



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

INFLUENCIA DE REEMPLAZO DE CENIZA DE CAÑA DE AZÚCAR SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE ADOQUINES TIPO II PARA PAVIMENTOS DE TRÁNSITO LIVIANO, TRUJILLO 2019

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autores:

Bach. Linder Yan Correa Briceño
Bach. Harold Rafael Polo Sabogal

Asesor:

Ing. Alberto Rubén Vásquez Díaz

Trujillo - Perú

2019

DEDICATORIA

A Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo frente a las adversidades, por darme fuerzas e iluminar mi mente, por haber puesto en mi camino a buenas personas que me apoyaron y me motivaron por seguir adelante.

A mi familia por ser las personas que me brindaron todo su apoyo y que me formaron en todo lo que soy y que me motivaron en todo este tiempo.

A mis maestros que, con sus enseñanzas me inspiraron a seguir adelante en la profesión, por sus consejos y experiencias que sirvieron para prepararme en la vida profesional que está por venir.

A mis amigos por permitirme conocerlos, por pasar buenos momentos y por ayudarme cuando los necesitaba.

Correa Briceño, Linder Yan

DEDICATORIA

A Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

A mi esposa por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en todos los aspectos, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo.

Todo este trabajo ha sido posible gracias a ellos.

A mis maestros que, en este andar por la vida, influyeron con sus lecciones y experiencias en formarme como una persona de bien y preparada para los retos que pone la vida, a todos y cada uno de ellos les dedico cada una de estas páginas de mi tesis.

Polo Sabogal, Harold Rafael

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a nuestro asesor de tesis el Ing. Alberto Rubén Vásquez Díaz por la oportunidad que nos dio de emprender con esta investigación de estudio, por su gran apoyo y dedicación, por siempre guiarnos y alentarnos para mejorar en la investigación que hoy presentamos; a Wesley, y a todo el equipo de laboratorio de tecnología del concreto por darnos facilidades con los equipos y por su amabilidad nos hizo sentir en confianza y tranquilidad al ejecutar nuestra tesis y a nuestro director de carrera de ingeniería civil M. SC. Ing. Wiston Henry Azañedo Medina por su comprensión y enseñanzas durante nuestra formación académica y desarrollo de nuestra tesis.

Agradezco con todo mi cariño y amor a todas las personas que hicieron lo posible en esta vida, para que pueda lograr mis sueños, por motivarme y darme la mano cuando sentía que el camino se terminaba, a mis abuelos Juan Correa, Cristina Flores y a mi madre Gladys Briceño.

Correa Briceño, Linder Yan

Agradezco, primero a Dios por permitirme tener a mi madre, hermanos que me apoyaron en mis decisiones y proyectos; y darme lo mejor de ellos con sus consejos, en especial por su incondicional apoyo y motivación a mi esposa Margarita Corilym Yucra Guerra.

Polo Sabogal, Harold Rafael

Tabla de contenidos

DEDICATORIA	2
DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTO	4
ÍNDICE DE TABLAS	7
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	12
1.1. Realidad problemática.....	12
1.2. Formulación del problema	15
1.3. Objetivos	16
1.3.1. Objetivo general	16
1.3.2. Objetivos específicos	16
1.4. Hipótesis.....	17
1.4.1. Hipótesis general	17
1.4.2. Hipótesis específicas	18
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	23
2.1 Antecedentes	23
2.2 Bases Teóricas.....	26
2.2.1. Adoquines:.....	26
2.2.1.1 Ventajas de utilizar los adoquines en pavimentos.	27
2.2.1.2. Requisitos de adoquines de concreto según la NTP 339.611.	28
2.2.2. CONCRETO:	29
2.2.2.1 MATERIALES.....	29
2.2.2.1.1. CEMENTO.....	29
2.2.2.1.2. AGUA:	30
2.2.2.1.3. AGREGADO:	30
2.2.2.1.4. La caña de azúcar.	30
2.2.2.1.5. Ceniza de bagazo de caña de azúcar.	33
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA	35
3.1. Tipo de investigación	35
3.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)	35
3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	39
3.4. Procedimiento.....	40
3.4.1. Análisis granulométrico del agregado fino y grueso empleando la norma técnica peruana 400.012 y ASTM C 136-96 a.	41

