de cascarilla de arroz como la ceniza de bagazo de caña de azúcar.

CAPÍTULO V.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES.

- Se determinó que con adiciones de cenizas de bagazo de caña de azúcar (CBC), cenizas de cascarilla de arroz (CCA), funciona mejor que cuando se realiza un hormigón normal a los mismos días de curado.
- Se adquirió un porcentaje óptimo de sustitución de cenizas de cascarilla de arroz y cenizas de bagazo de caña de azúcar es de 15%, presentan una resistencia superior a la establecida de 240 Kg/cm².
- Se observó que mientras se aumenta la cantidad de cenizas en el hormigón su resistencia disminuye.
- Se estableció que la resistencia a compresión máximas dadas, con la sustitución de la ceniza de la cascarilla de arroz (CCA) a los 14 días con el 15% da una resistencia promedio de 221.53 Kg/cm².
- Se determinó que la resistencia a compresión máximas dadas, con la sustitución de la ceniza del bagazo de caña de azúcar (CBC) a los 14 días con el 15%, da una resistencia promedio de 248.23 Kg/cm².
- Se estableció que la resistencia a compresión máximas dadas, con la sustitución de la ceniza de la cascarilla de arroz (CCA) a los 28 días con el 15% da una resistencia promedio de 262.30 Kg/cm².
- Se determinó que la resistencia a compresión máximas dadas, con la sustitución de la ceniza del bagazo de caña de azúcar (CBC) a los 28 días con el 15%, da una resistencia promedio de 304.30 Kg/cm².
- Se estipuló que con las sustituciones parciales del 15% y 30% en el hormigón, el costo de la producción es baja ya que las cascarillas de arroz y el bagazo de caña de azúcar son desechos de piladoras y fábricas azucareras, por lo que no tiene un valor monetario.
- Se comprobó con un análisis costo – beneficio que el hormigón con cenizas de cascarilla de arroz (CCA), se tiene un beneficio económico de 7,45 %.

- Se determinó con un análisis costo – beneficio que el hormigón con ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBC), se obtiene económicamente un beneficio de 7,29 %.
- Se determina que para la construcción de una bodega de 54 m², se utiliza 26,23m³ de hormigón para: columnas, cadenas, cimientos y losa, se obtiene un beneficio de \$ 207.74 con CCA y \$ 203.02 con CBC.

5.2 RECOMENDACIONES.

- Trabajar con materiales de una cantera que cumplan con los requisitos para realizar un buen hormigón y obtener todas las propiedades físicas y mecánicas adecuadas para la misma, como lo es grosor, finura y tipo de agregado.
- Calcular correctamente el contenido de absorción de las dos cenizas, para no tener problemas en la dosificación calculada en la realización de los cilindros o probetas, y no desperdiciar la mezcla del hormigón ya que se pierde tiempo para avanzar con el proyecto.
- Se tendrá que moler las cenizas extraídas del interior del horno ya que salen con escombros y partes no quemadas del material a utilizar, tamizar por el tamiz número 200 después de que esté bien molido y completamente seco, ya que es el tamiz más fino que se encuentra en el laboratorio, y lo que pasa el tamiz # 200 tiene el mismo estado limoso que el cemento.
- Realizar una mezcla por separado con las cantidades a utilizar, entre el cemento y cada una de las cenizas para que tenga una buena adherencia, de acuerdo a la dosificación antes de realizar los dos hormigones por que el comportamiento y el trabajo de ambos materiales son los mismos.
- Al momento de realizar el hormigonado de los cilindros, no poner demasiado aceite en los moldes ya que esto provoca que la superficie de los cilindros no salga lisa y tienda a fallar más rápido obteniendo una menor resistencia.
- Para obtener una buena adherencia entre los materiales del hormigón, es necesario compactar bien el cilindro con la varilla de punta redondeada y dar los respectivos golpes con el martillo de goma.
- Realizar un curado constante para que el hormigón alcance resistencias deseadas.
- Al momento de ensayar las probetas dejar secar ya que el hormigón cuando se encuentra saturado en su totalidad no alcanza la resistencia que se desea.

MATERIALES DE REFERENCIA

BIBLIOGRAFÍA

- [1] L. Águila, Cementos Puzolánicos, una alternativa para venezuela, Caracas: Tecnología y Construcción, 2001.

- [2] J. M. Bernal, Durabilidad en estructuras de concreto armado, localizadas frente a la costa, Distrito Federal, Mexico: UNAM, 2009.

- [3] G. C. Cordeiro, Use of sugar cane bagasse ash and rice husk ashes as mineral admixture in concrete, Rio de Janeiro, Brasil: Universidad Federal, 2006.

- [4] Z. J. Hernández, Sustitución parcial del cemento pórtland en morteros mediante el uso de ceniza., Veracruz, México.: Universidad Veracruzana, 2012.

- [5] A. M. Neville, Maintenance and durability of concrete structures., Concrete international., 2001.

- [6] S. y. C. Rukzon, Utilization of bagasse ash in high-strength concrete, Materials and Design, 2011.

