

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERIA CIVIL**



**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**  
**DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO SIMPLE ADICIONANDO CENIZA DEL**  
**BAGAZO DE LA CAÑA DE AZÚCAR – CASAGRANDE – LA LIBERTAD**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

TECNOLOGÍA DE MATERIALES

**AUTOR(ES):**

Br. Ramírez More Carlo Farid

Br. Mendo Quito José Daniel

**Jurado Evaluador:**

**Presidente:** Geldres Sánchez Carmen

**Secretario:** Henríquez Ulloa Paul

**Vocal:** Galicia Guarniz William

**ASESOR:**

Mg. Ing. Lucio Sigifredo Medina Carbajal.

Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-5207-4421>

**TRUJILLO – PERU**

**2022**

**Fecha de Sustentación: 21/12/2022**



**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERIA CIVIL**



**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**  
**DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO SIMPLE ADICIONANDO CENIZA DEL**  
**BAGAZO DE LA CAÑA DE AZÚCAR – CASAGRANDE – LA LIBERTAD**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

TECNOLOGÍA DE MATERIALES

**AUTOR(ES):**

Br. Ramírez More Carlo Farid

Br. Mendo Quito José Daniel

**Jurado Evaluador:**

**Presidente:** Geldres Sánchez Carmen

**Secretario:** Henríquez Ulloa Paul

**Vocal:** Galicia Guarniz William

**ASESOR:**

Mg. Ing. Lucio Sigifredo Medina Carbajal.

Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-5207-4421>

**TRUJILLO – PERU**

**2022**

**Fecha de Sustentación: 21/12/2022**



## DEDICATORIA

**Mi eterno agradecimiento a:**

**DIOS**, por darme fuerzas cada minuto de mis días para poder seguir adelante y guiarme por el buen camino siempre.

**A mi padre Carlos**, que a pesar de todas las adversidades me apoyaste en todo momento, confiaste y me diste la oportunidad de salir adelante, sin tus consejos y dedicación que siempre tuviste con nosotros no hubiera llegado hasta donde estoy.

**A mi madre Margot**, estar conmigo en las buenas y en las malas, por criarme de esa manera tan distinta y perfecta para mí, por ser siempre mi sostén emocional inculcándome buenos principios y valores, por eso estaré eternamente agradecido contigo.

**A mis Hermanos**, por ser los primeros compañeros de mi vida, por darme esa mano amiga sin esperar nada a cambio. En especial a mi hermano Joseph, por ser ese ángel en el cielo que me cuida día a día.

**A mi pareja Sadith**, por estar conmigo todos estos años y ser columna principal en esta hermosa familia que con mucho amor y perseverancia estamos formando.

**A mi hijo Luan**, por ser el principal motivo para poder concluir con este objetivo, siempre serás lo mejor que me paso en esta vida.

**Br. Carlo Farid Ramírez More**

## **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis a mis padres, por haber puesto toda su confianza en mí durante toda esta etapa de mi vida. Gracias a sus palabras que me guiaron durante mi camino en mi formación profesional, y a mi familia en general ya que siempre pude contar con ellos.

**Br. José Daniel Mendo Quito**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecer a Dios por darme fuerzas para seguir adelante y no rendirme en todo el trayecto de mi carrera universitaria.

A mis padres por darme todo el apoyo incondicional en todo momento y estar siempre en los momentos más difíciles de mi vida.

A mi Asesor el Mg. Lucio Medina Carbajal, por tomarse el tiempo, brindarnos sus conocimientos y siempre estar dispuesto a ayudarnos.

**Br. Carlo Farid Ramirez More**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a dios ya que fue mi fortaleza para seguir adelante. Y a mi familia, quienes siempre creyeron en mí, brindándome ejemplo de superación, enseñándome la humildad y todos los valores necesarios. Contribuyendo así el deseo de superarme día a día. Gracias porque siempre pude contar con su apoyo incondicional.

Un agradecimiento cordial a nuestro asesor Mg. Lucio Medina Carbajal, por brindarnos los conocimientos necesarios y guiarnos en este arduo proceso de elaboración de nuestra tesis.

**Br. José Daniel Mendo Quito**



## RESUMEN

En la presente tesis se evaluó el efecto de la ceniza del bagazo de caña de azúcar en la resistencia del concreto. Por tanto, realizamos una investigación y así demostrar el comportamiento de CBCA en la resistencia a la compresión, lo cual reemplazamos en cantidades mínimas de 5%, 10% y 15% al cemento.

Realizamos un total de 36 probetas, 9 fue de nuestro concreto patrón de resistencia a la compresión 140 Kg/cm<sup>2</sup>, 9 con un 5% de CBCA reemplazando al cemento, 9 con un 10% de CBCA reemplazando al cemento y por ultimo una mezcla con un 15% de CBCA reemplazando al cemento.

Para este ensayo se realizaron las roturas en 3 fases, a los 7 días, 14 días y 28 días; realizando así la rotura de 3 testigos por cada muestra, primero se hizo la rotura en 7 días de curado lo cual se obtuvo un resultado de nuestro concreto patrón con una resistencia a la compresión promedio de 124.69 Kg/cm<sup>2</sup>, con 5% de CBCA reemplazando al cemento se obtuvo una resistencia a la compresión promedio de 125.49 Kg/cm<sup>2</sup>, con 10% de CBCA reemplazando al cemento se obtuvo una resistencia a la compresión promedio de 120.78 Kg/cm<sup>2</sup> y las 3 últimas fueron con un 15% de CBCA reemplazando al cemento con una resistencia a la compresión promedio de 113.43 Kg/cm<sup>2</sup>.

A los 14 días de curado se obtuvieron los siguientes resultados, 136.19 Kg/cm<sup>2</sup> un promedio de nuestro concreto patrón, con CBCA al 5 % un promedio de 139.04 Kg/cm<sup>2</sup>, con CBCA al 10% un promedio de 133.36 Kg/cm<sup>2</sup> y con CBCA al 15% un promedio de 127.05 Kg/cm<sup>2</sup>.

Para finalizar con las roturas, a los 28 días de curado se obtuvieron los siguientes resultados, un promedio de 145.60 Kg/cm<sup>2</sup> de nuestro concreto patrón, 151.24 Kg/cm<sup>2</sup> con 5% de CBCA, 141.08 Kg/cm<sup>2</sup> con 10% de CBCA y con un 15% de CBCA un promedio de 132.85 Kg/cm<sup>2</sup>.

Por lo tanto, se llegó a la conclusión que la Ceniza del Bagazo de la Caña de Azúcar en las proporciones dadas logro un ligero aumento en las propiedades mecánicas de nuestro concreto con el 5% de CBCA, en este caso la resistencia a la compresión.

## ABSTRACT

In this thesis, the effect of sugarcane bagasse ash on concrete strength was evaluated. Therefore, we carried out an investigation and thus demonstrate the behavior of CBCA in compressive strength, which we replaced in minimum amounts of 5 %, 10 % and 15 % of the cement.

We made a total of 35 specimens, 9 were from our standard concrete with a compressive strength of 140 Kg/cm<sup>2</sup>, 9 with 5% CBCA replacing the cement, 9 with 10 % CBCA replacing the cement and finally a mixture with 15 % CBCA replacing cement.

For this test, breakages were performed in 3 phases, at 7 days, 14 days and 28 days; thus breaking 3 witnesses for each sample, first the break was made in 7 days of curing, which obtained a result of our standard concrete with an average compressive strength of 124.69 Kg/cm<sup>2</sup>, with 5% CBCA replacing to the cement, an average compressive strength of 125.49 Kg/cm<sup>2</sup> was obtained, with 10 % of CBCA replacing the cement, an average compressive strength of 120.78 Kg/cm<sup>2</sup> was obtained and the last 3 were with 15 % of CBCA replacing the cement.

Cement with an average compressive strength of 113.43 Kg/cm<sup>2</sup>. After 14 days of curing, the following results were obtained, an average of 136.19 Kg/cm<sup>2</sup> for our standard concrete, with CBCA at 5 % an average of 139.04 Kg/cm<sup>2</sup>, with CBCA at 10 % an average of 133.36 Kg/cm<sup>2</sup> and with CBCA at 15% an average of 127.05 Kg/cm<sup>2</sup>.

To finish with the breaks, after 28 days of curing the following results were obtained, an average of 145.60 Kg/cm<sup>2</sup> of our standard concrete, 151.24 Kg/cm<sup>2</sup> with 5% CBCA, 141.08% Kg/cm<sup>2</sup> with 10% CBCA and with 15% CBCA an average of 132.85 Kg/cm<sup>2</sup>.

Therefore, it was concluded that the sugar Cane Bagasse ash in the given proportions achieved a slight increase in the mechanical properties of our concrete with 5% CBCA, in this case the compressive.

## **PRESENTACIÓN**

Señores miembros del jurado:

En cumplimiento con el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Privada Antenor Orrego, presentamos ante ustedes la tesis titulada “DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO SIMPLE ADICIONANDO CENIZA DEL BAGAZO DE LA CAÑA DE AZÚCAR – CASA GRANDE-LA LIBERTAD” con el fin de obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Agradecemos por los aportes brindados a lo largo de este proceso y así poder lograr un estudio con mayor eficiencia. Nuestra investigación tiene como fin demostrar el efecto positivo que tiene la adición de la ceniza del bagazo de caña de azúcar en las características físicas en el concreto, una investigación así es importante para el desarrollo en la tecnología en la construcción y también dar un aporte a población de bajos recursos.

**Trujillo, noviembre del 2022**

## ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	5
AGRADECIMIENTO.....	7
RESUMEN .....	9
ABSTRACT .....	10
PRESENTACIÓN .....	11
I. INTRODUCCION.....	18
1.1 Problema de Investigación: .....	18
1.2. Objetivos .....	19
1.2.1. Objetivo General: .....	19
1.2.2. Objetivos específicos: .....	19
1.3. Justificación de la investigación .....	19
II. MARCO DE REFERENCIA: .....	21
2.1. Antecedentes de Estudio:.....	21
2.1.1. Nivel Internacional:.....	21
2.1.2. Nivel Nacional: .....	23
2.1.3. Nivel Local:.....	25
2.2. Marco Teórico: .....	27
2.2.1. Diseño de Mezcla:.....	27
2.3 Marco Conceptual: .....	45
2.4. Sistema de Hipótesis:.....	46
2.5. Variables y Operacionalización de Variables: .....	46
2.5.1. Identificación de Variables: .....	46
2.5.2. Operacionalización de Variables:.....	47
III. METODOLOGIA EMPLEADA .....	48
3.1. Tipo y Nivel de Investigación:.....	48
3.2. Población y Muestra del Estudio: .....	48

3.3 Diseño de Investigación .....	49
3.4. Técnicas e Instrumentos de Investigación:.....	49
3.5. Procesamiento y Análisis de datos:.....	51
3.5.1. La Recolección de los Materiales:.....	51
3.5.2. Ensayo de laboratorio de los agregados: .....	51
3.5.3. Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto con el cono de Abrams (NTP 339.045).....	55
IV. PRESENTACION DE RESULTADOS.....	60
4.1. Análisis e interpretación de Resultados:.....	60
4.1.1. Agregado Fino.....	60
4.1.2. Agregado Grueso .....	64
4.1.3. Diseño de Mezcla.....	68
4.1.4. Resultados de las Propiedades Mecánicas del concreto .....	70
4.2. Docimasia de Hipótesis:.....	78
5. DISCUSIONES.....	79
6. CONCLUSIONES.....	81
7. RECOMENDACIONES .....	82
8. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	83
ANEXOS .....	85

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01: Factores de Corrección .....	32
Tabla 02: Resistencia a la compresión promedio .....	33
Tabla 03: Consistencia y Asentamientos.....	33
Tabla 04: Asentamientos recomendados para varios tipos de construcción .....	34
Tabla 05: Diseño de mezcla de Concreto IMCYC NTP 339.046 .....	35
Tabla 06: Contenido de agua con mezcla .....	37
Tabla 07: Relación Agua/ Cemento y Resistencia a la compresión del concreto .	38
Tabla 08: Máxima relación a/c permisible para concreto sometidos a condiciones especiales de exposición.....	39
Tabla 09: Volumen de Agregado Grueso por unidad de Volumen de concreto....	41
Tabla 10: Datos para la obtención del Diseño de Mezcla.....	56
Tabla 11: Granulometría en Agregado Fino Muestra .....	61
Tabla 12 Peso Unitario Suelto Ag. Fino.....	62
Tabla 13: Peso Unitario Compactado Ag. Fino .....	62
Tabla 14. Resumen Peso Unitario Ag. Fino .....	62
Tabla 15: Contenido de Humedad Ag. Fino .....	63
Tabla 16: Gravedad Especifica y Absorción Ag. Fino .....	63
Tabla 17: Resumen de Características del Ag. Fino .....	64
Tabla 18: Granulometría de Agregado Grueso Muestra.....	65
Tabla 19: Peso Unitario Suelto Ag. Grueso.....	66
Tabla 20: Peso Unitario Compactado Ag. Grueso.....	66
Tabla 21: Resumen Peso Unitario Ag. Grueso.....	66
Tabla 22: Contenido de Humedad Ag. Grueso.....	67
Tabla 23: Gravedad Específica y Absorción Ag. Grueso .....	67
Tabla 24: Resumen de características del Ag. Grueso .....	67
Tabla 25: Resultados obtenidos por peso Kg/m <sup>3</sup> .....	70

Tabla 26: Resultados Obtenidos por volumen m <sup>3</sup> .....	70
Tabla 27: Dosificación para trompo x tanda (g) .....	70
Tabla 28: Dosificación + CBCA para trompo x tanda (g) .....	71
Tabla 29: Resultados de rotura de probetas a los 07 días .....	71
Tabla 30: Resultados de rotura de probetas a los 14 días .....	72
Tabla 31: Resultados de rotura de probetas a los 28 días .....	73
Tabla 32: Promedio de Probetas por días de curado .....	74
Tabla 33: Promedio de resistencia representa en porcentaje a los 7 días de curado .....	75
Tabla 34: Promedio de Resistencia Representada en Porcentajes a los 14 días de curado .....	76
Tabla 35: Promedio de Resistencia Representada en Porcentajes a los 28 días de curado .....	77

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 01: Ensayo Cono de Abrams 1ra Parte.....	57
Figura 02: Ensayo Cono de Abrams 2da Parte.....	57
Figura 03: Curva Granulométrica del Agregado Fino Muestra .....	61
Figura 04: Curva Granulométrica del Agregado Grueso Muestra .....	65
Figura 05: Resistencia Obtenida a los 07 días de curado .....	72
Figura 06: Resistencia Obtenida a los 14 días de curado .....	73
Figura 07: Resistencia Obtenida a los 28 días de curado .....	74
Figura 08: Promedio de Probetas por días de curado.....	75
Figura 09: Porcentaje de Resistencia alcanzada a los 07 días de curado .....	76
Figura 10: Porcentaje de Resistencia alcanzada a los 14 días de curado .....	77
Figura 11: Porcentaje de Resistencia alcanzada a los 28 días de curado .....	78
Figura 12: Tabla de Antecedentes .....	80
Figura 13: Pesado de muestra + molde .....	85
Figura 14: Tamizado de muestra.....	85
Figura 15: Peso de molde para Agregado Fino.....	86
Figura 16: Peso de molde para Agregado Grueso .....	86
Figura 17: Agregado Fino Compactado .....	87
Figura 18: Agregado Grueso Compactado.....	87
Figura 19: Enrasado de Agregados.....	88
Figura 20: Peso de Agregados + Molde .....	88
Figura 21: Cuarte de muestra de A. Grueso.....	89
Figura 22: Lavado de muestra de A. Grueso.....	89
Figura 23: Colocación de muestra 110+/- 5 <sup>o</sup> .....	90
Figura 24: Pesado de muestra de A. Grueso después del horno.....	90
Figura 25: Muestra de Agregado Grueso sumergida en agua por 24 hrs. ....	91
Figura 26: Secado manual de muestra .....	91



Figura 27: Muestra en canastilla .....	92
Figura 28: Retiro de muestra.....	92
Figura 29: Lavado de muestra A. Fino .....	93
Figura 30: Muestra Sumergida .....	93
Figura 31: Compactación de muestra A. Fino .....	94
Figura 32: Retiro de molde .....	94
Figura 33: Rodamiento de picnómetro .....	95
Figura 34: Peso de picnómetro + muestra + agua .....	95
Figura 35: Retiro de muestra.....	96
Figura 36: Retiro de muestra para determinar el asentamiento del concreto .....	96
Figura 37: Preparación de concreto en moldes.....	97
Figura 38: Enrasado de concreto en los moldes .....	97
Figura 39: Muestras de concreto.....	98
Figura 40: Maquina PyS equipos Cap. 100.000 Kgf – Lab. JVC .....	98
Figura 41: Rotura de probetas.....	99
Figura 42: Rotura de Probetas – Ingeniero Asesor .....	99

## I. INTRODUCCION

### 1.1 Problema de Investigación:

Actualmente, el sector de la construcción ha aumentado significativamente para su producción. Cuando vemos la realidad de la infraestructura social del país, como puentes o carreteras, que incrementan el avance de las regiones, ya que reduce el costo del tiempo y la logística al combinar la industria minera, agrónoma, agrícola y con todos los mercados más importantes de la ciudad y extranjero, así también el desarrollo del turismo.

Dada la Comisión que fomenta la infraestructura de la Universidad del Pacífico, nos indica que la brecha de infraestructura del Perú en el año 2015 fue de \$ 159,549 millones de dólares.

Luego de haberse incrementado 2 % durante el año 2019, debido a la pandemia (Covid-19) disminuyó en un 14 % para el 2020, sin embargo, hacia este 2021 las expectativas están yendo positivamente, durante un último informe de la inflación publicada por el BCR (Banco Central de Reserva del Perú), se tiene que para este 2022 el índice incremente en más del 17 % y con esto se obtenga un 3.9 %. Esta parte de la economía que es el sector construcción es un gran aliado de ayuda para que el PBI se encuentre en crecimiento, en otras palabras, a mayor recaudación de fondos mayor porcentaje de ejecución de obras, esto afirmó el docente del programa de maestría de la ESAN, Justo Cabrera.

El bagazo de caña es un residuo fibroso que se obtiene del proceso de fabricación del azúcar, se ha usado de manera tradicional en los países azucareros como materia prima para la producción de energía en las calderas de los ingenios o centrales azucareros y su uso en la manufactura de papel inició hace más de 150 años, también se usa para la fabricación de paneles aglomerados de fibras y de partículas y celulosa para derivados farmacéuticos y aditivos de alimentos (Rutiaga *et al*, 2002 y Jiménez, 1997).

En La Libertad, las empresas azucareras como Casa Grande, Cartavio y Laredo obtienen su fuerza eléctrica a través de calderos que presionan vapor y turbinas que lo transforman a corriente eléctrica.

El uso de todos los desechos de las industrias que fabrican azúcar, se traduce en fomentar el reciclado de todos sus residuos como son la melaza que se utiliza para la fabricación de alcohol, entre otros que también son usados con fines agrícolas; Estas cenizas se eliminan ocasionando así contaminar el medio ambiente, por tanto, se realizó este proyecto para analizar cómo influye la ceniza del bagazo de la caña de azúcar en el diseño de mezcla para así poder tener una construcción sostenible, esto consta en la utilización correcta de materiales y recursos sin perjudicar el medio ambiente ya que resulta más saludable y reduce los impactos ambientales.

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo General:**

Determinar la influencia de la ceniza de caña de azúcar en el diseño de mezcla de concreto simple en Casa grande – Libertad.

### **1.2.2. Objetivos específicos:**

- Determinar las propiedades físico - mecánicas de los agregados
- Realizar el diseño de mezcla del concreto simple adicionando la ceniza de bagazo de caña de azúcar.
- Determinar la dosificación de materiales adicionando la ceniza de bagazo de caña de azúcar.
- Determinar las propiedades mecánicas del concreto simple adicionando la ceniza de bagazo de caña de azúcar.

## **1.3. Justificación de la investigación**

El concreto es hoy el material más usado en toda la industria de la construcción, porque es ventajoso en cuanto a sus características físicas y mecánicas, considerado también un elemento fundamental para el desarrollo socioeconómico y la rápida urbanización en un lugar determinado.

Se sabe que dichas características están ligada a las características específicas de sus componentes como principales modificadores de la mezcla de concreto.

Es importante la obtención de un buena mezcla de concreto que cumpla con todos los parámetros mecánicos , a la vez se espera las mismas proporciones de los agregados, ya que ciertas canteras carecen de calidad necesaria para la realización de un buen diseño de mezcla del concreto, a esto se suma el riesgo ambiental que afrontamos hoy en día ha llevado al estudio de diferentes campos del conocimiento propongan nuevas opciones que colaboren a disminuir esta crisis, debido a esto es que esta investigación se enfoca en la implementación de la ceniza de bagazo de caña de azúcar en la elaboración del diseño de mezcla de concreto.