3.4.2. Contenido de humedad empleando la norma técnica peruana 339.185 y ASTM C 566. Método de ensayo normalizado para contenido total de humedad evaporable en agregados por secado.....	45
3.4.3. Peso unitario volumétrico empleando la norma técnica peruana 400.017 y ASTM C 29/C 29M.....	47
3.4.4. Peso específico del agregado grueso empleando la norma técnica peruana 400.021 y ASTM C 127.....	50
3.4.5. Peso específico del agregado fino empleando la norma técnica peruana 400.022 y ASTM C 128.....	52
3.4.6. Diseño de mezcla para concreto de resistencia $f^c=440$ kg/cm ² empleando el método ACI 211.	54
3.4.7. Ensayo de succión	60
3.4.8. Ensayo de Absorción	61
3.5. Métodos e instrumentos de análisis de datos	63
3.5.1. Métodos	63
3.5.2. Instrumentos	63
CAPÍTULO IV. RESULTADOS.....	64
4.1. Ensayo de granulometría del agregado grueso.....	64
4.2. Ensayo de granulometría del agregado fino	65
4.3. Ensayo de contenido de humedad del agregado fino	66
4.4. Ensayo de contenido de humedad del agregado grueso	66
4.5. Ensayo de peso unitario suelto del agregado fino	67
4.6. Ensayo de peso unitario compactado del agregado fino	68
4.7. Ensayo de peso unitario suelto del agregado fino	69
4.8. Ensayo de peso unitario compactado del agregado grueso	70
4.9. Ensayo de peso específico de masa y absorción del agregado grueso	71
4.10. Ensayo de peso específico de masa y absorción del agregado fino	72
4.11. Diseño de mezcla.....	73
4.12. Ensayo de resistencia a la compresión de adoquines	74
4.13. ensayo de absorción de adoquines (NTP 399.604)	76
4.14. ANALISIS DE RESULTADOS	84
CAPÍTULO V. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	98
Discusiones.....	98
Conclusiones	107
REFERENCIAS.....	109
ANEXOS	111
Anexo 1. Análisis granulométrico del agregado.	111
Anexo 2. Especificaciones de los agregados.....	112

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Hipótesis general.....	17
Tabla 2: Hipótesis específica 01.....	18
Tabla 3: Hipótesis específica 02.....	19
Tabla 4: Hipótesis específica 03.....	20
Tabla 5: Hipótesis específica 04.....	21
Tabla 6: Hipótesis específica 05.....	22
Tabla 7: Requisitos de adoquines.....	28
Tabla 8: Tipos de absorción.....	28
Tabla 9: Caña de azúcar en América Latina.....	32
Tabla 10: Datos de resistencia a compresión.....	36
Tabla 11: Desviación estándar.....	36
Tabla 12: Muestra de especímenes de concreto para resistencia a la compresión.....	37
Tabla 13: Muestra de especímenes de concreto para absorción.....	38
Tabla 14: Muestra de especímenes de concreto para succión.....	38
Tabla 15: Abertura de tamiz.....	41
Tabla 16: Abertura de tamiz.....	42
Tabla 17: Cantidades mínima de muestra.....	43
Tabla 18: Cantidades mínimas para contenido de humedad.....	45
Tabla 19: Temperatura ambiente y factor de calibración.....	48
Tabla 20: Cantidad mínima de peso específico.....	50
Tabla 21: Resistencia requerida.....	55
Tabla 22: Porcentaje de aire en el agregado grueso.....	55
Tabla 23: Asentamiento en el concreto.....	56
Tabla 24: Relación agua/cemento.....	57
Tabla 25: Volumen de agregado grueso.....	58
Tabla 26: Granulometría del agregado grueso.....	64
Tabla 27: Granulometría del agregado fino.....	65
Tabla 28: Contenido de humedad del agregado fino.....	66
Tabla 29: Contenido de humedad del agregado grueso.....	66
Tabla 30: Peso unitario suelto del agregado fino.....	67
Tabla 31: Peso unitario compactado del agregado fino.....	68
Tabla 32: Peso unitario suelto del agregado grueso.....	69
Tabla 33: Peso unitario compactado del agregado grueso.....	70
Tabla 34: Peso específico de masa y absorción del agregado grueso.....	71
Tabla 35: Peso específico de masa y absorción del agregado fino.....	72
Tabla 36: Diseño de mezcla.....	73
Tabla 37: Resistencia de adoquines patrón.....	74
Tabla 38: Resistencia de adoquines al 3% de Ceniza.....	74
Tabla 39: Resistencia de adoquines al 6% de Ceniza.....	74
Tabla 40: Resistencia de adoquines al 9% de Ceniza.....	75
Tabla 41: Resistencia de adoquines al 12% de Ceniza.....	75
Tabla 42: Resistencia de adoquines al 15% de Ceniza.....	75
Tabla 43: Absorción de adoquines patrón.....	76
Tabla 44: Absorción de adoquines al 3% de ceniza.....	76
Tabla 45: Absorción de adoquines al 6% de ceniza.....	76
Tabla 46: Absorción de adoquines al 9% de ceniza.....	77
Tabla 47: Absorción de adoquines al 12% de ceniza.....	77
Tabla 48: Absorción de adoquines al 15% de ceniza.....	77