- [7] V. y. J. C. Sata, Influence of pozzolan from various by-product materials on mechanical properties of high-strength concrete., Construction and building materials, 2007.

- [8] G. Cadena, Mejoramiento de las propiedades mecánicas de concretos puzolánicos para incrementar su resistencia ante ataques de sulfatos., Querétaro, México: Universidad Autónoma de Querétaro., 2013.

- [9] A. M. B., «Uso de la cascarilla de arroz como material alternativo en la construcción,» *Inventum*, 19 02 2009. [En línea]. Available: <http://biblioteca.uniminuto.edu/ojs/index.php/Inventum/article/viewFile/47/46>. [Último acceso: 05 08 2015].
- [10] M. R. Proaño, «Fundamentos del Hormigón Simple,» ESPE, 16 07 2013. [En línea]. Available: <http://publiespe.espe.edu.ec/librosvirtuales/hormigon/temas-de-hormigon-armado/hormigon01.pdf>. [Último acceso: 08 09 2015].
- [11] W. B. Ruiz, «Producción del Arroz en el Ecuador,» *AmbitoEconómico*, 29 10 2012. [En línea]. Available: <http://ambitoeconomico.blogspot.com/2012/10/la-produccion-de-arroz-en-el-ecuador.html>. [Último acceso: 06 10 2015].
- [12] V. Psetizki, «Cascara de Arroz para levantar casas,» 30 04 2010. [En línea]. Available: http://www.bbc.com/mundo/ciencia_tecnologia/2010/04/100429_reciclaje_construccion_uruguay_mes.shtml. [Último acceso: 16 08 2015].
- [13] P. C. y. C. Carlos, «Comparación de las propiedades de compuestos en base de polipropileno en mezcla con diversos residuos agroindustriales del Ecuador,» ESPOL, 12 03 2009. [En línea]. Available: <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/4750>. [Último acceso: 18 09 2015].
- [14] J. G. I. L. y. A. M. H.L. Romero, «Durabilidad y propiedades mecánicas del hormigón,» Congreso Iberoamericano, 03 y 04 12 2012. [En línea]. Available: http://oa.upm.es/19981/1/INVE_MEM_2012_135072.pdf. [Último acceso: 12 10 2015].

ANEXOS.

ENSAYO DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO.



Fotografía N° 1. Agregado Fino.



Fotografía N° 2. Agregado Grueso.



Fotografía N° 3. Juego de Tamices para la Granulometría.

ENSAYO DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO.



Fotografía N° 5. Juego de Tamices.



Fotografía N° 4. Peso retenido en cada tamiz.

ENSAYO DE LA DENSIDAD APARENTE COMPACTADA DEL AGREGADO FINO Y GRUESO.



Fotografía N° 7. Materiales para el ensayo.

Fotografía N° 6. Ensayo Densidad Estado Saturado.

ENSAYO DE LA DENSIDAD APARENTE COMPACTADA DE LA MEZCLA.



Fotografía N° 9. Mezcla de los Agregados.



Fotografía N° 8. Peso del Resipiente.

ENSAYO PARA LA DENSIDAD REAL Y CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO.

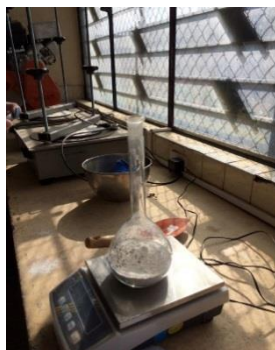


Fotografía N° 11. Peso de la canastilla.



Fotografía N° 10. Peso de la canastilla sumergida.

ENSAYO PARA LA DENSIDAD REAL DEL CEMENTO.



Fotografía N° 12. Peso del Picnómetro + Cemento.



Fotografía N° 13. Picnómetro+Cemento+Gasolina

ENSAYOS DE DOSIFICACIÓN DEL HORMIGÓN DE 240 Kg/cm²



Fotografía N° 14. Ensayo de cono de Abrams.



Fotografía N° 15. Compactación del Cilindro.



Fotografía N° 16. Enrazado del Cilindro.



Fotografía N° 17. Cilindro terminado.

PROCESO DE QUEMANO DEL BAGAZO DE LA CAÑA DE AZUCAR (CBC).



Fotografía N° 19. Ceniza del bagazo.



Fotografía N° 18. Ceniza molida y tamizada

PROCESO DE QUEMANO DE LA CASCARILLA DEL ARROZ (CCA).



Fotografía N° 20. Cascarrilla de Arroz.



Fotografía N° 21. Quemado de la CCA.

ENSAYO DE LOS CILINDROS A LOS 14 Y 28 DÍAS DE EDAD EN LA MÁQUINA DE COMPRESIÓN.



Fotografía N° 23. Rotura y falla del cilindro **Fotografía N° 22.** Resistencia Obtenida.

ENSAYO DE LOS CILINDROS A LOS 14 DÍAS DE EDAD EN LA MÁQUINA DE COMPRESIÓN CON EL 15 Y 30% DE CCA.



Fotografía N° 24. Resistencia y falla del Cilindro. **Fotografía N° 25.** Resistencia del Cilindro.