La ceniza de bagazo de azúcar es un subproducto de la industria azucarera proveniente de la quema de dicho elemento, en su mayoría de veces el bagazo es desechado por las industrias. La ceniza del bagazo de azúcar tiene en su composición el óxido de silicio, este reacciona a otros elementos y mejora sus propiedades mecánicas, la adición de este material en la realización del hormigón proporciona amplias ventajas como la impermeabilidad y en consecuencia la mejora de la durabilidad de la mezcla, mejora la compacidad y la resistencia.

## **II. MARCO DE REFERENCIA:**

### **2.1. Antecedentes de Estudio:**

#### **2.1.1. Nivel Internacional:**

Vélez (2019) en su investigación titulada “**CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA MEJORAR RESISTENCIA Y PERMEABILIDAD DEL HORMIGÓN**” de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil Concluyó que:

#### **Objetivo General:**

Determinar la posibilidad de utilizar el bagazo de la caña de azúcar, calcinado, para mejorar las características de permeabilidad y resistencia del hormigón de cemento portland.

#### **Objetivos Específicos:**

- Realizar una comparación entre la resistencia a compresión del hormigón con ceniza de bagazo de caña y la de hormigón simple.
- Evaluar la resistencia a la compresión y absorción de agua del hormigón al adicionar cenizas de bagazo de caña de azúcar.

#### **Conclusiones:**

Una vez finalizado este trabajo de investigación, se afirma que es posible añadir porcentualmente cenizas de bagazo de caña de azúcar en las mezclas de hormigón, ya que se demostró a través de ensayos y resultados que la CBCA ayuda a mejorar sus características mecánicas como lo son: aumento de resistencia e impermeabilización del conglomerado. Es importante recalcar que los resultados tanto de resistencia y absorción de agua, son similares en las mezclas de hormigón común y hormigón con CBCA en los primeros 30 días. A los 90 días de curado se empieza a tener mejoras en cuanto a los resultados, esto se debe a que se forman reacciones puzolánicas, que van cerrando gradualmente los poros en el hormigón y hacen que este desarrolle impermeabilidad.

**Aporte:**

Se deberá realizar un seguimiento a este desarrollo tecnológico que comenzó con una propuesta, ya que ha dado grandes resultados que pueden ayudar a la industria cementera a mejorar las características de sus productos y también, ayudar al medio ambiente en la reducción de explotación de materiales primarios y procesos nocivos para el planeta, además implementar la ceniza de bagazo de caña a los hormigones aporta ventajas físicas y mecánicas al conglomerado.

Huertas y Martínez (2019) en su investigación titulada “**ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES ESTRUCTURALES DEL CONCRETO MODIFICADO CON LA FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA**” de la Universidad Católica de Colombia concluye que:

**Objetivo General:**

Analizar el comportamiento mecánico del concreto con adición de fibra de bagazo de caña.

**Objetivos Específicos:**

- Investigar de forma detallada el uso que se le ha dado al bagazo de caña como material de construcción.
- Elaborar el diseño de mezcla con diferentes porcentajes de fibra de bagazo de caña y muestra patrón.

**Conclusiones:**

Se puede concluir que la fibra del bagazo es un material factible para utilizarse en la mezcla de concreto.

Con los resultados de los ensayos realizados se identificó que el porcentaje más óptimo y que cumple con los parámetros mínimos de resistencia a la compresión establecidos en la NSR-10, es la muestra con 0.6% de fibra de bagazo de caña, por tanto, se concluye que es viable la adición del porcentaje obtenido a la mezcla de concreto con 3000 psi. Teniendo en cuenta que la resistencia a la compresión de las tres edades estudiadas de curado (7, 14, 28 días) de la

muestra de concreto con 0.8% de bagazo de caña presento valores inferiores, además no cumplieron con los parámetros mínimos establecidos por la NSR-10, por tanto, ese porcentaje es desfavorable a la mezcla de concreto de 3000 psi.

**Aporte:**

Teniendo en cuenta la resistencia a la compresión a lo largo de las tres edades estudiadas (7, 14 y 28 días) la muestra de concreto con 0,8% de adición de fibra de bagazo de caña presento valores de resistencia a la compresión inferiores con respecto a las demás muestras, además dichos valores no cumplieron con los parámetros mínimos establecidos por la NSR-10, por tanto, se llegó a la conclusión de que este porcentaje es desfavorable en la implementación de la mezcla de concreto de 3000 psi.

**2.1.2. Nivel Nacional:**

Guerrero (2020) en su investigación titulada “**CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN EL CONCRETO. EXPLORACIÓN PRELIMINAR DEL POTENCIAL DE USO DE LA CENIZA DEL VALLE DEL CHIRA**” de la Universidad de Piura concluyó que:

**Objetivo General:**

Documentar las investigaciones realizadas Los diferentes estudios acerca de la utilización de CBCA en la elaboración de morteros y concreto, han sido separados en dos áreas: como reemplazo del cemento y como reemplazo de la arena. En los ensayos elaborados de mezclas de concreto y mortero sin CBCA y con diferentes porcentajes de CBCA de reemplazo, considerando diversos factores como las condiciones de la ceniza empleada, relación agua/ cemento y la utilización de supe plastificantes. Las propiedades han sido evaluadas de la mezcla endurecida y en estado fresco.

**Conclusiones:**

Los diferentes estudios acerca de la utilización de CBCA en la elaboración de morteros y concreto, han sido separados en dos áreas: como reemplazo del cemento y como reemplazo de la arena. En los ensayos elaborados de mezclas de concreto y mortero sin CBCA y con diferentes porcentajes de CBCA de

reemplazo, considerando diversos factores como las condiciones de la ceniza empleada, relación agua/ cemento y la utilización de supe plastificantes. Las propiedades han sido evaluadas de la mezcla endurecida y en estado fresco.

Chávez (2017) en su investigación titulada “**EMPLEO DE LA CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR (CBCA) COMO SUSTITUTO PORCENTUAL DEL AGREGADO FINO EN LA ELABORACIÓN DEL CONCRETO HIDRÁULICO**” de la Universidad Nacional de Cajamarca concluyó que:

**Objetivo General:**

Determinar la influencia de la ceniza de bagazo de caña de azúcar sobre la propiedad resistente a la compresión del concreto.

**Objetivos Específicos:**

- Determinar las propiedades físico-mecánicas de los agregados y de la ceniza del bagazo.
- Calcular los valores de resistencia a compresión del concreto sustituyendo el 1%,3% y 5% del volumen absoluto del agregado fino por CBCA.
- Comparar los resultados obtenidos en los ensayos de la nueva mezcla de concreto influenciado por la CBCA con los obtenidos en el concreto convencional.
- Encontrar la dosificación óptima usando la gráfica: Resistencia a compresión vs. Dosificación.

**Conclusiones:**

En el ensayo realizado, la adición de la CBCA en la elaboración del concreto de  $f'_c=250$  kg/cm<sup>2</sup> genera un aumento en la resistencia a la compresión en un 21.88%, utilizando un 3% del volumen del agregado fino. La resistencia mecánica del concreto elaborado con adición de CBCA en un 5% disminuye en 8.17% un respecto a la adición con 3%, y cuando la adición es del 1% también disminuye en 16.59% de la adición del 3%



**Aporte:**

El porcentaje óptimo obtenido de ceniza de bagazo que genera mayor expectativa de la resistencia del concreto es del 3.24% del volumen de agregado fino.

De acuerdo a los ensayos realizados se determinó que la influencia del uso de la ceniza del bagazo de la caña de azúcar es positiva, ya que aumenta su resistencia a la compresión en 21.88%, contrastando de este modo con la hipótesis formulada al inicio del estudio.

**2.1.3. Nivel Local:**

Pastor (2017) en su investigación titulada “**EFECTO DE LA CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO**” de la Universidad Cesar Vallejo concluyó que:

**Objetivo General:**

Determinar el efecto del porcentaje de ceniza del bagazo de caña de bagazo en la resistencia a la compresión del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

**Objetivos Específicos:**

- Determinar la resistencia a la compresión a los 7 y 28 días de las probetas y según composición de ceniza.
- Medir el asentamiento del concreto según composición de ceniza de caña de azúcar.
- Medir la composición química de la ceniza del bagazo de caña de azúcar con el ensayo de Espectrometría de energía dispersiva.
- Medir la absorción capilar.

**Conclusiones:**

En el ensayo de resistencia a la compresión, se obtuvo en los primeros resultados a los 7 días de curado, las probetas estándar fueron comparadas con las probetas de prueba, no hubo variación alguna. Y según la prueba de Kruskal-Wallis para un tiempo de 7 días no existieron diferencias significativas entre los

promedios. Las diferencias ocurrieron en las probetas de prueba de 28 días, dado que la CBCA disminuyó la resistencia a la compresión de las probetas de manera significativa. Utilizando también la prueba de Kruskal-Wallis nos arroja que si hubo diferencias significativas en los promedios.

En el ensayo de asentamiento o Slump, las mezclas testeadas obtuvieron el asentamiento deseado de 3", tal como se estableció en el diseño de mezcla.

#### **Aporte:**

En la absorción a la capilaridad no se encontró diferencia, comparando las probetas estándar con las de prueba. Se concluye, que el reemplazo parcial de ceniza por el cemento, en la mezcla de concreto, no aumenta la absorción de agua dentro del concreto, ya que ninguno de los promedios sobrepasó el 10%, en ninguno de los tiempos establecidos de curado de 7 y 21 días.

Calderón y Martínez (2017) en su investigación titulada "***INFLUENCIA DEL TAMAÑO DE PARTICULA Y DEL PORCENTAJE DE REEMPLAZO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR (CBCA) POR CEMENTO PORTLAND TIPO I SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION, ACTIVIDAD PUZOLANICA, Y REACTIVIDAD ALCALI-SILICE EN MORTEROS MODIFICADOS***" de la Universidad Nacional de Trujillo concluyó que:

#### **Objetivo General:**

Determinar la influencia del tamaño de partícula y el porcentaje de reemplazo de CBCA por cemento portland tipo I sobre la resistencia a la compresión, actividad puzolánica y reactividad álcali-sílice en la elaboración de morteros modificados.

#### **Objetivos Específicos:**

- Determinar el tamaño de partícula y el porcentaje de reemplazo de CBCA adecuado, para lograr la máxima resistencia a la compresión en morteros modificados.
- Obtener el tamaño de partícula y porcentaje adecuado de reemplazo de CBCA por cemento portland tipo I, para lograr la máxima actividad puzolánica en morteros modificados.

- Encontrar el porcentaje adecuado de reemplazo de CBCA por cemento portland tipo I, para lograr una mínima actividad álcali-sílice en morteros modificados.
- Demostrar estadísticamente que el tamaño de partícula y el porcentaje de CBCA influyen significativamente en la resistencia a la compresión, actividad puzolánica y reactividad álcali-sílice.

### **Conclusiones:**

Se determinó que el tamaño de partícula y el porcentaje de reemplazo de CBCA por cemento, influyó aumentando considerablemente la resistencia a la compresión a un máximo de 110.07 Kg/cm<sup>2</sup> con un porcentaje de reemplazo del 20% en peso y tamaño de partícula de 48µm. Se obtuvo que el índice de actividad puzolánica alcanza un máximo de 32.48% con respecto a las probetas patrón del 20% en peso de reemplazo de ceniza de bagazo de caña de azúcar por cemento tipo I con un tamaño de partículas de 48µm. Se encontró que el porcentaje de expansión varía moderadamente con el porcentaje de reemplazo de CBCA, el máximo valor de expansión fue de 0.093%, esto se dio con un 30% de reemplazo de CBCA y un tamaño de partícula de 48µm. Se demostró que el tamaño de partícula y el porcentaje de reemplazo de CBCA influyen considerablemente sobre las propiedades de resistencia a la compresión, índice de puzolanidad y reactividad álcali-sílice, mejorando la durabilidad del mortero.

### **Aporte:**

Se demostró estadísticamente que el tamaño de partícula y el porcentaje de reemplazo de ceniza de bagazo de caña de azúcar influye significativamente sobre las propiedades de resistencia a la compresión, índice de puzolanidad y reactividad álcali-sílice, mejorando la durabilidad del mortero.

## **2.2. Marco Teórico:**

### **2.2.1. Diseño de Mezcla:**

Es un procedimiento empírico que descifra las proporciones de los elementos que conforman el concreto con el fin de obtener una resistencia a la compresión con una edad determinada.

### **A) Manejabilidad:**

Es fundamental que el concreto se diseñe con la manejabilidad correcta, esto depende de la calidad del cemento y características de los agregados.

En caso se desee mejorar las propiedades de manejabilidad, no se debe agregar más agua sino se puede incrementar la cantidad de mortero.

### **B) Resistencia y durabilidad del concreto:**

El concreto es diseñado para una resistencia mínima a la compresión. Esta resistencia puede estar condicionada cuando se especifica con una máxima relación agua / cemento y se limita la cantidad de cemento.

Es importante que los requisitos no sean mutuamente incompatibles ya que en algunos casos la relación agua / cemento se convierte en la característica más importante por tema de durabilidad.

En algunas especificaciones se puede requerir que el concreto cumpla con ciertas condiciones para una mejor durabilidad ya sea ataques químicos, ataques de cloruro, congelamiento o deshielo, casos en los que se reducen la cantidad de cemento para agregar algún tipo de aditivo para obtener así un mejor diseño de mezcla.

### **D) Economía de las mezclas de concreto:**

El costo de una mezcla de concreto está principalmente constituido por los materiales, equipos y mano de obra.

La variación del costo en un diseño de mezcla se debe en algunos casos al costo del cemento, ya que es mayor al costo de los agregados por tanto se opta a minimizar el material cementante sin perjudicar la resistencia y las demás propiedades del concreto.

Por otro lado, en algunas localidades o con algún tipo de agregado especial pueden ser suficientes para que influya en la selección y dosificación, los aditivos por su efecto en la dosificación del cemento y los agregados es sumamente importante y el agua por lo general no tiene influencia alguna.

El costo de la mano de obra depende principalmente de la trabajabilidad de la mezcla y los métodos de colocación y compactación. Una mezcla poco trabajable y con un equipo de compactación en mal estado obliga a que el costo de la mano de obra aumente.

El control de calidad también influye en la economía del diseño de mezcla ya que se debe contemplar el grado requerido en obra. El concreto tiene variabilidad en materiales, producción y las acciones con las que se ejecutan en obra, por tanto, en obras pequeñas puede resultar un tanto “económico” sobre diseñar, pero en obras grandes se debe implementar un extenso control de calidad para mejorar costos y eficiencia.

#### **D) Dosificación de una mezcla de concreto:**

Mediante el sistema de prueba y error o el sistema de ajuste y reajuste y los materiales disponibles

#### **2.2.2 Método Diseño de mezcla, Método A.C.I.**

Es un sistema de dosis para el diseño del hormigón, se fundamenta en la medición de los materiales como el cemento, el agua y los agregados, en su peso y volumen. Su esquema va dirigido para la mezcla en fresco como en endurecido, Los procedimientos se rigen a la norma A.C.I 211.1 basándose esta misma en otra norma que es la ASTM C33, en la cual se referencia las determinaciones granulométricas. Precedentemente al diseñar la mezcla, es recomendable tener los números y cantidades previos del modelo de la obra que se va a realizar y todos los materiales útiles para la ejecución de la obra.

#### **PASOS PARA EL PROPORCIONAMIENTO**

Para un buen proporcionamiento de materiales se debe seguir estos pasos:

1. Estudio detallado de planos y especificaciones técnicas de obra.
2. Elección de la resistencia promedio ( $f'_{cr}$ ).
3. Elección del Asentamiento (Slump).
4. Selección del tamaño máximo del agregado grueso.
5. Estimación del agua de mezclado y contenido de aire.

6. Selección de la relación agua/cemento (a/c).
7. Cálculo del contenido de cemento.
8. Estimación del contenido de agregado grueso y agregado fino.
9. Ajustes por humedad y absorción.
10. Cálculo de proporciones en peso.
11. Cálculo de proporciones en volumen.
12. Cálculo de cantidades por tanda.

A continuación, se detallará la secuencia de la siguiente manera:

### **1. Especificaciones Técnicas:**

Antes de diseñar una mezcla de concreto debemos tener en cuenta primero, revisar los planos y las especificaciones técnicas de la obra correspondiente, donde podemos encontrar todos los requisitos que determinó el ingeniero proyectista para que la obra pueda cumplir con todos los requisitos durante su vida útil.

### **2. Elección de la resistencia promedio ( $f'_{cr}$ ):**

Para la elección de la resistencia promedio se cuenta con 2 métodos, los cuales detallaremos a continuación:

#### **Método 01:**

En este método si encontramos un registro de resultados de ensayos de obras anteriores, se deberá hacer un cálculo de desviación estándar. Por tanto, se deberá:

**A)** Representar materiales, control de calidad y las condiciones similares a aquellos que se espera en la obra que se va a iniciar.

**B)** Representar a concretos preparados para alcanzar una resistencia de diseño  $f'_c$  que este dentro del rango de  $\pm 70 \text{ kg/cm}^2$  de la especificada para el trabajo a empezar.

Si se posee un registro de 3 ensayos consecutivos, la desviación estándar se determinará aplicando la siguiente formula:

$$s = \sqrt{\frac{\sum(X_i - \bar{X})^2}{(n - 1)}}$$

**Donde:**

s = Desviación estándar, en kg/cm<sup>2</sup>

X<sub>i</sub> = Resistencia de la probeta de concreto, en kg/cm<sup>2</sup>

$\bar{X}$  = Resistencia promedio de n probetas, en kg/cm<sup>2</sup>

n = Numero de ensayos consecutivos de resistencia

**C)** Consistir de por lo menos 30 ensayos consecutivos o dos grupos de ensayos consecutivos que totalicen por lo menos 30 ensayos.

Si se posee d dos grupos de ensayos consecutivos que hagan una suma total de 30 ensayos consecutivos, la desviación estándar promedio se determinara con la siguiente formula:

$$\bar{s} = \sqrt{\frac{(n_1-1)(s_1)^2+(n_2-1)(s_2)^2}{(n_1+ n_2 -2)}}$$

**Donde:**

$\bar{s}$  = Desviación estándar promedio en kg/cm<sup>2</sup>

s<sub>1</sub> s<sub>2</sub> = Desviación estándar calculada para los grupos 1 y 2

n<sub>1</sub> n<sub>2</sub> = Numero de ensayos en cada grupo, respectivamente

**Método 02:**

Si se posee un registro de 15 a 29 ensayos consecutivos, se calculará la desviación estándar “s” correspondiente a dichos ensayos y se multiplicará por el factor de corrección indicado en la tabla 1 para obtener el nuevo valor de “s”.

El registro de ensayos a que se hace referencia en este método deberán cumplir con los requisitos A), B) del Método 01 y representar un registro de ensayos consecutivos que comprenda un periodo de no menos de 45 días calendario.

**Tabla 01: Factores de Corrección**

<b>MUESTRAS</b>	<b>FACTORES DE CORRECCIÓN</b>
Menos de 15	Usar tabla 02
15	1.16
20	1.08
25	1.03
30	1.00

**2.1 Calculo de la resistencia promedio requerida:**

Una vez que la desviación estándar ha sido calculada, la resistencia a compresión promedio requerida ( $f'_{cr}$ ) se obtiene como el mayor valor de las ecuaciones (1) y (2). La ecuación (1) proporciona una probabilidad de 1 en 100 que el promedio de tres ensayos consecutivos estará por debajo de la resistencia especificada  $f'_c$ . La ecuación (2) proporciona una probabilidad de similar de que ensayos individuales estén en  $35 \text{ kg/cm}^2$  por debajo de la resistencia especificada  $f'_c$ .

**A)** Si la desviación estándar se ha calculado de acuerdo a lo indicado en el Método 01 o el Método 02, la resistencia promedio requerida será el mayor de los valores determinados por las formulas siguientes usando la desviación estándar “s” calculada.

$$f'_{cr} = f'_c + 1.34s \dots \dots \dots (1)$$

$$f'_{cr} = f'_c + 2.33s \dots \dots \dots (2)$$

**Donde:**

s = Desviación estándar, en  $\text{kg/cm}^2$

**B)** Si se desconoce el valor de la desviación estándar, se utilizará la tabla 02 para la determinación de la resistencia promedio requerida.



**Tabla 02: Resistencia a la compresión promedio**

<b>Consistencia</b>	<b>Asentamiento</b>
Seca	0"(0mm) a 2" (50mm)
Plástica	3"(75mm) a 4" (100mm)
Fluida	≥ 5" (125mm)

### **3. Elección del Asentamiento(Slump):**

Si las especificaciones técnicas de obra requieren que el concreto tenga una determinada consistencia, el asentamiento puede ser elegido de la siguiente tabla:

**Tabla 03: Consistencia y Asentamientos**

<b>f'c</b>	<b>f'cr</b>
Menos de 210	f'c + 70
210 a 350	f'c + 84
sobre 350	f'c + 98

Si las especificaciones técnicas de la obra no indican la consistencia, ni asentamiento para la mezcla que se diseñara, usando la tabla 04 podemos seleccionar un valor adecuado para un determinado trabajo que se va a realizar. Se deberán usar las mezclas de la consistencia más densa que puedan ser colocadas eficientemente.

**Tabla 04: Asentamientos recomendados para varios tipos de construcción**

TIPOS DE CONSTRUCCION	REVENIMIENTO	
	MÁXIMO	MÍNIMO
Zapatas y muros de cimentación reforzados	8	2
Zapatas simples, cajones y muros de subestructura	8	2
Vigas y muros reforzados	10	2
Columnas	10	2
Pavimentos y losas	8	2
Concreto ciclópeo y masivo	5	2

#### **4. Selección de tamaño máximo del agregado:**

Las normas de Diseño Estructural recomiendan que el tamaño máximo nominal del agregado grueso sea el mayor que sea económicamente disponible, siempre que sea compatible con las dimensiones y características de la estructura.

La Norma técnica de Edificación E. 060 prescribe que el agregado grueso no deberá ser mayor de:

- A)** 1/5 de la menor dimensión éntrelas caras de encofrados; o
- B)** 1/3 del peralte de la losa; o
- C)** 3/4 del espacio libre mínimo entre barras individuales de refuerzo, paquetes de barras, tendones o ductos de pre esfuerzo.

El tamaño máximo nominal determinado aquí, será usado también como tamaño máximo simplemente.

Se considera que, cuando aumenta el tamaño máximo nominal del agregado, se reducen los requerimientos del agua de mezcla, aumentando la resistencia del concreto. En general este principio es válido con agregados hasta 40 mm (1 1/2"). En tamaños mayores, solo es aplicable a concretos con bajo contenido de cemento.

## 5. Estimación del agua de mezclado y contenido de aire

La cantidad de agua depende del SLUMP requerido. La siguiente tabla está hecha en base a las recomendaciones del Comité 211 del ACI y nos brinda una primera estimación del agua de mezclado para concretos hechos con diferentes tamaños máximos de agregado con o sin aire incorporado.

**Tabla 05: Diseño de mezcla de Concreto IMCYC NTP 339.046**

<b>ASENTAMIENTO O SLUMP (mm)</b>	Agua en lt/m <sup>3</sup> de concreto para los tamaños máximos de ag. grueso y consistencia indicados.							
	10mm (3/8")	12.5mm (1/2")	20mm (3/4")	25mm (1")	40mm (1 1/2")	50mm (2")	70mm (3")	150mm (6")
<b>CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO</b>								
30 a 50 (1" a 2")	205	200	185	180	160	155	145	125
80 a 100 (3" a 4")	225	215	200	195	175	170	160	140
150 a 180 (6" a 7")	240	230	210	205	185	180	170	---
Cantidad aprox. De aire atrapado (%)	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2
<b>CONCRETO CON AIRE INCORPORADO</b>								
30 a 50 (1" a 2")	180	175	165	160	145	140	135	120
80 a 100 (3" a 4")	200	190	180	175	160	155	150	135
150 a 180 (6" a 7")	215	205	190	185	170	165	160	---
<b>Contenido total de aire incorporado(%) en función del grado de exposición</b>								
<b>Exposición ligera</b>	4.5	4	3.5	3	2.5	2	1.5	1
<b>Exposición Moderada</b>	6	5.5	5	4.5	4.5	4	3.5	3
<b>Exposición severa</b>	7.5	7	6	6	5.5	5	4.5	4

Los valores del asentamiento para concreto con agregado más grande que 40 mm (1 ½") se basan en las pruebas de Slump hechas después de retirar las partículas mayores en 40 mm (1 ½") por tamizado húmedo.

Estos contenidos de agua de mezclado son valores máximos para agregado grueso angular y en formado, y cuya granulometría está dentro de las especificaciones aceptadas (ASTM C 33 o ITINTEC 400 037).

Para concreto que contiene agregado grande será tamizado húmedo por una malla de 40 mm (1 ½") antes de evaluar el contenido de aire, el porcentaje de aire esperado en material más pequeño de 40 mm (1 ½") debe ser tabulado en la columna de 40 mm (1 ½"). Sin embargo, los cálculos iniciales de las proporciones de la mezcla completa.

Estos valores se basan en el criterio de que se necesita un 9 % del contenido de aire en la fase de mortero del concreto.

Como se observa, la tabla 05 no toma en cuenta para la estimación del agua de mezclado las incidencias del perfil, textura y granulometría de los agregados. Debemos hacer presente que estos valores tabulados son aproximados para una primera estimación y que, dependiendo del perfil, textura y granulometría de los agregados, los valores requeridos de agua de mezclado pueden estar algo por encima o por debajo de dichos valores.

Al mismo tiempo. Podemos usar la tabla 06 para calcular la cantidad de agua de mezcla tomando en cuenta, además de la consistencia y tamaño máximo del agregado, el perfil del mismo. Los valores de la tabla 06 corresponden a mezclas sin aire.

**Tabla 06: Contenido de agua con mezcla**

Tamaño máximo nominal del agregado grueso		Contenido de agua en el concreto, expresado en $lt/m^3$ , para los asentamientos y perfiles de agregado grueso indicados.					
		25mm a 50mm (1"-2")		75mm a 100mm (3"-4")		150mm a 175mm (6"-7")	
mm.	Pulg.	Ag. redondeado	Ag. anguloso	Ag. redondeado	Ag. anguloso	Ag. redondeado	Ag. anguloso
9.5	3/8"	185	212	201	227	230	250
12.7	1/2"	182	201	197	216	219	238
19.1	3/4"	170	189	185	204	208	227
25.4	1"	163	182	178	197	197	216
38.1	1 1/2"	155	170	170	185	185	204
50.8	2"	148	163	163	178	178	197
76.2	3"	136	151	151	167	163	182

La tabla 05 nos muestra también el **Volumen aproximado de aire atrapado**, en porcentaje, a ser esperado en un concreto sin aire incorporado y los promedios recomendados del contenido total de aire, en función del grado de exposición, para concretos con aire incorporado intencionalmente por razones de durabilidad a ciclos de congelamiento y deshielo, agua de mar o sulfatos.

Una vez elegidos los valores de cantidad de agua y de aire atrapado para el metro cubico de concreto procedemos a calcular el volumen que ocupan dentro de la unidad de volumen de concreto:

$$\text{Volumen de agua (m}^3\text{)} = \frac{\text{Contenido de agua de mezclado (lt/m}^3\text{)}}{\text{Peso específico del agua (1000 kg/m}^3\text{)}}$$

## 6. Selección de la Relación Agua/Cemento (a/c):

Existen dos criterios (por resistencia y por durabilidad) para la selección de la relación a/c, de los cuales se elegirá el menos de los valores, con lo cual se garantiza el cumplimiento de los requisitos de las especificaciones. Es importante que la relación agua cemento seleccionada con base en la resistencia cumpla también los requerimientos de durabilidad.

### Por Resistencia:

Para concretos preparados con Cemento Portland Tipo 1 o cementos comunes, puede tomarse la relación a/c de la tabla 07.

**Tabla 07: Relación Agua/ Cemento y Resistencia a la compresión del concreto**

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DIAS (F'cr) (Kg/cm <sup>2</sup> )	RELACION A/C DE DISEÑO EN PESO	
	CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO	CONCRETO CON AIRE INCORPORADO
450	0.38	-
400	0.43	-
350	0.48	0.40
250	0.55	0.46
200	0.70	0.61
150	0.80	0.71

### Por Durabilidad:

- Para concretos de baja permeabilidad según NTP E 060.

**Tabla 08: Máxima relación a/c permisible para concreto sometidos a condiciones especiales de exposición**

<b>CONDICIONES DE EXPOSICION</b>	<b>RELACION A/C MAXIMA</b>
<b>Concreto de baja permeabilidad:</b>	
a) Expuesto a agua dulce	0.50
b) Expuesto a agua de mar o aguas salobres	0.45
c) Expuesto a la acción de aguas cloacales. (*)	0.45
<b>Concreto expuesto a procesos de congelación y deshielo en condiciones húmeda:</b>	
a) Sardineles, cunetas, secciones delgadas.	0.45
b) Otros elementos.	0.50
Protección contra la corrosión de concreto expuesto a la acción de agua de mar, aguas salobres, neblina o rocío de esta agua.	0.40
Si el recubrimiento mínimo se incrementa en 15 mm	0.45

## 7. Cálculo del Contenido del Cemento:

Una vez determinada la cantidad de agua y la relación a/c, la cantidad de cemento por unidad de volumen del concreto se determina de la siguiente forma, se divide la cantidad de agua entre la relación a/c cabe resaltar que es posible que las especificaciones del proyecto establezcan una cantidad de cemento mínima.

$$\text{Contenido de Cemento (kg/m}^3\text{)} = \frac{\text{Contenido de Agua de Mezclado (lt/m}^3\text{)}}{\text{Relación a/c (para } f'_{cr}\text{)}}$$

$$\text{Volumen de cemento (m}^3\text{)} = \frac{\text{Contenido de Cemento (kg)}}{\text{Peso Específico del cemento (kg/m}^3\text{)}}$$

## 8. Estimación del contenido del Agregado Grueso y Agregado Fino:

Para un agregado de tamaño máximo y gradación determinada, se obtendrá un concreto de trabajabilidad adecuada.

Se determina el contenido de agregado grueso mediante la tabla 09, elaborada por el comité 211 del ACI, en función del tamaño máximo nominal del agregado grueso y el módulo de fineza del agregado fino. La tabla 09 permite encontrar el valor del coeficiente  $b/b_0$  resultante de la división del peso seco del agregado grueso entre el peso unitario seco y compactado del agregado grueso en  $\text{kg/m}^3$ .

Volumen de agregado grueso (m) por volumen unitario de concreto:



**Tabla 09: Volumen de Agregado Grueso por unidad de Volumen de concreto**

Tamaño máximo del agregado grueso (mm)	Módulo de finura de la arena			
	2.40	2.60	2.80	3.0
10	0.50	0.48	0.46	0.44
12.50	0.59	0.57	0.55	0.53
19	0.66	0.64	0.62	0.60
25	0.71	0.69	0.67	0.65
37.50	0.75	0.73	0.71	0.69
50	0.78	0.76	0.74	0.72
75	0.82	0.80	0.78	0.76
150	0.87	0.85	0.83	0.81

Los Volúmenes de agregado grueso mostrados, está en condición seca y compactada, tal como se describe en la norma ASTM C29. Estos volúmenes han sido seleccionados a partir de relaciones empíricas para producir concretos con un grado adecuado de trabajabilidad para construcciones armadas usuales.

La cantidad de agregado fino se calcula después de haber encontrado el peso del agregado grueso, cemento, agua y contenido de aire atrapado; puede ser calculado por el método de volúmenes absolutos.

Obtenido  $b/b_0$  procedemos a calcular la cantidad de agregado grueso necesario para un metro cubico de concreto, de la siguiente manera:

$$\text{Peso seco del A. grueso (kg/m}^3\text{)} = \frac{\text{Peso seco del A. grueso}}{\text{Peso específico del A. grueso}}$$

$$\text{Vol. Del agregado grueso (m}^3\text{)} = 1 - (\text{Vol. Agua} + \text{Vol. Aire} + \text{Vol. Cemento} + \text{Vol. Agregado grueso})$$

Por consiguiente, el peso seco del agregado fino será:

$$\text{Peso agregado fino (kg/m}^3\text{)} = (\text{Vol. Agregado fino}) (\text{Peso específico del agregado fino})$$

### 9. Ajustes por humedad y absorción:

El contenido de agua añadida para formar la pasta será afectado por el contenido de humedad de los agregados. Si ellos están secos al aire absorberán agua y disminuirán la relación a/c y la trabajabilidad. Por otro lado, si ellos tienen humedad libre en su superficie (agregados mojados) aportaran algo de esta agua a la pasta aumentando la relación a/c, la trabajabilidad y disminuyendo la resistencia a compresión. Por tanto, estos efectos deben ser tomados estimados y la mezcla debe ser ajustada tomándolos en cuenta.

Por lo tanto: Si

**Agregado Grueso:** Humedad = %W

$$\% \text{ Absorción} = \% \text{ Ag.}$$

**Agregado Fino:** Humedad = % W

$$\% \text{ Absorción} = \% \text{ Af.}$$

### Pesos de Agregados Húmedos:

$$\text{Peso A. Grueso húmedo (kg)} = (\text{Peso A. Grueso Seco}) \cdot \frac{(1 + \%W_g)}{100}$$

$$\text{Peso A. Fino húmedo (kg)} = (\text{Peso A. Fino Seco}) \cdot \frac{(1 + \%W_f)}{100}$$

### Agua Efectiva:

$$\text{Agua en Agregado Grueso} = (\text{Peso A. Grueso Seco}) \cdot \frac{(\%W_g - \% \text{ Ag})}{100} = x$$

$$\text{Agua en Agregado Húmedo (kg)} = (\text{Peso A. Grueso Seco}) \cdot \frac{(\%W_f - \%A_f)}{100} = y$$

$$\text{Agua efectiva (lt)} = \text{Agua de diseño} - (x + y)$$

#### 10. Calculo de las proporciones en peso:

CEMENTO: AGREGADO FINO: AGREGADO GRUESO / AGUA

$$\frac{\text{Peso cemento}}{\text{Peso cemento}} : \frac{\text{Peso Af. húmedo}}{\text{Peso cemento}} : \frac{\text{Peso Ag. húmedo}}{\text{Peso cemento}} : \frac{\text{Agua efectiva}}{\text{Peso cemento}}$$

#### 11. Calculo de las proporciones en volumen:

##### Datos necesarios:

- Peso unitario suelto del cemento (1500kg/m<sup>3</sup>)
- Pesos unitarios sueltos de los agregados fino y grueso (en condición de humedad a la que se ha determinado la dosificación en peso).

- Volúmenes en estado suelto:

$$\text{- Cemento: Vol. Cemento (m}^3\text{)} = \frac{\text{Peso Cemento (kg)}}{\text{P.U. cemento (1500kg/m}^3\text{)}}$$

$$\text{- Agregado fino: Vol. A. fino (m}^3\text{)} = \frac{\text{Peso A. fino húmedo (kg)}}{\text{P.U. A. fino húmedo (kg/m}^3\text{)}}$$

$$\text{- Agregado grueso: Vol. A. grueso (m}^3\text{)} = \frac{\text{Peso A. grueso húmedo (kg)}}{\text{P.U. A. grueso húmedo (kg/m}^3\text{)}}$$

En el caso del agua, este se calculará en litros por bolsa de cemento (Its/bls), de la siguiente manera:

$$\text{Agua (Its/bls)} = \frac{\text{Cantidad de agua por m}^3 \text{ de c}^0}{\frac{\text{(Peso cemento por m}^3 \text{ de C}^0)}{\text{Peso cemento por bolsa (42.5)}}}$$

Cemento: Agregado Fino: Agregado Grueso: Agua(It/bls)

Vol. Cemento:	Vol. A. Fino:	Vol. A. Grueso/	Agua (It/bls)
Vol. Cemento	Vol. Cemento	Vol. Cemento	
<b>C</b>	<b>F</b>	<b>G</b>	<b>/ A</b>

## 12. Calculo de cantidades por tanda:

### Datos Necesarios:

- Capacidad de la mezcladora
- Proporciones en volumen

### Cantidades de bolsas de cemento requerido:

Cant. de bls de requerida =

$$\frac{(\text{capacidad mezcladora (pie}^3\text{)}) (0.0283\text{m}^3) (\text{Peso cemento (kg)})}{\text{Peso cemento por bolsa (42.5kg)}}$$

### Eficiencia de la mezcladora:

Debido a que la mezcladora debe ser abastecida por un numero entero de bolsas de cemento, la cantidad de bolsas de cemento por tanda será igual a un número entero menor a la cantidad de bolsas requerida por la mezcladora.

$$\text{Eficiencia (\%)} = \frac{\text{Cantidad de bolsas de cemento por tanda} \times 100}{\text{Cantidad de bolsas requerida}}$$

### **Cantidades de materiales por tanda:**

Teniendo las proporciones en volumen (C: F: G/A), calculamos las cantidades de materiales por tanda:

- Cemento:  $1 \times 2 = 2$  bolsas
- Agregado Fino:  $F \times 2 =$  Cantidad de A. Fino en  $m^3$
- Agregado Grueso:  $G \times 2 =$  Cantidad de A. Grueso en  $m^3$
- Agua:  $A \times 2 =$  Cantidad de agua en Lt.

### **2.3 Marco Conceptual:**

- **Actividad Puzolanica:** Reacción química que produce el cemento para formar compuestos hidráulicos, se determina a través de la resistencia a la compresión.
- **Aditivos:** Son químicos que se agregan al concreto en la etapa del mezclado para mejorar alguna propiedad de la mezcla.
- **Asentamiento:** Medida de la consistencia de concreto, que abarca al grado de fluidez de la mezcla e indica que tan seco o fluido está el concreto.
- **Bagazo:** El bagazo es la materia que queda luego de que a la caña de azúcar se le extrae el jugo azucarado. Esos restos poseen una gran cantidad de fibras.
- **Capilaridad:** La capilaridad es un fenómeno que afecta de modo físico y químico en las estructuras modernas de hormigón armado.
- **Dosificación:** Las dosificaciones de la mezcla de concreto son las cantidades de cemento y de otros materiales (agua, piedra, arena, otros aditivos) que se necesitan para obtener la resistencia y durabilidad requeridas, de acuerdo a unos que se le va a dar al concreto.
- **Granulometría:** La granulometría permite conocer la medida de los granos de los sedimentos. Mediante el análisis granulométrico se puede obtener información importante como: su origen, propiedades mecánicas y el cálculo de la abundancia de cada uno de los granos.

- **Impermeabilización:** Es el uso de sustancias o compuestos químicos cuyo objetivo es lograr una mayor vida útil de la estructura y mejorar la habilidad de los recintos.
- **Materiales cementicios:** Es aquel que cuando es usado en conjunto con cemento Portland, aporta a las propiedades del concreto endurecido por medio de un proceso de hidratación o puzolánico.
- **Mortero:** Se usa generalmente para rellenar los espacios que quedan entre los bloques o ladrillos, para aplanado de muros o como revestimiento de paredes.
- **Probetas:** El objetivo final de la fabricación de probetas, es el control de la calidad del hormigón a través del ensayo a compresión de las mismas.
- **Resistencia a la compresión:** Es la propiedad principal del concreto, se puntualiza como la capacidad de resistir un peso por unidad de un área, esto se evidencia en términos de esfuerzo, principalmente como  $\text{kg/cm}^2$ , Mpa.
- **Revenimiento:** La prueba de revenimiento se hace para asegurar que una mezcla de concreto trabajable. La muestra medida debe de estar dentro de un rango establecido, o tolerancia, del revenimiento pretendido.
- **Sílice:** Es un sólido vítreo, incoloro o blanco e insoluble en agua. Es muy abundante en la naturaleza, y forma parte de la composición del cuarzo, el ópalo y la arena.
- **Slump:** Consiste en compactar una muestra de concreto fresco en un molde tronco – cónico, midiendo el asiento o descenso de la mezcla luego de desmoldarlo.

## 2.4. Sistema de Hipótesis:

La ceniza del bagazo de caña de azúcar influye considerablemente en las propiedades físicas del concreto, por tanto, aumenta su resistencia a la compresión.

## 2.5. Variables y Operacionalización de Variables:

### 2.5.1. Identificación de Variables:

- **Variable Independiente:** Ceniza del Bagazo de la Caña de Azúcar.

- **Variable Dependiente:** Diseño de Mezcla del Concreto,

**2.5.2. Operacionalización de Variables:**

<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b>	Ceniza del Bagazo de la Caña de Azúcar.	
<b>DEFINICIÓN CONCEPTUAL</b>	La ceniza del bagazo de caña de azúcar es un subproducto de los desechos de la fabricación de azúcar	
<b>DEFINICION OPERACIONAL</b>	Es un subproducto de los desechos de la fabricación de la caña de azúcar, que se utiliza como combustible.	
<b>DIMENSIONES</b>	Composiciones químicas.	Propiedades Físicas.
<b>INDICADORES</b>	- Sílice - Oxido Férrico.	Cenizas
<b>INSTRUMENTOS</b>	- fichas de recolección de datos	- fichas de recolección de datos

<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>	Diseño de Mezcla del concreto.		
<b>DEFINICION CONCEPTUAL</b>	Selección de los ingredientes convenientes y determinación de sus cantidades relativas para producir un concreto de trabajabilidad, resistencia a compresión y durabilidad apropiada.		
<b>DEFINICION OPERACIONAL</b>	Un procedimiento por el cual nos permite calcular las proporciones de los materiales para obtener un concreto óptimo y duradero.		
<b>DIMENSIONES</b>	Dosificación de materiales	Resistencia a la compresión.	Costos
<b>INDICACIONES</b>	Proporciones	F'c	Análisis de costos unitarios.
<b>INSTRUMENTOS</b>	- Excel	- fichas de recolección de datos.	- S10

### III. METODOLOGIA EMPLEADA

#### 3.1. Tipo y Nivel de Investigación:

- De acuerdo a la orientación o finalidad: APLICADA

Este tipo de investigación tiene como fin resolver los problemas concretos y prácticas de la sociedad o las empresas. Por tanto, se apoya en la investigación básica que nos permite solucionar problemas del día a día.

- De acuerdo a la técnica de contrastación: EXPERIMENTAL.

El diseño experimental es determinar el desarrollo de nuestro experimento y observación, de tal forma determinaremos las variables que deben ser observadas, la relación entre los elementos, como mediremos nuestras variables y la forma en que la vamos a analizar.

#### 3.2. Población y Muestra del Estudio:

##### **Población:**

Conjunto de probetas de concreto cilíndricas para pruebas de aceptación, los cuales deben tener un tamaño de 15 cm de diámetro por 30 cm de altura; lo cual se aplicará un diseño de mezcla de concreto simple y adicionar la ceniza del bagazo de la caña de azúcar extraída de la empresa Agroindustrial Casagrande, para según la norma ASTM C-1 para el curado de 7, 14 y 28 días, de las probetas de concreto de forma estándar y la norma ASTM C39; Método Estándar de Prueba de Resistencia a la compresión.

##### **Muestra:**

La muestra está constituida en 36 probetas de concreto experimentales, los cuales sus roturas de 12 probetas serán a los 7 días, 12 probetas a los 14 y las siguientes 12 a los 28 días. En total son probetas del concreto patrón con resistencia 140 (0%CBCA), 9 probetas con 5% CBCA, 9 probetas con 10% CBCA y 9 probetas con 15% CBCA.



### **3.3 Diseño de Investigación**

Nuestro diseño de investigación es correlacional, porque vamos a preparar un concreto patrón y 03 diferentes muestras, para así poder comparar y analizar el cambio que obtuvieron sus propiedades físicas. Para ello elaboramos especímenes de acuerdo a la norma ASTM C31 y luego ser ensayadas de acuerdo a lo que nos recomienda la norma ASTM C39.

La evaluación de la resistencia de las probetas de concreto que van a ser ensayadas será analizada estadísticamente, se tomaran 09 muestras por cada tipo de concreto diseñado y para un tiempo determinado.

Donde cada ensayo de resistencia corresponde al promedio de 08 probetas de 15 cm de diámetro por 30 cm de alto. Los ensayos fueron correspondientes a los 7, 14 y 28 días.

### **3.4. Técnicas e Instrumentos de Investigación:**

#### **Técnica:**

Observación Experimental. Se especifica la relación entre los conceptos, iniciando con el procesamiento del material (CBCA) y luego añadirla al diseño de mezcla que se desea.

#### **Instrumentos:**

Los equipos que se utilizaron para medir el asentamiento del concreto en estado fresco fue el Cono de Abrams y para verificar la resistencia a la compresión cuando el concreto ya está endureciendo fue una máquina de compresión y flexión.

#### **Procesamiento de Material (CBCA):**

Se tomó un recipiente de volumen y peso conocido, el cual se llenó de cenizas hasta su máxima capacidad son compactar, luego se enraso la superficie y se pesó la muestra con recipiente.

## Diseño de Mezcla:

### DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO (Método ACI) y ASENTAMIENTO

#### DOSIFICACION RECOMENDADA EN PESO (m<sup>3</sup>)

CEMENTO	Ag. FINO	Ag. GRUESO	AGUA
1	2.41	3.88	0.67

#### DOSIFICACIÓN RECOMENDADA EN PESO `POR (m<sup>3</sup>)

Mezcla Patrón de f'c 140 kg/cm<sup>2</sup> con 5% CBCA.

CEMENTO	CBCA	Ag. FINO	Ag. GRUESO	AGUA
0.95	0.05	2.41	3.88	0.67

#### DOSIFICACIÓN RECOMENDADA EN PESO POR (m<sup>3</sup>)

Mezcla Patrón de f'c 140 kg/cm<sup>2</sup> con 10 % CBCA.

CEMENTO	CBCA	Ag. FINO	Ag. GRUESO	AGUA
0.90	0.10	2.41	3.88	0.67

#### DOSIFICACIÓN RECOMENDADA EN PESO POR (m<sup>3</sup>)

Mezcla Patrón de f'c 140 kg/ cm<sup>2</sup> con 15% CBCA.

CEMENTO	CBCA	Ag. FINO	Ag. GRUESO	AGUA
0.85	0.15	2.41	3.88	0.67

## Preparación de la Mezcla:

Con el diseño de mezcla obtenido, comenzamos con la preparación de las 36 probetas que sirvieron para determinar los resultados de la investigación.

### **3.5. Procesamiento y Análisis de datos:**

Los datos, resultados y el procesamiento de información se realizaron a través de diferentes ensayos en el laboratorio.

#### **3.5.1. La Recolección de los Materiales:**

Los agregados que fueron utilizados para esta investigación fueron obtenidos de la cantera “Lekersa”, dicha ubicación de la cantera es en el distrito de Huanchaco en la ciudad de Trujillo, km 583 – Panamericana Norte.

La ceniza fue obtenida del departamento de residuos de la empresa azucarera “Casagrande”, ubicada en el distrito de Casagrande, provincia de Ascope – La Libertad.

El tipo de cemento que fue utilizado para esta investigación fue el cemento Tipo I Pacasmayo, que se compró en una ferretería en la ciudad de Trujillo.

#### **3.5.2. Ensayo de laboratorio de los agregados:**

##### **3.5.2.1. GRANULOMETRÍA:**

Este ensayo representa estadísticamente los tamaños de las partículas de los agregados finos y gruesos. El tipo del análisis granulométrico dependerá del tamaño de partículas.

Este tipo de ensayo consta de utilizar diferentes tipos de tamices con diferentes aberturas de mallas, en la parte final utilizamos un recipiente sin malla que permitió contener la última parte de la muestra ya sea en el agregado fino y grueso.

##### **Tamaño Máximo: (NTP 400.037)**

Correspondiente al menos tamiz por el que pasa todo el agregado tamizado.

##### **Tamaño Máximo Nominal: (NTP 400.037)**

Correspondiente al menor tamiz que produce el primer retenido.

##### **Módulo de Fineza: (NTP 400.011)**

Es la sumatoria de todos los porcentajes acumulado en los tamices 3”, 1 ½”, ¾”, 3/8”, n° 4, 8, 16, 30, 50, 100, luego el resultado se tiene que dividir entre

100, al módulo de fineza también se le puede considerar como un promedio ponderado con respecto al tamaño del tamiz en donde se encuentra retenido al agregado.

**Procedimiento:**

Tomamos cierta muestra del agregado fino y grueso, primero registramos el peso seco de la muestra procediendo así al tamizado mediante una serie de los tamices que escogimos, para finalizar con movimientos ondulantes debido a esto los agregados se acomodan de acuerdo a los tamices respectivos y así pudimos tomar medida y pesar cada tamiz.

**Materiales:**

- Balanza
- Tamices serie gruesa: 1", ¾", ½", 3/8", ¼", n°4.
- Tamices serie fina: n°4, n°8, n°6, n°30, n°50, n°100, n°200.
- Recipientes.
- Agua limpia
- Muestra de agregado grueso.
- Muestra de agregado fino.
- Pala
- Badilejos
- Horno eléctrico

**Peso Unitario y de Vacíos:**

**Peso Unitario del Agregado Suelto:**

Llenamos un recipiente con el agregado descargándolo en altura no mayor a 5cm sobre el borde del recipiente, finalmente cuando el recipiente está lleno eliminamos los excesos con la varilla y así determinar la masa del recipiente lleno con el agregado.

### **Peso Unitario del Agregado Compactado:**

Colocamos el agregado en un recipiente usando tres capas aproximadamente, las tres de igual volumen, llenando el recipiente por completo, en cada capa que vertimos en el recipiente, compactamos mediante una varilla dando 25 golpes uniformemente. Finalmente, en la última capa, usando la varilla como regla eliminamos los excesos para luego poder determinar la nada del recipiente completamente lleno.

### **3.5.2.2. Gravedad Especifica y Absorción:**

#### **Procedimiento:**

#### **Agregado Grueso:**

Tomamos una cantidad de agregado, luego realizamos el cuarteo, tomamos una cuarta parte de la muestra según la norma, luego pasamos a lavar la muestra para eliminar en su totalidad todos los sucios, por el tamiz n°4 para rechazar todo el material pasante.

Una vez realizado los primeros pasos, colocamos la muestra dentro del horno a  $110 \pm 5^\circ$  por medio de 24 hrs, luego de retirar la muestra y dejar secar a temperatura ambiente de 1 a 3 horas.

Luego de secar en su totalidad la muestra, la sumergimos en agua por unas 24 horas. Luego la retiramos y colocamos sobre el papel o algún material absorbente (en nuestro caso sobre una franela), procedemos a secar la muestra con la franela hasta obtener la muestra saturada seca.

Procedemos a pesar la muestra, luego de haber pesado colocamos la muestra dentro de la canastilla en el agua y también obtenemos su peso.

Para finalizar retiramos la muestra y colocamos en el horno por 24 horas, dejamos secar a temperatura ambiente de 1 a 3 horas para luego obtener su peso final.

#### **Agregado Fino:**

Para comenzar con el proceso tomamos una cantidad determinada de muestra, realizamos el cuarteo correspondiente y luego tomamos aprox. 1 kg de la

muestra, para luego ser colocada dentro del horno por un promedio de 110 +/- 5°. Luego de retirar del horno, pasamos a enfriar la muestra a temperatura ambiente por un lapso de 1 a 3 horas, luego se pasa.

Con nuestra muestra ya pesada, pasamos a sumergir la muestra en agua por 24 horas, después retiramos el agua cuidadosamente para no perder el fino, comenzamos con el secado de la muestra después de haber extendido por todo el recipiente con una secadora para que sea uniforme.

Con un molde cónico y nuestra muestra, procedemos a llenar el molde en 3 capas dándole un total de 25 golpes por capa con una varilla de acero, una vez el molde lleno y compactado de nuestra muestra, procedemos a retirar cuidadosamente el molde para verificar que haya un desmoronamiento superficial de nuestra muestra, si no se llega a desmoronar, procederemos a secar una vez más la muestra y a repetir el proceso del molde cónico hasta lograr lo antes comentado.

Una vez obtenido el estado de la muestra cómo se planteó, se pesa 500 gramos de ella y se coloca dentro del picnómetro, se le añade agua hasta 2/3 partes, rodamos sobre una superficie plana el picnómetro para poder eliminar el aire atrapado.

Luego enrasamos el picnómetro con agua y procedemos a tomar peso de picnómetro, muestra y agua. Luego retiramos la muestra y la colocamos en el horno y así obtener el peso seco.

**Materiales:**

- Canastilla de alambre
- Recipiente para inmersión de la canasta
- Balanza de sensibilidad 0.01 gr.
- Horno eléctrico
- Recipientes
- Corriente de aire seco(secadora)
- Picnómetro

- Franela

### **3.5.3. Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto con el cono de Abrams (NTP 339.045)**

Realizamos este ensayo ya que a través de este podemos definir la consistencia de la mezcla por el asentamiento, también es conocido como Slump, se mide en centímetros o pulgadas. Colocamos y compactamos la mezcla en un molde metálico con una sección tronco cónica, este ensayo es comúnmente realizado en laboratorio como en campo, la finalidad es clasificar la mezcla en 3 tipos dependiendo de su consistencia:

- Concretos secos o consistentes, con asentamiento de 0" a 2" (0 a 5 cm).
- Concretos plásticos, con asentamiento de 3" a 4" (7,5 a 10 cm).
- Concretos fluidos, con asentamientos con más de 5" (12,5 cm).

#### **3.5.3.1. Pasos a realizar el diseño de mezcla:**

##### **Información Requerida:**

- Resistencia de Diseño
- Peso específico del cemento tipo 1 Pacasmayo
- Tamaño Máximo Nominal
- Módulo de Fineza
- Peso específico de los agregados
- Contenido de humedad %
- Contenido de Absorción
- Peso Unitario suelto y compactado de los agregados
- Relación Agua / Cemento
- Asentamiento
- Volumen por m<sup>3</sup> de la cantidad de probetas utilizadas

### Pasos para el proporcionamiento

- Estudio detallado de las especificaciones normativas.
- Elección de la resistencia promedio ( $f'_{cr}$ ).
- Elección del Asentamiento (Slump).
- Selección de tamaño máximo del agregado grueso.
- Estimación del agua de mezclado y contenido de aire.
- Selección de la relación Agua / Cemento (a/c).
- Cálculo de contenido de cemento.
- Estimación del contenido de agregado grueso y agregado fino.
- Ajustes por absorción y humedad.
- Cálculo de proporciones en peso.

**Tabla 10: Datos para la obtención del Diseño de Mezcla**

<b>AGREGADOS</b>		
<b>Agregado</b>	<b>Grueso</b>	<b>Fino</b>
<b>Cantera</b>	LEKERSA	
<b>Tamaño Máximo Nominal</b>	$\frac{3}{4}$ "	Nº4
<b>Módulo de Fineza</b>	7,7	2,85
<b>Peso Específico</b>	2616,00	2566,00
<b>Contenido de Humedad %</b>	0,19	1,43
<b>% de Absorción</b>	0,80	2,21
<b>Peso Unitario Suelto (kg/cm<sup>3</sup>)</b>	1339,00	1662,00
<b>Peso Unitario Compactado (kg/cm<sup>3</sup>)</b>	1785,00	1601,00

#### 3.5.3.2. Determinación de Asentamiento del Concreto Fresco:

##### Descripción:

Este ensayo nos ayuda a encontrar el asentamiento del concreto lo que nos ayuda a conocer cuál es la consistencia, esta puede variar según la cantidad de agua, la forma de los áridos y su análisis granulométrico.



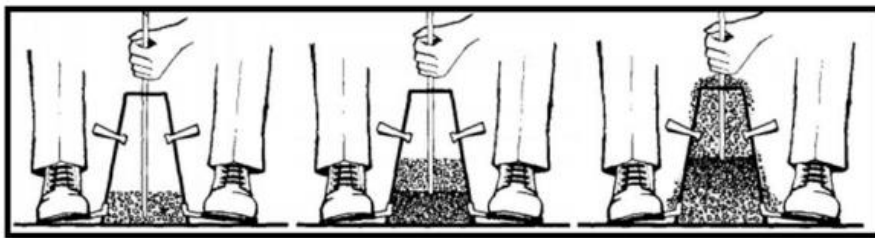
### **Procedimiento:**

Limpiamos y humedecemos el cono para vaciar la mezcla del concreto, previamente presionamos el cono de Abrams utilizando los pies con la finalidad de que no existan desborde de la mezcla.

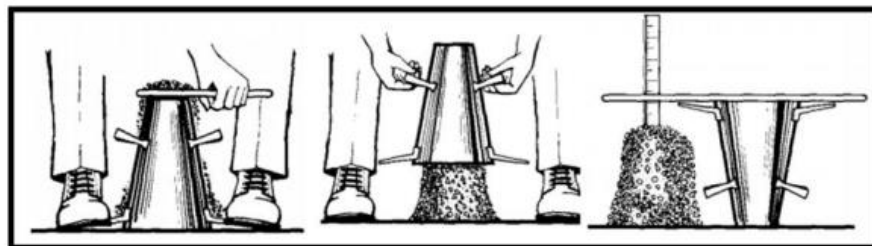
Vertimos la mezcla en tres capas compactando cada capa con 25 golpes utilizando la varilla, después de llenar el cono alisamos a ras de la superficie del concreto. Retiramos el molde del cono cuidadosamente en dirección vertical mediante un movimiento uniforme hacia arriba.

Obtenemos la medida correcta del asentamiento colocando el cono de Abrams volteado en sentido contrario respecto al ensayo realizado, finalmente colocamos al nivel del cono y medimos el asentamiento del concreto.

**Figura 01: Ensayo Cono de Abrams 1ra Parte**



**Figura 02: Ensayo Cono de Abrams 2da Parte**



### **Materiales:**

- Balanza
- Moldes (cono de Abrams)
- Varilla Compacta
- Agregado Fino

- Agregado Grueso
- Cemento (Tipo I Pacasmayo)
- Agua

### **3.5.3.3. Elaboración de Probetas de Concreto:**

Este tipo de ensayo se realiza bajo la norma NTP 339.033 donde nos muestran las características de las probetas que se utilizarán posteriormente en el ensayo de resistencia a la compresión, utilizamos 36 moldes cilíndricos de 15 x 30 cm aproximadamente de los cuales se realizaron 9 probetas patrón  $f'c$  140 kg/cm<sup>2</sup>, 9 probetas de concreto patrón sustituyendo el 5% del cemento con CBCA, 9 probetas de concreto patrón sustituyendo 10 % del cemento con CBCA, 9 probetas de concreto patrón sustituyendo 15 % del cemento con CBCA.

#### **Procedimiento:**

Luego de realizar la mezcla procedemos a llenar las probetas con la mezcla de concreto patrón y el patrón más el CBCA con los porcentajes respectivamente, llenamos los moldes en 3 capas de la mezcla de concreto compactándolos con la varilla dando 25 golpes verticales hasta llenar el molde. Compactando así las tres capas, alisamos la superficie y retiramos el concreto sobrante, dejamos reposar y luego de 24 horas procedimos a retirar el molde para luego sumergir las probetas en agua (saturación).

#### **Materiales**

- Molde cilíndrico
- Varilla compacta
- Aceite
- Badilejo
- Pala pequeña

### **3.5.3.4. Ensayo de la Resistencia a la compresión:**

Este ensayo se realiza para obtener la máxima carga que puede soportar la probeta de concreto de forma axial o aplastamiento, este dato se expresa en

kg/cm<sup>2</sup>. Los rompimientos de las probetas se hicieron en diferentes edades como a los 7, 14 y 28 días usando la máquina de compresión la cual está ubicada en el distrito de Laredo en el laboratorio de “JVC”, este proceso en si registra la carga de ruptura dividida con el área de sección que resiste la carga.

Los especímenes deben romperse en su tiempo determinado respetando las tolerancias permisibles según la tabla establecida en la norma NTP 339.034.

## IV. PRESENTACION DE RESULTADOS

### 4.1. Análisis e interpretación de Resultados:

Estos resultados son vitales para esta investigación, puesto que aquí vamos a analizar las propiedades físicas y mecánicas en el laboratorio de distintos ensayos realizados, lo cual nos ayuda a comparar los resultados de diferentes mezclas alteradas y nuestra mezcla patrón. Una vez concluido podemos evaluar el efecto que conlleva al añadir la ceniza del bagazo de la caña de azúcar como reemplazante parcial al cemento a nuestra mezcla de concreto.

#### 4.1.1. Agregado Fino

##### **CANTERA**

AGREGADO FINO: LEKERSA

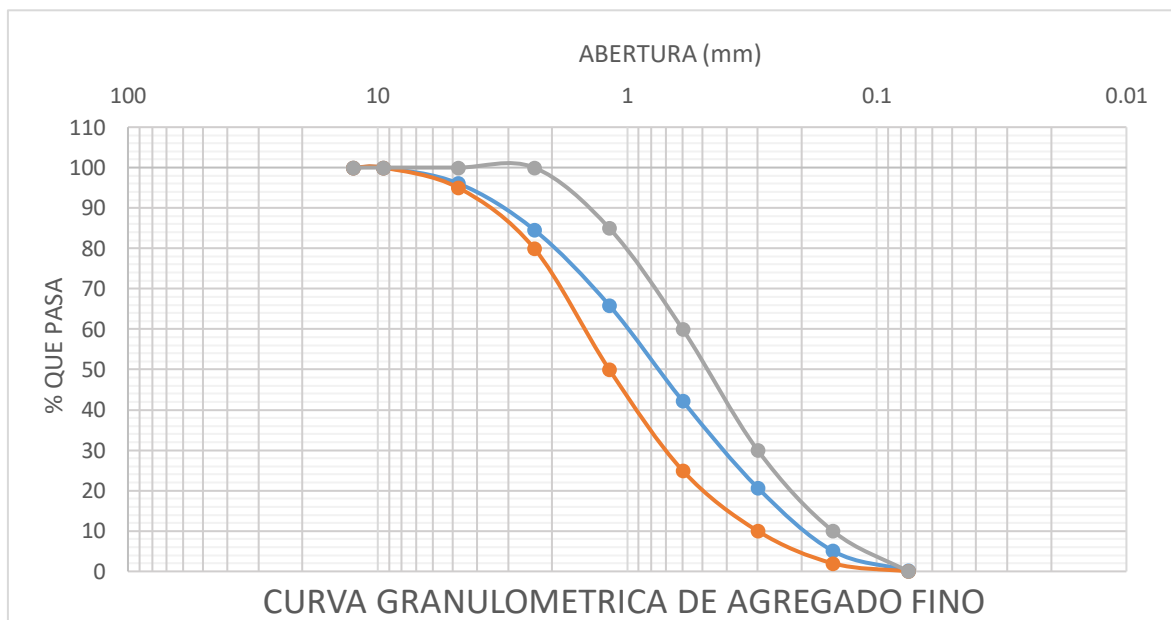
##### **GRANULOMETRÍA**

- Peso Unitario Compactado Seco: 1785.00 kg/cm<sup>3</sup>
- Peso Unitario Suelto Seco: 1662.00 kg/cm<sup>3</sup>
- Peso Específico de Masa: 2566.00 kg/cm<sup>3</sup>
- Contenido de Humedad: 1.43 %
- Contenido de Absorción: 2.21 %
- Módulo de Fineza: 2.85

**Tabla 11: Granulometría en Agregado Fino Muestra**

Abertura en (mm)	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que pasa
12.500	0.00	0.00	0.00	100.00
9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
4.750	46.75	3.92	3.92	96.08
2.360	136.75	11.47	15.40	84.60
1.180	223.04	18.72	34.11	65.89
0.600	281.85	23.65	57.76	42.24

**Figura 03: Curva Granulométrica del Agregado Fino Muestra**



**PESO UNITARIO SUELTO AGREGADO FINO (ASTM D 2216, MTC E 203, NTP 400.017)**

**Tabla 12 Peso Unitario Suelto Ag. Fino**

<b>Muestra</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>Peso de molde + muestra</b>	7311.00	7297.00	7306.00
<b>Peso de molde</b>	2568.60	2568.60	2568.60
<b>Peso de la muestra</b>	4742.40	4728.40	4737.40
<b>Volumen</b>	2849.99	28.49.99	2849.99
<b>Peso unitario suelto</b>	1.66	1.66	1.66
<b>Peso de molde:</b>			<b>2568.60 gr</b>
<b>Volumen de molde:</b>			<b>2849.99 cm<sup>3</sup></b>

**PESO UNITARIO COMPACTADO AGREGADO FINO (ASTM S 2216, MTC E 203, NTP 400.017)**

**Tabla 13: Peso Unitario Compactado Ag. Fino**

<b>Muestra</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>Peso de molde + muestra</b>	7668.00	7655.00	7641.00
<b>Peso de molde</b>	2568.60	2568.60	2568.60
<b>Peso de la muestra</b>	5099.40	5086.40	5072.40
<b>Volumen</b>	2849.99	2849.99	28.49.99
<b>Peso unitario Compactado</b>	1.79	1.78	1.78
<b>Peso de molde:</b>			<b>2568.60 gr</b>
<b>Volumen de Molde:</b>			<b>9500.645 cm<sup>3</sup></b>

**Tabla 14. Resumen Peso Unitario Ag. Fino**

<b>Peso Unitario Suelto</b>	1.66 gr/cm <sup>3</sup>	1661.8 kg/cm <sup>3</sup>
<b>Peso Unitario Compactado</b>	1.78 gr/cm <sup>3</sup>	1784.6 kg/cm <sup>3</sup>

**CONTENIDO DE HUMEDAD (NTO 339.185:2013)****Tabla 15: Contenido de Humedad Ag. Fino**

<b>Tara</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
<b>Peso de Tara (gr)</b>	106.70	114.37
<b>Peso Tara + Material húmedo (gr)</b>	936.77	849.41
<b>Peso Tara + Material Seco (gr)</b>	925.67	838.46
<b>Peso del agua (gr)</b>	11.10	10.95
<b>Peso de Material Seco (gr)</b>	818.97	724.09
<b>Humedad %</b>	<b>1.36 %</b>	<b>1.51 %</b>

**GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADO FINO (NORMA MTC E-205, NTP 400.022: AASHTO T-84)****Tabla 16: Gravedad Especifica y Absorción Ag. Fino**

<b>Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en Aire)</b>	500.00	500.00	500.00
<b>Peso Frasco + agua</b>	685.32	685.32	685.32
<b>Peso Frasco + Agua + A</b>	1186.32	1185.32	1185.32
<b>Peso del Mat. + agua en el frasco</b>	4994.80	994.60	994.70
<b>Vol. De masa + vol. De vacío</b>	190.52	190.72	190.62
<b>Pe. de mat. Seco en estufa (105 C°)</b>	488.65	489.75	489.16
<b>Vol. masa</b>	176.17	180.47	179.78
<b>Pe bulk (Base seca)</b>	2.565	2.568	2.566
<b>Pe bulk ( Base saturada)</b>	2.624	2.622	2.623
<b>Pe aparente (Base seca)</b>	2.727	2.714	2.721
<b>Porcentaje de Absorción</b>	<b>2.32%</b>	<b>2.09%</b>	<b>2.22%</b>

**Tabla 17: Resumen de Características del Ag. Fino**

<b>Contenido de Humedad</b>	1.43%
<b>Pe bulk (Base seca)</b>	2.566
<b>Pe bulk (Base saturada)</b>	2.62
<b>Pe aparente (Base seca)</b>	2.72
<b>Porcentaje de Absorción</b>	2.21%

#### **4.1.2. Agregado Grueso**

##### **CANTERA**

AGREGADO GRUESO: LEKERSA

##### **GRANULOMETRÍA**

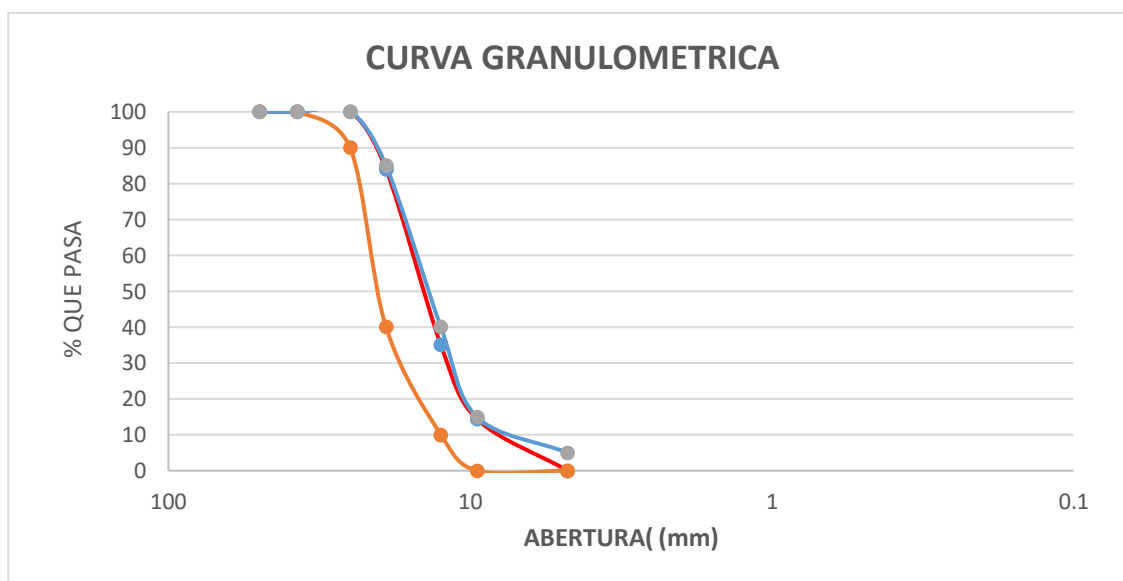
- Peso Unitario Compactado Seco: 1601.00 kg/m<sup>3</sup>
- Peso Unitario Suelto Seco: 1339.00 kg/m<sup>3</sup>
- Peso específico de Masa: 2616.00 kg/m<sup>3</sup>
- Contenido de Humedad: 0.19 %
- Contenido de Absorción: 0.80 %
- Tamaño Máximo Nominal: ¾ "



**Tabla 18: Granulometría de Agregado Grueso Muestra**

Abertura en (mm)	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa
50.00	0.00	0.00	0.00	100.00
37.50	0.00	0.00	0.00	100.00
25.00	0.00	0.00	0.00	100.00
19.00	447.30	15.98	15.98	84.03
12.50	1372.51	49.02	64.99	35.01
9.50	576.16	20.58	85.57	14.43
4.75	403.77	14.42	99.99	0.01
FONDO	2.26	0.01	100.00	0.00
TOTAL	2800.00	100.00		

**Figura 04: Curva Granulométrica del Agregado Grueso Muestra**



**AGREGADO GRUESO (ASTM D 2216, MTC E 203, NTO 400.017)**

**Tabla 19: Peso Unitario Suelto Ag. Grueso**

<b>Muestra</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>Peso de molde + muestra</b>	17964.00	18237.00	18133.00
<b>Peso de molde</b>	5392.40	5392.40	5392.40
<b>Peso de la muestra</b>	12571.60	12844.60	12740.60
<b>Volumen</b>	9500.65	9500.65	9500.65
<b>Peso Unitario Suelto</b>	1.32	1.35	1.34
<b>Peso de molde:</b>			<b>5391.40 gr</b>
<b>Volumen de molde:</b>			<b>9500.645 cm<sup>3</sup></b>

**PESO UNITARIO COMPACTADO AGREGADO GRUESO (ASTM D 2216, MTC E 203, NTP 400.017)**

**Tabla 20: Peso Unitario Compactado Ag. Grueso**

<b>Muestra</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>Peso de molde + muestra</b>	20576.00	20603.00	20634.00
<b>Peso de molde</b>	5392.40	5392.40	5392.40
<b>Peso de la muestra</b>	1518.60	15210.60	15241.60
<b>Volumen</b>	9500.65	9500.65	9500.65
<b>Peso Unitario Compactado</b>	1.60	1.60	1.60
<b>Peso de molde:</b>			<b>5392.40 gr</b>
<b>Volumen de molde:</b>			<b>9500.645 cm<sup>3</sup></b>

**Tabla 21: Resumen Peso Unitario Ag. Grueso**

<b>Peso Unitario Suelto</b>	1.34 gr/cm <sup>3</sup>	1339 kg/cm <sup>3</sup>
<b>Peso Unitario Compactado</b>	160 gr/cm <sup>3</sup>	1601 kg/cm <sup>3</sup>

## CONTENIDO DE HUMEDAD (NTP 339.185:2013)

Tabla 22: Contenido de Humedad Ag. Grueso

Tara	1	2
Peso Tara	122.57	117.60
Peso Tara + Material húmedo (gr)	1536.40	1489.60
Peso tara + Material Seco (gr)	1533.76	1486.84
Peso del agua (gr)	2.64	2.76
Peso del Material Seco (gr)	1411.19	1369.24
Humedad %:	<b>0.19%</b>	<b>0.20%</b>

## GRAVEDAD ESPEFÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADO GRUESO (NORMA MTC E-205, NTP 400.022; AASHTO T-84)

Tabla 23: Gravedad Específica y Absorción Ag. Grueso

Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en Aire)	2500.00	2500.00
Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en Agua)	1552.89	1550.79
Vol. de masa + vol. de vacíos	947.11	949.21
Pe de Mat. Seco en estufa (105 C°)	2478.70	2481.60
Vol. Masa	925.81	930.81
Pe bulk (Base seca)	2.617	2.614
Pe bulk (Base saturada)	2.640	2.634
Pe aparente (Base seca)	2.667	2.666
Porcentaje de Absorción	<b>0.86%</b>	<b>0.74%</b>

Tabla 24: Resumen de características del Ag. Grueso

Contenido de Humedad	0.19%
Pe bulk (Base seca)	2.616
Pe bulk (Base saturada)	2.637
Pe aparente (Base seca)	2.672
Porcentaje de absorción	0.80%

#### 4.1.3. Diseño de Mezcla

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO DE CEMENTO PORTLAND TIPO 1  
SIN AIRE INCLUIDO: F'c 140 kg/cm<sup>2</sup>

#### INFORMACIÓN:

Resistencia Deseada: F'c 140kg/cm<sup>2</sup>

Resistencia de Cálculo: F'c 210 kg/cm<sup>2</sup>

#### Slump:

Consistencia: Plástica

Asentamiento: 3 a 4 pulgadas

#### Contenido de Aire Atrapado:

Tamaño máximo nominal: ¾ pulg.

Aire: 2.0 %

#### Relación Agua/Cemento (Por Resistencia):

Resistencia de cálculo: 210 kg/cm<sup>2</sup>

Relación A/C: 0.716

#### Contenido de Cemento:

Cantidad de Cemento: 284.92 kg

Factor Cemento: 6.70 bls

#### Volumen Agregado Grueso:

PERFIL	Ag. FINO	Ag. GRUESO
Módulo de fineza	2.85	
Tamaño máximo n.		3/4
3		0.6
2.85		X
2.8		0.62

**Interpolando obtenemos que:**

$$X = 0.62$$

**Peso del agregado grueso:**

Con el dato anterior y la siguiente formula obtenemos que nuestro peso:

$$\text{Peso Ag. Grueso} = \text{Volumen} \times \text{PUC}$$

$$\text{Peso Ag. Grueso} = 992.62 \text{ kg/m}^3$$

**Calculo de Volumen de los Materiales**

$$\text{Volumen} = \text{Peso} / \text{Peso Específico}$$

Volumen Cemento:  $0.09 \text{ m}^3$

Volumen Agua:  $0.204 \text{ m}^3$

Volumen Aire:  $0.020 \text{ m}^3$

Volumen Agregado Grueso:  $0.387 \text{ m}^3$

Volumen Parcial:  $0.701 \text{ m}^3$

**Calculo del Agregado Fino:**

Volumen del Ag. Fino =  $1 \times 0.701 = 0.299 \text{ m}^3$

Entonces: P. Ag. Fino =  $0.299 \times 2616 = 767.23 \text{ kg/m}^3$

**Corrección Relativa de los Agregados**

Peso de los Ag. (h) = P. Ag.  $\times (1 + (h\%/100))$

H = porcentaje de humedad

Ag. Fino =  $778.20 \text{ kg/m}^3$

Ag. Grueso =  $994.51 \text{ kg/m}^3$

**Corrección de absorción de agregados y agua efectiva**

$$\text{Ag.} = \text{P. Ag.} \times ((h\% - \text{abs } \%) / 100)$$

Ag. Fino =  $- 5.98$

Ag. Grueso = - 6.05

**Humedad de los agregados = - 5.98 + (- 6.05) = - 12.03**

**Calculamos el agua neta efectiva**

Reajuste de agua = Cant. de agua + Humedad de los agregados

Reajuste de agua = 216.03 lt/m<sup>2</sup>

**Calcular la relación agua / cemento efectivo:**

Diseño = 0.716

Efectiva = 191.17 / 284.92 = 0.674 m<sup>3</sup>

**Tabla 25: Resultados obtenidos por peso Kg/m<sup>3</sup>**

<b>CEMENTO</b>	<b>Ag. GRUESO</b>	<b>Ag. FINO</b>	<b>AGUA (lt)</b>
284.92	992.62	767.23	216.03

**Tabla 26: Resultados Obtenidos por volumen m<sup>3</sup>**

<b>CEMENTO (bls)</b>	<b>Ag. GRUESO</b>	<b>Ag. FINO</b>	<b>AGUA</b>
6.7	0.387	0.299	0.216

#### **4.1.4. Resultados de las Propiedades Mecánicas del concreto**

**Tabla 27: Dosificación para trompo x tanda (g)**

<b>CEMENTO (g)</b>	<b>Ag. GRUESO</b>	<b>Ag. FINO</b>	<b>AGUA (ml)</b>
5436	18938	14638	4121

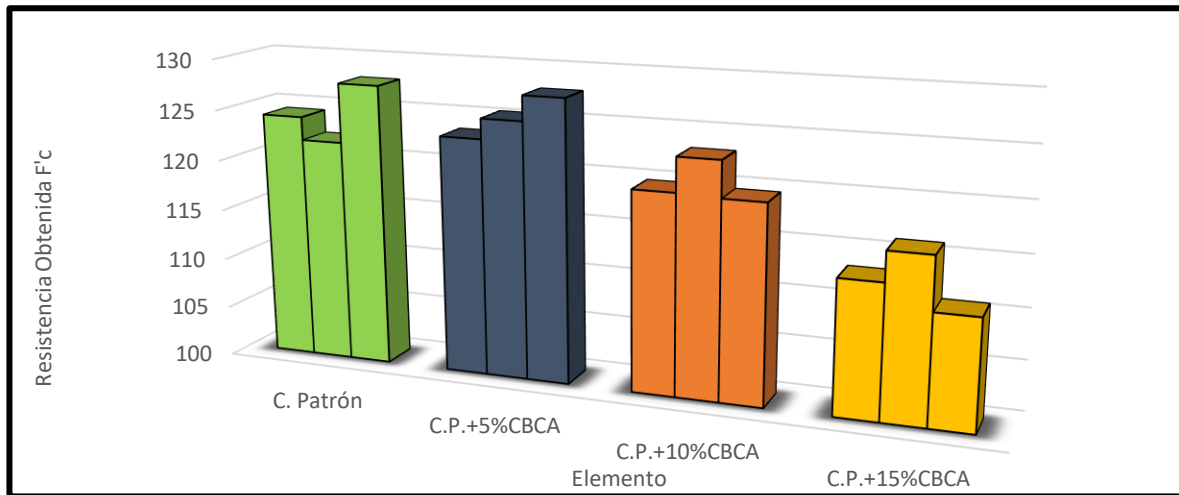
**Tabla 28: Dosificación + CBCA para trompo x tanda (g)**

	<b>CBCA 5%</b>	<b>CBCA 10%</b>	<b>CBCA 15%</b>
<b>CEMENTO (g)</b>	5164	4892	4621
<b>CBCA(g)</b>	272	544	815
<b>Ag. GRUESO (g)</b>	18938	18938	18938
<b>Ag. FINO (g)</b>	14638	14638	14638
<b>AGUA (ml)</b>	4121	4121	4121

**Tabla 29: Resultados de rotura de probetas a los 07 días**

<b>P. Cilíndrica</b>		<b>R. Diseño kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>Edad (días)</b>	<b>Diámetro (cm)</b>	<b>Longitud (cm)</b>	<b>R. f'c (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
<b>Nº</b>	<b>Elemento</b>					
<b>1</b>	C. Patrón	140	7	14.90	30	124.26
<b>2</b>	C. Patrón	140	7	15.20	30	121.99
<b>3</b>	C. Patrón	140	7	15.30	30	127.82
<b>4</b>	C. P. + 5% CBCA	140	7	15.20	30	123.36
<b>5</b>	C. P. + 5% CBCA	140	7	15.10	30	135.34
<b>6</b>	C. P. + 5% CBCA	140	7	14.90	30	127.78
<b>7</b>	C. P. + 10% CBCA	140	7	15.20	30	119.73
<b>8</b>	C. P. + 10% CBCA	140	7	14.90	30	123.08
<b>9</b>	C. P. + 10% CBCA	140	7	15.20	30	119.54
<b>10</b>	C. P. + 15% CBCA	140	7	15.20	30	113.21
<b>11</b>	C. P. + 15% CBCA	140	7	14.90	30	116.12
<b>12</b>	C. P. + 15% CBCA	140	7	15.20	30	110.95

**Figura 05: Resistencia Obtenida a los 07 días de curado**

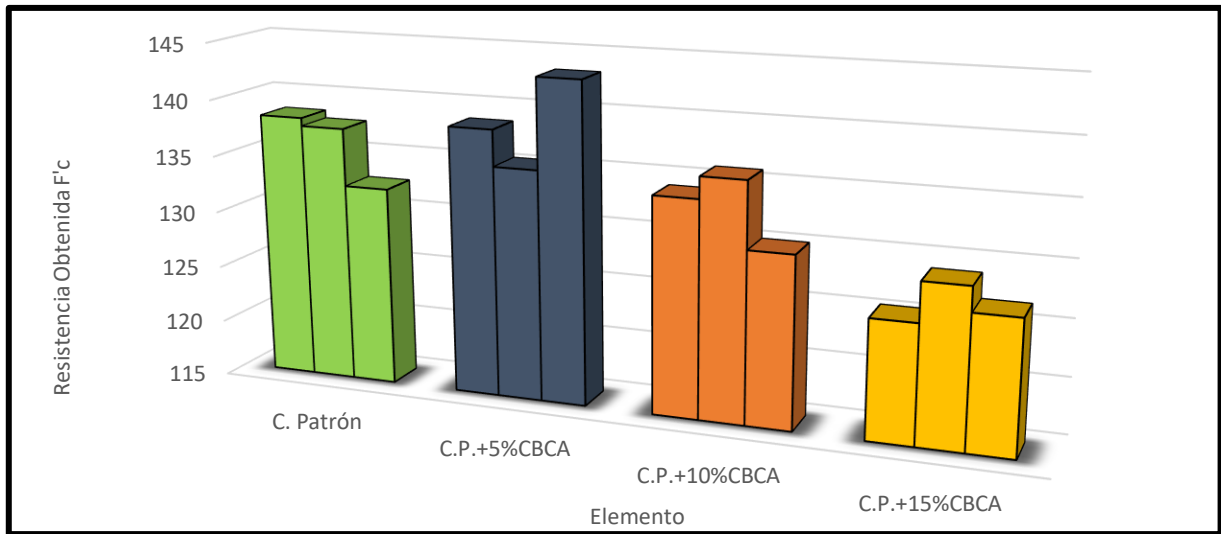


**Tabla 30: Resultados de rotura de probetas a los 14 días**

P. Cilíndrica		R. Diseño kg/cm <sup>2</sup>	Edad (días)	Diámetro (cm)	Longitud (cm)	R. f'c (kg/cm <sup>2</sup> )
Nº	Elemento					
1	C. Patrón	140	14	14.90	30	138.35
2	C. Patrón	140	14	15.20	30	137.64
3	C. Patrón	140	14	15.30	30	132.58
4	C. P. + 5% CBCA	140	14	15.20	30	138.54
5	C. P. + 5% CBCA	140	14	15.10	30	135.35
6	C. P. + 5% CBCA	140	14	14.90	30	143.24
7	C. P. + 10% CBCA	140	14	15.20	30	134.03
8	C. P. + 10% CBCA	140	14	14.90	30	135.93
9	C. P. + 10% CBCA	140	14	15.20	30	130.12
10	C. P. + 15% CBCA	140	14	15.20	30	125.46
11	C. P. + 15% CBCA	140	14	14.90	30	128.92
12	C. P. + 15% CBCA	140	14	15.20	30	126.76



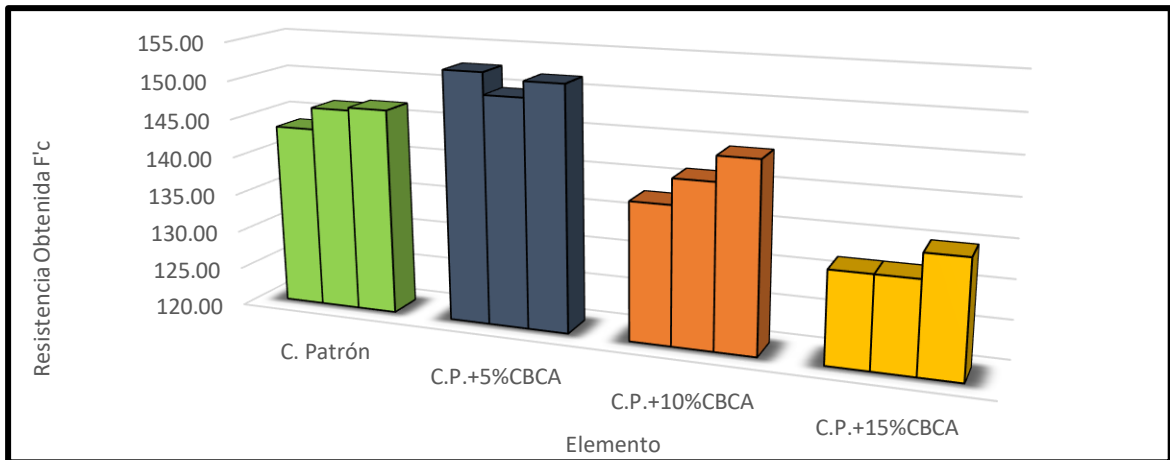
**Figura 06: Resistencia Obtenida a los 14 días de curado**



**Tabla 31: Resultados de rotura de probetas a los 28 días**

Nº	P. Cilíndrica	R. Diseño kg/cm <sup>2</sup>	Edad (días)	Diámetro (cm)	Longitud (cm)	R. f'c (kg/cm <sup>2</sup> )
	Elemento					
1	C. Patrón	140	28	14.90	30	143.58
2	C. Patrón	140	28	15.20	30	146.42
3	C. Patrón	140	28	15.30	30	146.79
4	C. P. + 5% CBCA	140	28	15.20	30	152.45
5	C. P. + 5% CBCA	140	28	15.10	30	149.62
6	C. P. + 5% CBCA	140	28	14.90	30	151.66
7	C. P. + 10% CBCA	140	28	15.20	30	137.83
8	C. P. + 10% CBCA	140	28	14.90	30	141.12
9	C. P. + 10% CBCA	140	28	15.20	30	144.30
10	C. P. + 15% CBCA	140	28	15.20	30	121.81
11	C. P. + 15% CBCA	140	28	14.90	30	131.80
12	C. P. + 15% CBCA	140	28	15.20	30	134.95

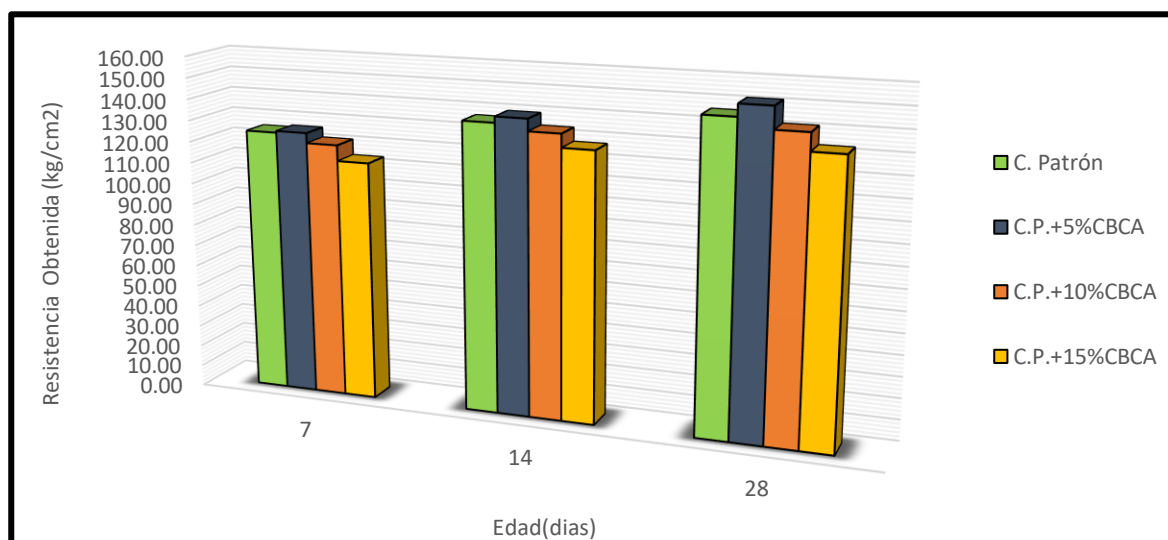
**Figura 07: Resistencia Obtenida a los 28 días de curado**



**Tabla 32: Promedio de Probetas por días de curado**

P. Cilíndrica		R. Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	Edad (días)	R. (f'c) (Kg/cm <sup>2</sup> )
Nº	Elemento			
1	C. Patrón	140	7	124.69
2	C. Patrón	140	14	136.19
3	C. Patrón	140	28	145.60
4	C.P. +5% CBCA	140	7	125.49
5	C.P. +5% CBCA	140	14	139.04
6	C.P. +5% CBCA	140	28	151.24
7	C.P. +10% CBCA	140	7	120.78
8	C.P. +10% CBCA	140	14	133.36
9	C.P. +10% CBCA	140	28	141.08
10	C.P. +15% CBCA	140	7	113.43
11	C.P. +15% CBCA	140	14	127.05
12	C.P. +15% CBCA	140	28	132.85

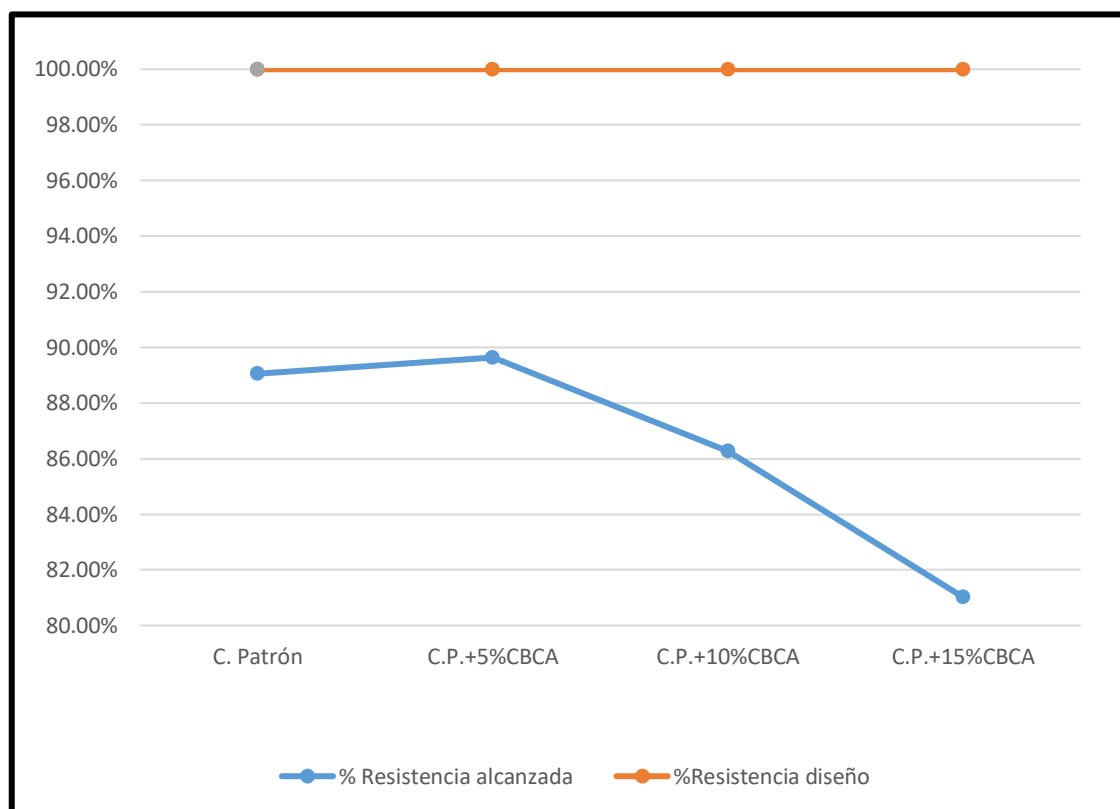
**Figura 08: Promedio de Probetas por días de curado**



**Tabla 33: Promedio de resistencia representa en porcentaje a los 7 días de curado**

Promedio 03 muestras		Edad (días)	Resistencia f'c	%
Nª	Elemento			
1	Resistencia Diseño		140	100.00
2	C.Patrón	7	124.69	89.06
3	C.P. + 5% CBCA	7	125.49	89.64
4	C.P. + 10% CBCA	7	120.78	86.27
5	C.P. + 15% CBCA	7	113.43	81.02

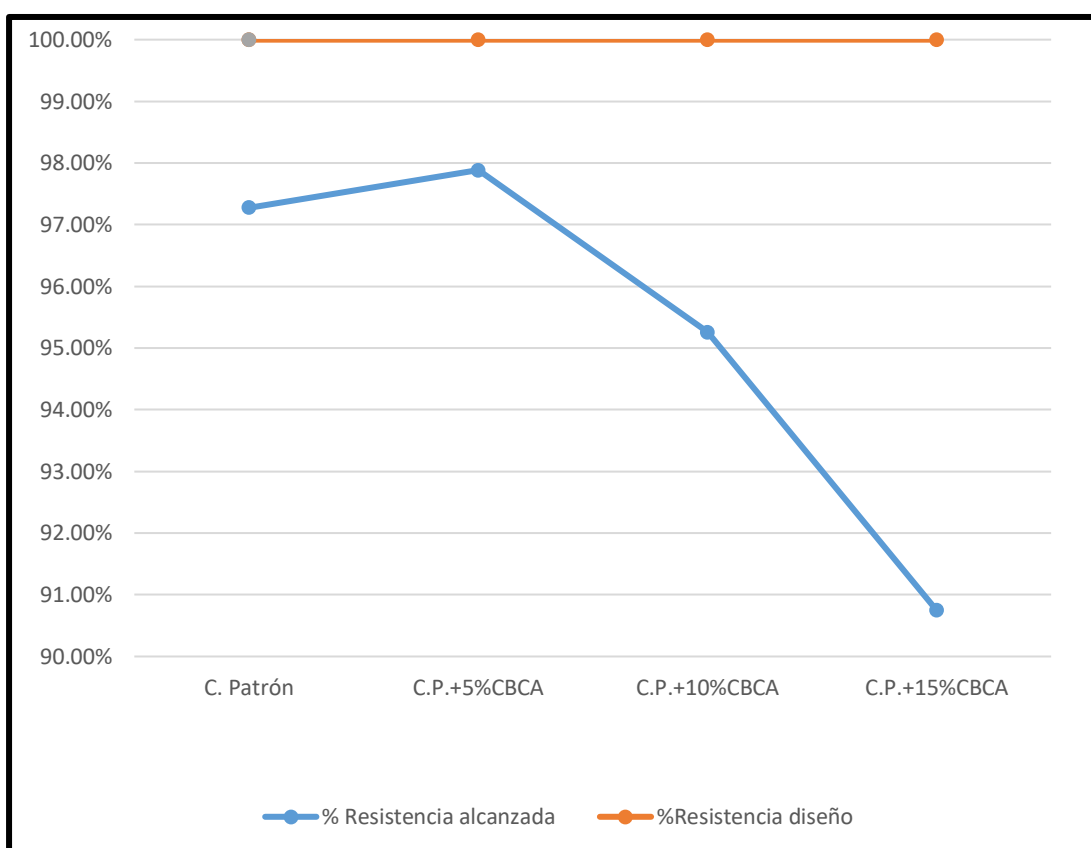
**Figura 09: Porcentaje de Resistencia alcanzada a los 07 días de curado**



**Tabla 34: Promedio de Resistencia Representada en Porcentajes a los 14 días de curado**

Promedio 03 muestras		Edad (días)	Resistencia f'c	%
N <sup>a</sup>	Elemento			
1	Resistencia Diseño		140	100.00
2	C.Patrón	14	136.19	97.28
3	C.P. + 5% CBCA	14	137.04	97.89
4	C.P. + 10% CBCA	14	133.36	95.26
5	C.P. + 15% CBCA	14	127.05	90.75

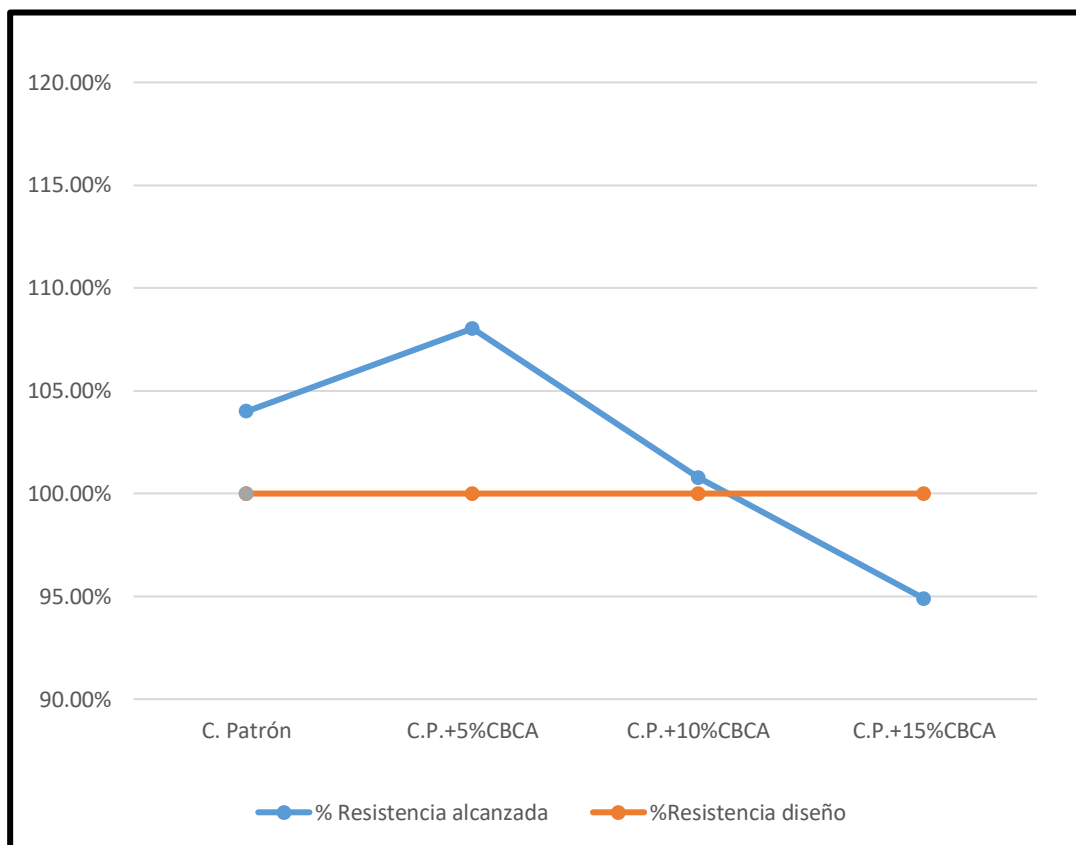
**Figura 10: Porcentaje de Resistencia alcanzada a los 14 días de curado**



**Tabla 35: Promedio de Resistencia Representada en Porcentajes a los 28 días de curado**

Promedio 03 muestras		Edad (días)	Resistencia f'c	%
N <sup>a</sup>	Elemento			
1	Resistencia Diseño		140	100.00
2	C.Patrón	28	145.6	104.00
3	C.P. + 5% CBCA	28	151.24	108.03
4	C.P. + 10% CBCA	28	141.08	100.77
5	C.P. + 15% CBCA	28	132.85	94.89

**Figura 11: Porcentaje de Resistencia alcanzada a los 28 días de curado**



#### **4.2. Docimasia de Hipótesis:**

Se planteó en la hipótesis que la adición en porcentajes de 5%, 10% y 15% de la ceniza del bagazo de la caña de azúcar influye considerablemente en las propiedades físicas y mecánicas del concreto aumentado su resistencia a la compresión.

Debido a los estudios que se realizaron se llegó a la conclusión que, si mejora las propiedades físicas y mecánicas en el porcentaje de 5%.

## 5. DISCUSIONES

### Agregados:

- Según Pastor Simon Hary Hernando: "Efecto de la ceniza de bagazo de caña de azúcar en la resistencia a la compresión del concreto", utilizo agregados de la cantera "EL MILAGRO" obteniendo como resultado en el agregado fino un módulo de fineza de 3.04; por otro lado, nosotros utilizamos agregados de la cantera "LEKERSA" obteniendo como resultado un módulo de fineza de 2.85.

Por tanto, podemos reflejar que nuestro resultado está en el rango promedio con respecto a lo que nos muestra Pastor ya que su resultado está por bordeando el límite, todo según la norma que nos dice que el rango es de 2.6 a 3.1, donde el valor menor que 2.0 indica una arena fina, 2.5 una arena media y más de 3.0 una arena gruesa; con esto concluimos que nuestra arena por estar en un rango de arena media presenta menos finos con lo cual nos ayuda a obtener un mejor diseño de mezcla.

- Utilizamos los agregados de la cantera "Lekersa", luego de realizar los ensayos correspondientes al agregado fino y grueso, realizamos el diseño de mezcla correspondiente para un concreto  $f'c$  140kg/cm<sup>2</sup>, consiguiendo las siguientes dosificaciones:

Sustituyendo al cemento con la CBCA al 5%, 10% y 15% obtuvimos lo siguiente.

(cuadro de dosificaciones)

Por otro lado, según **Pastor Hari (2017)**, realizó un diseño de mezcla patrón  $f'c$  210kg/cm<sup>2</sup>, para luego diseñarla con 20% y 40% de CBCA, por lo cual obtuvo una dosificación de:

**Figura 12: Tabla de Antecedentes**

<b><u>DOSIFICACIÓN RECOMENDADO EN PESO (KG):</u></b>				
Mezcla patrón de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con 20% de CBC.				
CEMENTO	CENIZA	A.FINO	A. GRUESO	AGUA
0.8	0.2	2.21	2.71	0.99
<b><u>DOSIFICACIÓN RECOMENDADO EN PESO (KG):</u></b>				
Mezcla patrón de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con 40% de CBC.				
CEMENTO	CENIZA	A.FINO	A. GRUESO	AGUA
0.6	0.4	2.21	2.71	0.99

- En el ensayo de resistencia a la compresión procedemos a realizar la ruptura de probeta a los 7, 14 y 28 días, obteniendo como resultado que a la edad de 28 días la probeta de concreto patrón obtuvo una resistencia a la compresión promedio de  $145.60 \text{ kg/cm}^2$ , así mismo y con la misma edad de 28 días realizamos la ruptura de la probeta C.P + 5% CBCA con el cual obtuvimos una resistencia a la compresión promedio de  $151.24 \text{ kg/cm}^2$ , en la ruptura de la probeta C.P + 10% CBCA obtuvimos una resistencia a la compresión promedio de  $141.08 \text{ kg/cm}^2$ ; y con la ruptura de probeta de C.P + 15% CBCA arrojó una resistencia a la compresión promedio de  $132.85 \text{ kg/cm}^2$ .

Los resultados obtenidos de resistencia a la compresión promedio nos indica que la resistencia de nuestras muestras cumple en cuando se sustituye el 5% del cemento, a diferencia de los otros porcentajes de 10% y 15% de CBCA los cuales están por debajo de la resistencia patrón. Esta misma tendencia se puede verificar en la investigación de Pastor Hari (2017) quien realizo muestras experimentales adicionando 20% y 40% de CBCA, obtenido resultados desfavorables de la resistencia de sus muestras frente a la resistencia del concreto patrón, concluyendo así que la CBCA en altos porcentajes no es favorable respecto a la resistencia a la compresión.



## 6. CONCLUSIONES

- Se determinaron las características de los materiales son óptimas a través de los ensayos de laboratorio respectivos, como la muestra el cuadro a continuación:

<b>Propiedades Físico- Mecánicas</b>	<b>Ag. Fino</b>	<b>Ag. Grueso</b>
Peso Unitario Compactado Seco	1,785.00	1,601.00
Peso Unitario Suelto Seco	1,663.00	1,339.00
Peso Específico de Masa	2,566.00	2,616.00
Contenido de Humedad	1.43%	0.19%
Contenido de Absorción	2.21%	0.80%
Tamaño Máximo Nominal	-	¾ pulg.
Módulo de Fineza	2.85	-

- Se determinó la dosificación de los materiales del concreto patrón y del concreto añadiéndole la ceniza del bagazo de la caña de azúcar en sus 3 porcentajes (5%,10% y 15%), hallando el diseño de mezcla mediante el método ACI.

- Se determinó la resistencia a la compresión del concreto simple en 4 muestras: la resistencia del concreto patrón fue de 145.6 kg/cm<sup>2</sup>, la resistencia a la compresión del concreto con 5% de ceniza de bagazo de la caña de azúcar en 151.24, la resistencia del concreto con 10% de ceniza de bagazo de caña de azúcar en 141.08 y la resistencia del concreto con 15% de ceniza de bagazo de caña de azúcar en 132.85; concluyendo que en el concreto con 5 % de ceniza de bagazo de caña de azúcar tuvo una influencia positiva pues que aumentó un 4.08% con respecto a nuestro concreto patrón, contrastando de este modo con la hipótesis planteada al inicio de la investigación.

## **7. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda profundizar el estudio y realizar más ensayos de concreto simple adicionando el 5% de la ceniza del bagazo de la caña de azúcar, dado que dicho porcentaje fue el óptimo mostrando aumento en la resistencia a la compresión del concreto patrón.
- Se recomienda la publicación de esta y otras investigaciones, ya que damos uso a un desecho agroindustrial y así poder beneficiar dando un aporte ecológico a la ingeniería de nuestra región.
- Se recomienda complementar la investigación añadiendo un comparativo de costos con el concreto convencional y los modificados; puesto que por motivo de pandemia no se llegó a obtener el acceso a la empresa Casagrande y poder definir algunos detalles a fondo.
- Analizar la investigación sobre otros estudios de otras propiedades como resistencia al ataque de sulfatos
- Realizar una investigación usando la CBCA en elaboración de morteros convencionales dirigidos a la mampostería y evaluar ensayos de adherencia.

## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- **ACI 211.** Practica Estándar para Seleccionar el Proporcionamiento de Concreto de Peso Normal, Pesado y Masivo.
- **Calderón y Martínez (2017)** “INFLUENCIA DEL TAMAÑO DE PARTICULA Y DEL PORCENTAJE DE REEMPLAZO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR (CBCA) POR CEMENTO PORTLAND TIPO I SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION, ACTIVIDAD PUZOLANICA, Y REACTIVIDAD ALCALI-SILICE EN MORTEROS MODIFICADOS” de la Universidad Nacional de Trujillo.
- **Chávez (2017)** “EMPLEO DE LA CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR (CBCA) COMO SUSTITUTO PORCENTUAL DEL AGREGADO FINO EN LA ELABORACIÓN DEL CONCRETO HIDRÁULICO” de la Universidad Nacional de Cajamarca
- **Guerrero (2020)** “Ceniza de bagazo de caña de azúcar en el concreto. Exploración preliminar del potencial de uso de la ceniza del valle del Chira” de la Universidad de Piura.
- **Huertas y Martínez (2019):** “ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES ESTRUCTURALES DEL CONCRETO MODIFICADO CON LA FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA” de la Universidad Católica de Colombia.
- **Norma Técnica ASTM C31/C31M-17.** Práctica Normalizada para Preparación y Curado de Especímenes de Ensayo de Concreto en la Obra.
- **Norma Técnica ASTM C131.** Ensayo de abrasión de los agregados por medio de la máquina de los ángeles.
- **Norma Técnica ASTM C 191-04).** Método estándar de ensayo para tiempo de fraguado del cemento hidráulico por aguja de Vicat.
- **Norma Técnica ASTM C192/C192M-19a.** Práctica Normalizada para Preparación y Curado de Especímenes de Concreto para Ensayo en Laboratorio.
- **Norma Técnica Peruana 339.034.** Método de ensayo normalizado para la

determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.

- **Norma Técnica Peruana 339.045.** Método de ensayo para la medición del asentamiento del hormigón con el cono de Abrams.

- **Norma Técnica Peruana 339.084.** Método de Ensayo para determinar la resistencia a la tracción por compresión diametral.

- **Pastor (2017)** “Efecto de la ceniza de bagazo de caña de azúcar en la resistencia a la compresión del concreto” de la Universidad Cesar Vallejo.

- **RNE (2021).** Reglamento nacional de edificaciones, actualizado al 2021.

- **Vélez (2019)** “CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA MEJORAR RESISTENCIA Y PERMEABILIDAD DEL HORMIGÓN” de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

## ANEXOS

**Figura 13: Pesado de muestra + molde**



**Figura 14: Tamizado de muestra**



**Figura 15: Peso de molde para Agregado Fino**



**Figura 16: Peso de molde para Agregado Grueso**



**Figura 17: Agregado Fino Compactado**



**Figura 18: Agregado Grueso Compactado**



**Figura 19: Enrasado de Agregados**



**Figura 20: Peso de Agregados + Molde**





**Figura 21: Cuarte de muestra de A. Grueso**



**Figura 22: Lavado de muestra de A. Grueso**



**Figura 23: Colocación de muestra 110+/- 5°**



**Figura 24: Pesado de muestra de A. Grueso después del horno**



**Figura 25: Muestra de Agregado Grueso sumergida en agua por 24 hrs.**



**Figura 26: Secado manual de muestra**



**Figura 27: Muestra en canastilla**



**Figura 28: Retiro de muestra**



**Figura 29: Lavado de muestra A. Fino**



**Figura 30: Muestra Sumergida**



**Figura 31: Compactación de muestra A. Fino**



**Figura 32: Retiro de molde**



**Figura 33: Rodamiento de picnómetro**



**Figura 34: Peso de picnómetro + muestra + agua**



**Figura 35: Retiro de muestra**



**Figura 36: Retiro de muestra para determinar el asentamiento del concreto**





**Figura 37: Preparación de concreto en moldes**



**Figura 38: Enrasado de concreto en los moldes**



**Figura 39: Muestras de concreto**



**Figura 40: Maquina PyS equipos Cap. 100.000 Kgf – Lab. JVC**



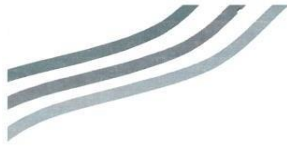
**Figura 41: Rotura de probetas**



**Figura 42: Rotura de Probetas – Ingeniero Asesor**

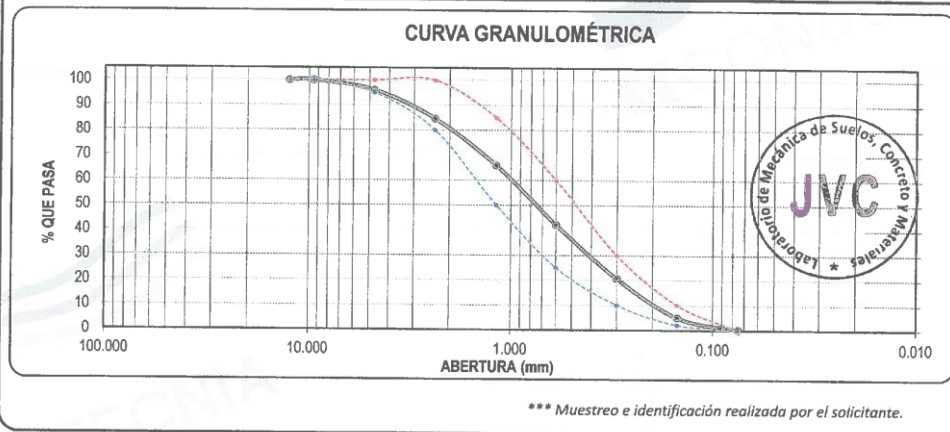


# RESULTADOS DE LOS ENSAYOS EN LABORATORIO DE AGREGADO FINO Y GRUESO



RUC: 20606092297

ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS NTP 400.012 / MTC E 204							
PROYECTO :	DISEÑO DE MEZCLA DEL CONCRETO SIMPLE ADICIONANDO LA CENIZA DEL BAGAZO DE LA CAÑA DE AZÚCAR - CASAGRANDE LA LIBERTAD						
SOLICITANTE :	RAMIREZ MORE CARLO FARID - MENDO QUITO JOSE DANIEL						
UBICACIÓN :	CASAGRANDE - LA LIBERTAD						
FECHA :	ABRIL DEL 2022						
<b>DATOS DEL ENSAYO</b>							
MUESTRA :	CANTERA		LEKERSA				
MATERIAL :	ARENA	PROFUNDIDAD :	----	m	COORDENADA UTM: E: ---- N: ----		
PROGRESIVA :	----						
Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	Especificación NTP 400.037	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00	100	Peso de inicial seco: : 1191.74 gr
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00	100	Peso lavado seco : ----- gr
No4	4.750	46.75	3.92	3.92	96.08	95 - 100	Peso Material que pasa #200 : 2.57 gr
8	2.360	136.75	11.47	15.40	84.60	80 - 100	TAMAÑO MAXIMO : 3/8"
16	1.180	223.04	18.72	34.11	65.89	50 - 85	MODULO DE FINEZA : 2.85
30	0.600	281.85	23.65	57.76	42.24	25 - 60	Observación :
50	0.300	256.72	21.54	79.31	20.69	10 - 30	
100	0.150	186.37	15.64	94.94	5.06	2 - 10	
200	0.075	57.69	4.84	99.78	0.22		
FONDO		2.57	0.22	100.00	0.00		
Total		1191.74	100.0				



Carlos Javier Ramirez Muñoz  
Ingeniero Civil  
CIP 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo  
Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030  
consultoriageotecniajvc@gmail.com



PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO AGREGADO FINO			
PROYECTO :	DISEÑO DE MEZCLA DEL CONCRETO SIMPLE ADICIONANDO LA CENIZA DEL BAGAZO DE LA CAÑA DE AZÚCAR - CASAGRANDE LA LIBERTAD		
SOLICITANTE :	RAMIREZ MORE CARLO FARID - MENDO QUITO JOSE DANIEL		
UBICACIÓN :	CASAGRANDE - LA LIBERTAD		
FECHA :	ABRIL DEL 2022		
<b>DATOS DEL ENSAYO</b>			
MUESTRA :	CANTERA	LEKERSA	
MATERIAL :	ARENA	PROFUNDIDAD :	---- m COORDENADA UTM: E: ---- N: ----
PROGRESIVA :	----		
<b>PESO UNITARIO SUELTO AGREGADO FINO (ASTM D 2216, MTC E 203, NTP 400.017)</b>			
		Peso Molde :	2568.60 gr
		Volumen Molde :	2849.990 cm3
Muestra	1	2	3
Peso de molde + muestra (gr)	7311.00	7297.00	7306.00
Peso de molde (gr)	2568.60	2568.60	2568.60
Peso de la muestra (gr)	4742.40	4728.40	4737.40
Volumen (cm3)	2849.99	2849.99	2849.99
Peso unitario suelto (gr/cm3)	1.66	1.66	1.66
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO AGREGADO FINO (ASTM D 2216, MTC E 203, NTP 400.017)</b>			
		Peso Molde :	2568.60 gr
		Volumen Molde :	9500.645 cm3
Muestra	1	2	3
Peso de molde + muestra (gr)	7668.00	7655.00	7641.00
Peso de molde (gr)	2568.60	2568.60	2568.60
Peso de la muestra (gr)	5099.40	5086.40	5072.40
Volumen (cm3)	2849.99	2849.99	2849.99
Peso unitario compactado (gr/cm3)	1.79	1.78	1.78
<b>PESO UNITARIO AGREGADO FINO</b>			
PESO UNITARIO SUELTO	1.66 gr/cm3	1661.8 Kg/cm3	
PESO UNITARIO COMPACTADO	1.78 gr/cm3	1784.6 Kg/cm3	



Carlos Javier Ramirez Muñoz  
Ingeniero Civil  
CIP 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo

Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030

consultoriageotecniajvc@gmail.com



ENSAYOS DE AGREGADOS HUMEDAD Y GAVEDAD ESPECIFICA				
PROYECTO :	DISEÑO DE MEZCLA DEL CONCRETO SIMPLE ADICIONANDO LA CENIZA DEL BAGAZO DE LA CAÑA DE AZÚCAR - CASAGRANDE LA LIBERTAD			
SOLICITANTE :	RAMIREZ MORE CARLO FARID - MENDO QUITO JOSE DANIEL			
UBICACIÓN :	CASAGRANDE - LA LIBERTAD			
FECHA :	ABRIL DEL 2022			
<b>DATOS DEL ENSAYO</b>				
MUESTRA :	CANTERA	LEKERSA		
MATERIAL :	ARENA	PROFUNDIDAD :	---- m	COORDENADA UTM: E: ---- N: ----
PROGRESIVA :	----			
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b> NTP 339.185:2013				
TARA		1	2	
Peso tara (gr)		106.70	114.37	
Peso tara + Material húmedo (gr)		936.77	849.41	
Peso tara + Material seco (gr)		925.67	838.46	
Peso del agua (gr)		11.10	10.95	
Peso de material seco (gr)		818.97	724.09	
Humedad %		1.36%	1.51%	
<b>GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE AGREGADOS FINOS</b> (NORMA MTC E-205, NTP 400.022: AASHTO T-84)				
Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en Aire) (gr)		500.00	500.00	500.00
Peso Frasco + agua (gr)		685.32	685.32	685.32
Peso Frasco + agua + A (gr)		1185.32	1185.32	1185.32
Peso del Mat. + agua en el frasco (gr)		994.80	994.60	994.70
Vol de masa + vol de vacío (gr)		190.52	190.72	190.62
Pe. De Mat. Seco en estufa (105°C) (gr)		488.65	489.75	489.16
Vol de masa (gr)		179.17	180.47	179.76
Pe bulk ( Base seca )		2.565	2.568	2.566
Pe bulk ( Base saturada )		2.624	2.622	2.623
Pe aparente ( Base Seca )		2.727	2.714	2.721
Porcentaje de absorción		2.32%	2.09%	2.22%
<b>RESUMEN DE CARACTERISTICAS DEL MATERIAL</b>				
CONTENIDO DE HUMEDAD %		1.43%		
Pe bulk ( Base seca )		2.566		
Pe bulk ( Base saturada )		2.62		
Pe aparente ( Base Seca )		2.72		
Porcentaje de absorción		2.21%		



Carlos Javier Ramirez Muñoz  
Ingeniero Civil  
CIP 140674



**ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS**  
**NTP 400.012 / MTC E 204**

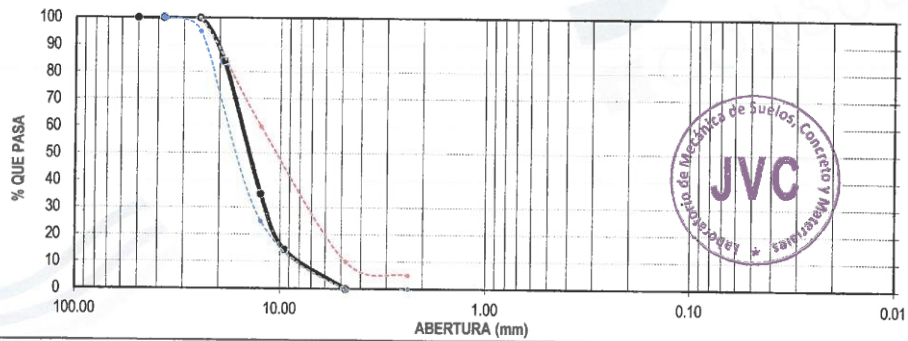
PROYECTO : DISEÑO DE MEZCLA DEL CONCRETO SIMPLE ADICIONANDO LA CENIZA DEL BAGAZO DE LA CAÑA DE AZÚCAR - CASAGRANDE LA LIBERTAD  
 SOLICITANTE : RAMIREZ MORE CARLO FARID - MENDO QUITO JOSE DANIEL  
 UBICACIÓN : CASAGRANDE - LA LIBERTAD  
 FECHA : ABRIL DEL 2022

**DATOS DEL ENSAYO**

MUESTRA : CANTERA LEKERSA  
 MATERIAL : PIEDRA PROFUNDIDAD : ---- m COORDENADA UTM: E: ---- N: ----  
 PROGRESIVA : ----

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	Especificación	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
2"	50.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100	Peso de inicial seco: : 2800.00 gr
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100 - 100	
1"	25.00	0.00	0.00	0.00	100.00	95 - 100	TAMAÑO MAXIMO : 1"
3/4"	19.00	447.30	15.98	15.98	84.03	-	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL : 3/4"
1/2"	12.50	1372.51	49.02	64.99	35.01	25 - 60	HUSO 57 ASTM 33
3/8"	9.50	576.16	20.58	85.57	14.43	0 - 10	
Nº 4	4.75	403.77	14.42	99.99	0.01	0 - 0	
FONDO		0.26	0.01	100.00	0.00		
Total		2800.00	100.0				

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



\*\*\* Muestreo e identificación realizada por el solicitante.

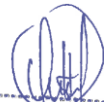
Carlos Javier Ramírez Muñoz  
Ingeniero Civil  
CIP 140574

**JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.**

Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo  
Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030  
consultoriageotecniajvc@gmail.com



PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO AGREGADO GRUESO				
PROYECTO	DISEÑO DE MEZCLA DEL CONCRETO SIMPLE ADICIONANDO LA CENIZA DEL BAGAZO DE LA CAÑA DE AZÚCAR - CASAGRANDE LA LIBERTAD			
SOLICITANTE	RAMIREZ MORE CARLO FARID - MENDO QUITO JOSE DANIEL			
UBICACIÓN	CASAGRANDE - LA LIBERTAD			
FECHA	ABRIL DEL 2022			
<b>DATOS DEL ENSAYO</b>				
MUESTRA	CANTERA LEKERSA			
MATERIAL	PIEDRA	PROFUNDIDAD	---- m	COORDENADA UTM : E: ---- N: ----
PROGRESIVA	----			
<b>PESO UNITARIO SUELTO AGREGADO GRUESO (ASTM D 2216, MTC E 203, NTP 400.017)</b>				
			Peso Molde	: 5392.40 gr
			Volumen Molde	: 9500.645 cm <sup>3</sup>
Muestra	1	2	3	
Peso de molde + muestra (gr)	17964.00	18237.00	18133.00	
Peso de molde (gr)	5392.40	5392.40	5392.40	
Peso de la muestra (gr)	12571.60	12844.60	12740.60	
Volumen (cm <sup>3</sup> )	9500.65	9500.65	9500.65	
Peso unitario suelto (gr/cm <sup>3</sup> )	1.32	1.35	1.34	
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO AGREGADO GRUESO (ASTM D 2216, MTC E 203, NTP 400.017)</b>				
			Peso Molde	: 5392.40 gr
			Volumen Molde	: 9500.645 cm <sup>3</sup>
Muestra	1	2	3	
Peso de molde + muestra (gr)	20576.00	20603.00	20634.00	
Peso de molde (gr)	5392.40	5392.40	5392.40	
Peso de la muestra (gr)	15183.60	15210.60	15241.60	
Volumen (cm <sup>3</sup> )	9500.65	9500.65	9500.65	
Peso unitario compactado (gr/cm <sup>3</sup> )	1.60	1.60	1.60	
<b>PESO UNITARIO AGREGADO GRUESO</b>				
PESO UNITARIO SUELTO	1.34 gr/cm <sup>3</sup>	1339 Kg/m <sup>3</sup>		
PESO UNITARIO COMPACTADO	1.60 gr/cm <sup>3</sup>	1601 Kg/m <sup>3</sup>		

Carlos Javier Ramírez Muñoz  
 Ingeniero Civil  
 CIP 140574





**ENSAYOS DE AGREGADOS: CONTENIDO DE HUMEDAD Y GAVEDAD ESPECIFICA**

PROYECTO : DISEÑO DE MEZCLA DEL CONCRETO SIMPLE ADICIONANDO LA CENIZA DEL BAGAZO DE LA CAÑA DE AZÚCAR - CASAGRANDE LA LIBERTAD  
SOLICITANTE : RAMIREZ MORE CARLO FARID - MENDO QUITO JOSE DANIEL  
UBICACIÓN : CASAGRANDE - LA LIBERTAD  
FECHA : ABRIL DEL 2022

**DATOS DEL ENSAYO**

MUESTRA :	CANTERA	LEKERSA			
MATERIAL :	PIEDRA	PROFUNDIDAD :	----- m	COORDENADA UTM :	E: ----- N: -----
PROGRESIVA :	----				

**CONTENIDO DE HUMEDAD**  
NTP 339.185

TARA		1	2	3
Peso tara	(gr)	122.57	117.60	
Peso tara + Material húmedo	(gr)	1536.40	1489.60	
Peso tara + Material seco	(gr)	1533.76	1486.84	
Peso del agua	(gr)	2.64	2.76	
Peso de material seco	(gr)	1411.19	1369.24	
Humedad %		0.19%	0.20%	

**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE AGREGADOS GRUESO**  
(NORMA MTC E-206, NTP 400.021: AASHTO T-85)

Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Aire)	(gr)	2500.00	2500.00	
Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Agua)	(gr)	1552.89	1550.79	
Vol. de masa + vol de vacios	(gr)	947.11	949.21	
Peso material seco en estufa (105 °C)	(gr)	2478.70	2481.60	
Vol de masa	(gr)	925.81	930.81	
Pe bulk ( Base seca )		2.617	2.614	
Pe bulk ( Base saturada )		2.640	2.634	
Pe aparente ( Base Seca )		2.677	2.666	
Porcentaje de absorción		0.86%	0.74%	

**RESUMEN DE CARACTERISTICAS DEL MATERIAL**

CONTENIDO DE HUMEDAD %	0.19%
Pe bulk ( Base seca )	2.616
Pe bulk ( Base saturada )	2.637
Pe aparente ( Base Seca )	2.672
Porcentaje de absorción	0.80%



Carlos Javier Ramirez Muñoz  
Ingeniero Civil  
CIP 140874

**JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.**


Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo  
Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030  
consultoriageotecniajvc@gmail.com

# RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



RUC: 20606092297

CERTIFICADO DE COMPRESIÓN NTP 339.034														
OBRA		: DISEÑO DE MEZCLA DEL CONCRETO SIMPLE ADICIONANDO LA CENIZA DEL BAGAZO DE LA CAÑA DE AZÚCAR -CASAGRANDE LA LIBERTAD												
SOLICITANTE		: RAMIREZ MORE CARLO FARID - MENDO QUITO JOSE DANIEL												
UBICACIÓN		: CASAGRANDE - LA LIBERTAD												
EMISIÓN DE INFORME		: 22 DE ABRIL DEL 2022												
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS DE CONCRETO														
Nº	PROBETA CILÍNDRICA Elemento	Resist. diseño Kg/cm2	Fecha de Rotura		Edad (días)	Diámetro cm	Longitud cm	Relación L/D	Factor de corrección	Carga		Sección cm2	Resistencia Fc Kg/cm2	Tipo de falla
			Elaboración	Rotura						KN	Kgs.			
01	CONCRETO PATRON	140 Kg/cm2	23/03/2022	30/03/2022	7	15.20	30.00	2	0.999	221.34	22570.04	181.46	124.26	5
02	CONCRETO PATRON	140 Kg/cm2	23/03/2022	30/03/2022	7	15.10	30.00	2	0.999	214.45	21867.47	179.08	121.99	5
03	CONCRETO PATRON	140 Kg/cm2	23/03/2022	30/03/2022	7	14.90	30.00	2	0.999	218.79	22310.02	174.37	127.82	5
04	CONCRETO PATRON	140 Kg/cm2	23/03/2022	06/04/2022	14	14.90	30.00	2	0.999	236.82	24148.54	174.37	138.35	5
05	CONCRETO PATRON	140 Kg/cm2	23/03/2022	06/04/2022	14	15.20	30.00	2	0.999	245.18	25001.00	181.46	137.64	5
06	CONCRETO PATRON	140 Kg/cm2	23/03/2022	06/04/2022	14	15.30	30.00	2	0.999	239.29	24400.40	183.85	132.58	5
07	CONCRETO PATRON	140 Kg/cm2	23/03/2022	20/04/2022	28	15.20	30.00	2	0.999	255.76	26079.85	181.46	143.58	5
08	CONCRETO PATRON	140 Kg/cm2	23/03/2022	20/04/2022	28	15.10	30.00	2	0.999	257.39	26246.06	179.08	146.42	5
09	CONCRETO PATRON	140 Kg/cm2	23/03/2022	20/04/2022	28	15.20	30.00	2	0.999	261.47	26662.10	181.46	146.79	5
<b>Observaciones :</b>		Las pruebas se realizaron con almohadillas de neopreno (Dureza Shore A = 60) en la parte superior e inferior. Las Probetas de concreto fueron elaboradas por el solicitante, el Laboratorio sólo realizó el ensayo a la compresión.												
<b>DATOS DE MAQUINA DE ROTURA</b> MARCA: PYS EQUIPOS. (N° SERIE: 2002021) CAPACIDAD: 100 000 Kg. CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: IF-1483-2021 (23-11-2021) LABORATORIO METROLOGIA PYS EQUIPOS														

  
**Carlos Javier Ramírez Muñoz**  
 Ingeniero Civil  
 CIF 140874



**JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.**  
 Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo  
 Teléf.: 044 – 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030  
 consultoriageotecniajvc@gmail.com



CERTIFICADO DE COMPRESIÓN NTP 339.034														
OBRA		: DISEÑO DE MEZCLA DEL CONCRETO SIMPLE ADICIONANDO LA CENIZA DEL BAGAZO DE LA CAÑA DE AZÚCAR -CASAGRANDE LA LIBERTAD												
SOLICITANTE		: RAMIREZ MORE CARLO FARID - MENDO QUITO JOSE DANIEL												
UBICACIÓN		: CASAGRANDE - LA LIBERTAD												
EMISIÓN DE INFORME		: 22 DE ABRIL DEL 2022												
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS DE CONCRETO														
PROBETA CILÍNDRICA		Resist. diseño Kg/cm <sup>2</sup>	Fecha de Rotura		Edad (días)	Diámetro cm	Longitud cm	Relación L/D	Factor de corrección	Carga		Sección cm <sup>2</sup>	Resistencia F <sub>c</sub> Kg/cm <sup>2</sup>	Tipo de falla
Nº	Elemento		Elaboración	Rotura						KN	Kgs.			
01	CONCRETO PATRON +5% DE CENIZA DE CAÑA	140 Kg/cm <sup>2</sup>	23/03/2022	30/03/2022	7	15.20	30.00	2	0.999	219.75	22407.91	181.46	123.36	5
02	CONCRETO PATRON +5% DE CENIZA DE CAÑA	140 Kg/cm <sup>2</sup>	23/03/2022	30/03/2022	7	15.10	30.00	2	0.999	220.34	22468.07	179.08	125.34	5
03	CONCRETO PATRON +5% DE CENIZA DE CAÑA	140 Kg/cm <sup>2</sup>	23/03/2022	30/03/2022	7	15.20	30.00	2	0.999	227.61	23209.39	181.46	127.78	5
04	CONCRETO PATRON +5% DE CENIZA DE CAÑA	140 Kg/cm <sup>2</sup>	23/03/2022	06/04/2022	14	15.20	30.00	2	0.999	246.78	25164.16	181.46	138.54	5
05	CONCRETO PATRON +5% DE CENIZA DE CAÑA	140 Kg/cm <sup>2</sup>	23/03/2022	06/04/2022	14	15.10	30.00	2	0.999	237.94	24262.74	179.08	135.35	5
06	CONCRETO PATRON +5% DE CENIZA DE CAÑA	140 Kg/cm <sup>2</sup>	23/03/2022	06/04/2022	14	14.90	30.00	2	0.999	245.18	25001.00	174.37	143.24	5
07	CONCRETO PATRON +5% DE CENIZA DE CAÑA	140 Kg/cm <sup>2</sup>	23/03/2022	20/04/2022	28	14.90	30.00	2	0.999	260.94	26808.05	174.37	152.45	5
08	CONCRETO PATRON +5% DE CENIZA DE CAÑA	140 Kg/cm <sup>2</sup>	23/03/2022	20/04/2022	28	15.20	30.00	2	0.999	266.52	27177.04	181.46	149.62	5
09	CONCRETO PATRON +5% DE CENIZA DE CAÑA	140 Kg/cm <sup>2</sup>	23/03/2022	20/04/2022	28	15.20	30.00	2	0.999	270.15	27547.20	181.46	151.66	5
<b>Observaciones :</b>		Las pruebas se realizaron con almohadillas de neopreno (Dureza Shore A = 60) en la parte superior e inferior. Las Probetas de concreto fueron elaboradas por el solicitante, el Laboratorio sólo realizó el ensayo a la compresión.												
DÁTOS DE MAQUINA DE ROTURA														
MARCA: PYS EQUIPOS (Nº SERIE: 2002021) CAPACIDAD: 100 000 Kgf. CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: LF-1463-2021 (23-11-2021) LABORATORIO METROLOGIA PYS EQUIPOS														

Carlos Javier Ramírez Muñoz  
Ingeniero Civil  
CIF 140574



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo  
Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030  
consultoriageotecniajvc@gmail.com



**CERTIFICADO DE COMPRESIÓN**  
NTP 339.034

OBRA : DISEÑO DE MEZCLA DEL CONCRETO SIMPLE ADICIONANDO LA CENIZA DEL BAGAZO DE LA CAÑA DE AZÚCAR -CASAGRANDE LA LIBERTAD  
SOLICITANTE : RAMIREZ MORE CARLO FARID - MENDO QUITO JOSE DANIEL  
UBICACIÓN : CASAGRANDE - LA LIBERTAD  
EMISIÓN DE INFORME : 22 DE ABRIL DEL 2022

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS DE CONCRETO**

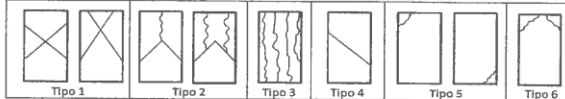
PROBETA CILÍNDRICA		Resist. diseño Kg/cm <sup>2</sup>	Fecha de Rotura		Edad (días)	Diámetro cm	Longitud cm	Relación L/D	Factor de corrección	Carga		Sección cm <sup>2</sup>	Resistencia F <sub>c</sub> Kg/cm <sup>2</sup>	Tipo de falla
Nº	Elemento		Elaboración	Rotura						KN	Kgs.			
01	CONCRETO PATRON +10% DE CENIZA DE CAÑA	140 Kg/cm <sup>2</sup>	24/03/2022	31/03/2022	7	15.20	30.00	2	0.999	213.28	21748.16	181.46	119.73	5
02	CONCRETO PATRON +10% DE CENIZA DE CAÑA	140 Kg/cm <sup>2</sup>	24/03/2022	31/03/2022	7	14.90	30.00	2	0.999	210.68	21483.04	174.37	123.08	5
03	CONCRETO PATRON +10% DE CENIZA DE CAÑA	140 Kg/cm <sup>2</sup>	24/03/2022	31/03/2022	7	15.20	30.00	2	0.999	212.94	21713.49	181.46	119.54	5
04	CONCRETO PATRON +10% DE CENIZA DE CAÑA	140 Kg/cm <sup>2</sup>	24/03/2022	07/04/2022	14	15.20	30.00	2	0.999	238.74	24344.32	181.46	134.03	5
05	CONCRETO PATRON +10% DE CENIZA DE CAÑA	140 Kg/cm <sup>2</sup>	24/03/2022	07/04/2022	14	14.90	30.00	2	0.999	232.67	23725.36	174.37	135.93	5
06	CONCRETO PATRON +10% DE CENIZA DE CAÑA	140 Kg/cm <sup>2</sup>	24/03/2022	07/04/2022	14	15.20	30.00	2	0.999	231.78	23634.61	181.46	130.12	5
07	CONCRETO PATRON +10% DE CENIZA DE CAÑA	140 Kg/cm <sup>2</sup>	24/03/2022	21/04/2022	28	15.30	30.00	2	0.999	248.76	25366.06	183.85	137.83	5
08	CONCRETO PATRON +10% DE CENIZA DE CAÑA	140 Kg/cm <sup>2</sup>	24/03/2022	21/04/2022	28	15.20	30.00	2	0.999	251.37	25632.20	181.46	141.12	5
09	CONCRETO PATRON +10% DE CENIZA DE CAÑA	140 Kg/cm <sup>2</sup>	24/03/2022	21/04/2022	28	15.10	30.00	2	0.999	253.67	25866.73	179.08	144.30	5

**Observaciones :** Las pruebas se realizaron con almohadillas de neopreno (Dureza Shore A = 60) en la parte superior e inferior.

Las Probetas de concreto fueron elaboradas por el solicitante, el Laboratorio sólo realizó el ensayo a la compresión.

**DATOS DE MÁQUINA DE ROTURA**

MARCA: PYS EQUIPOS. (Nº SERIE: 2002021)  
CAPACIDAD: 100 000 Kgf.  
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: : LF-1463-2021 (23-11-2021)  
LABORATORIO METROLOGIA PYS EQUIPOS

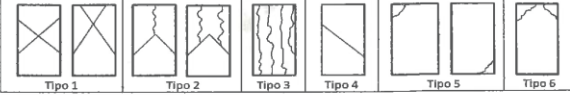


  
Carlos Javier Ramírez Muñoz  
Ingeniero Civil  
CIP 140574



**JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.**  
Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo  
Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030  
consultoriageotecniajvc@gmail.com



CERTIFICADO DE COMPRESIÓN NTP 339.034														
OBRA		: DISEÑO DE MEZCLA DEL CONCRETO SIMPLE ADICIONANDO LA CENIZA DEL BAGAZO DE LA CAÑA DE AZÚCAR-CASAGRANDE LA LIBERTAD												
SOLICITANTE		: RAMIREZ MORE CARLO FARID - MENDO QUITO JOSE DANIEL												
UBICACIÓN		: CASAGRANDE - LA LIBERTAD												
EMISIÓN DE INFORME		: 22 DE ABRIL DEL 2022												
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS DE CONCRETO														
N°	PROBETA CILÍNDRICA Elemento	Resist. diseño Kg/cm2	Fecha de Rotura		Edad (días)	Diámetro cm	Longitud cm	Relación L/D	Factor de corrección	Carga		Sección cm2	Resistencia f <sub>c</sub> Kg/cm2	Tipo de falla
			Elaboración	Rotura						KN	Kgs.			
01	CONCRETO PATRON + 15% DE CENIZA DE CAÑA	140 Kg/cm2	24/03/2022	31/03/2022	7	15.20	30.00	2	0.999	201.67	20564.29	181.46	113.21	5
02	CONCRETO PATRON + 15% DE CENIZA DE CAÑA	140 Kg/cm2	24/03/2022	31/03/2022	7	14.90	30.00	2	0.999	198.76	20267.56	174.37	116.12	5
03	CONCRETO PATRON + 15% DE CENIZA DE CAÑA	140 Kg/cm2	24/03/2022	31/03/2022	7	15.20	30.00	2	0.999	197.64	20153.35	181.46	110.95	5
04	CONCRETO PATRON + 15% DE CENIZA DE CAÑA	140 Kg/cm2	24/03/2022	07/04/2022	14	15.20	30.00	2	0.999	223.48	22788.26	181.46	125.46	5
05	CONCRETO PATRON + 15% DE CENIZA DE CAÑA	140 Kg/cm2	24/03/2022	07/04/2022	14	14.90	30.00	2	0.999	220.67	22501.72	174.37	128.92	5
06	CONCRETO PATRON + 15% DE CENIZA DE CAÑA	140 Kg/cm2	24/03/2022	07/04/2022	14	15.20	30.00	2	0.999	225.79	23023.81	181.46	126.76	5
07	CONCRETO PATRON + 15% DE CENIZA DE CAÑA	140 Kg/cm2	24/03/2022	21/04/2022	28	15.30	30.00	2	0.999	237.89	24257.64	183.85	131.81	5
08	CONCRETO PATRON + 15% DE CENIZA DE CAÑA	140 Kg/cm2	24/03/2022	21/04/2022	28	15.20	30.00	2	0.999	234.78	23940.52	181.46	131.80	5
09	CONCRETO PATRON + 15% DE CENIZA DE CAÑA	140 Kg/cm2	24/03/2022	21/04/2022	28	15.10	30.00	2	0.999	237.24	24191.36	179.08	134.95	5
<b>Observaciones :</b>		<p>Las pruebas se realizaron con almohadillas de neopreno (Dureza Shore A = 60) en la parte superior e inferior.</p> <p>Las Probetas de concreto fueron elaboradas por el solicitante, el Laboratorio sólo realizó el ensayo a la compresión.</p>												
<b>DATOS DE MAQUINA DE ROTURA</b>		<p>MARCA: PYS EQUIPOS. (N° SERIE: 2002021) CAPACIDAD: 100 000 Kg. CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN : LF-1463-2021 (23-11-2021) LABORATORIO METROLOGIA PYS EQUIPOS</p>												
														



Carlos Javier Ramirez Muñoz  
Ingeniero Civil  
CIP 140674



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.  
Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo  
Teléf.: 044 – 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030  
consultoriageotecniajvc@gmail.com

## COMPOSICIÓN DE LA CENIZA DEL BAGAZO DE LA CAÑA DE AZÚCAR

### COMPOSICIÓN QUÍMICA INORGÁNICA ELEMENTAL DE LAS CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR

COMPOSICIÓN QUÍMICA	RESULTADO (%)	MÉTODO UTILIZADO
Silicio (Si)	55.82	<b>ESPECTROSCOPIA DE ENERGÍA DISPERSIVA (EDS)</b>
Aluminio (Al)	11.73	
Hierro (Fe)	9.93	
Calcio (Ca)	6.19	
Magnesio (Mg)	4.51	
Potasio (K)	9.53	
Sodio (Na)	2.27	

### COMPOSICIÓN QUÍMICA INORGÁNICA DE LAS CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EXPRESADA COMO ÓXIDOS

COMPOSICIÓN QUÍMICA	RESULTADO (%)	MÉTODO UTILIZADO
Dióxido de Silicio (SiO <sub>2</sub> )	64.04	<b>ESPECTROSCOPIA DE ENERGIA DISPERSIVA (EDS)</b>
Trióxido de Aluminio (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	11.89	
Trióxido de Hierro ( Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	7.61	
Óxido de Calcio (CaO)	4.65	
Óxido de Magnesio (MgO)	4.01	
Óxido de potasio (K <sub>2</sub> O)	6.16	
Óxido de Sodio ( Na <sub>2</sub> O)	1.64	

# FICHA TÉCNICA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I

## CEMENTO TIPO I “ESTRUCTURAL”



### DESCRIPCIÓN

**Cemento Portland Tipo I.** Gracias a su nuevo diseño de Clinker, se logra un concreto más durable brindando alta resistencia a todas las edades.

### USOS

- Cemento de uso general.

### ATRIBUTOS

**Diseño que supera los requisitos de la normas nacionales**

**Altas resistencias a todas las edades**

- Desarrolla altas resistencias iniciales que garantiza un adecuado avance de obra.
- El diseño correcto en concreto garantiza un menor tiempo de desencofrado.

### RECOMENDACIONES



Mantener el cemento en un lugar seco bajo techo, protegido de la humedad.



Almacenar en pilas de menos de 10 sacos.



Utilizar agregados y materiales de buena calidad.



A mayor sea la humedad de los agregados, se debe dosificar menor cantidad de agua.

### RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



**Resistencia a la compresión (psi)**

■ Resultado Promedio ■ Requisito mínimo NTP 334.009 / ASTM C150

Pacasmayo



# Cemento Portland tipo I

## Requisitos Normalizados

NTP 334.009 / ASTM C150

### REQUERIMIENTOS QUÍMICOS

ENSAYOS	TIPO	VALOR	UNIDAD	NORMAS DE ENSAYO	RESULTADO
MgO	Máximo	6.0	%	NTP 334.086	2.1
SO <sub>3</sub>	Máximo	3.0	%	NTP 334.086	2.8
Pérdida por ignición	Máximo	3.5	%	NTP 334.086	3.1
Residuo insoluble	Máximo	1.5	%	NTP 334.086	0.6

### REQUERIMIENTOS FÍSICOS

ENSAYOS	TIPO	VALOR	UNIDAD	NORMAS DE ENSAYO	RESULTADO
Contenido de aire	Máximo	12	%	NTP 334.048	8
Finura, Superficie específica	Mínimo	2,600	cm <sup>2</sup> /g	NTP 334.002	4000
Expansión en autódave	Máximo	0.80	%	NTP 334.004	0.07
<b>Resistencia a la compresión</b>					
3 días	Mínimo	12.0 (1740)	MPa (psi)	NTP 334.051	29.4 (4260)
7 días	Mínimo	19.0 (2760)	MPa (psi)	NTP 334.051	36.6 (5310)
28 días <sup>(1)</sup>	Mínimo	28.0 (4060)	MPa (psi)	NTP 334.051	45.3 (6570)
<b>Tiempo de Fraguado Vicat</b>					
Fraguado inicial	Mínimo	45	Minutos	NTP 334.006	1.39
Fraguado final	Máximo	375	Minutos	NTP 334.006	2.50

(1) Requisito opcional.

### VENTAJAS



Presentaciones: Bolsas de 42.5 kg, granel y big bag de 1TM.



Fecha y hora de envasado: para que utilices el cemento más fresco



Fecha de vencimiento: para aprovechar de mejor manera sus propiedades

El cemento descrito arriba, al tiempo del envío, cumple con los requisitos químicos y físicos de la NTP 334.009.

**Pacasmayo**