Tabla 49: Succión de adoquines patrón.....	78
Tabla 50: Succión de adoquines al 3%.....	79
Tabla 51: Succión de adoquines al 6%.....	80
Tabla 52: Succión de adoquines al 9%.....	81
Tabla 53: Succión de adoquines al 12%.....	82
Tabla 54: Succión de adoquines al 15%.....	83
Tabla 55: Análisis de resultados descriptivos para probetas de 7 días.....	85
Tabla 56: Análisis de normalidad en los resultados de probetas ensayadas a 7 días.....	86
Tabla 57: Análisis de prueba de homogeneidad de varianzas en probetas a 7 días.....	86
Tabla 58: Prueba de Hipótesis (ANOVA) en probetas de 7 días.....	87
Tabla 59: Análisis de resultados descriptivos en probetas a 14 días.....	88
Tabla 60: Análisis de normalidad en los resultados de probetas ensayadas a 14 días.....	88
Tabla 61: Análisis de prueba de homogeneidad de varianzas en probetas a 14 días.....	89
Tabla 62: Prueba de Hipótesis (ANOVA) en probetas a 14 días.....	89
Tabla 63: Análisis de resultados descriptivos en probetas a 28 días.....	90
Tabla 64: Análisis de normalidad en los resultados de probetas ensayadas a 28 días.....	91
Tabla 65: Análisis de prueba de homogeneidad de varianzas en probetas a 28 días.....	92
Tabla 66: Prueba de Hipótesis (ANOVA) en probetas a 28 días.....	92
Tabla 67: Análisis de resultados descriptivos de absorción.....	95
Tabla 68: Análisis de normalidad en los resultados de absorción.....	96
Tabla 69: Análisis de prueba de homogeneidad de varianzas de absorción.....	96
Tabla 70: Prueba de Hipótesis (ANOVA) de absorción.....	97
Tabla 71: Resistencia a la compresión.....	100
Tabla 72: Análisis de costos en adoquines patrón.....	118
Tabla 73: Análisis de costos de adoquines al 3% de ceniza.....	119
Tabla 74: Análisis de costos de adoquines de 6% de ceniza.....	120
Tabla 75: Análisis de costos de adoquines al 9% de ceniza.....	121
Tabla 76: Análisis de costos de adoquines al 12% de ceniza.....	122
Tabla 77: Análisis de costos de adoquines al 15% de ceniza.....	123

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Cemento Pacasmayo MS.....	29
Figura 2: Importaciones y exportaciones de azúcar refinada.....	33
Figura 3: Esquema de Procedimientos.....	40
Figura 4: Gráfica de granulometría piedra.....	64
Figura 5: Gráfica de granulometría de arena.....	65
Figura 6: Gráfica de Resistencia a la Compresión.....	100
Figura 7: Absorción de adoquines.....	102
Figura 8: Succión capilar de probeta patrón.....	103
Figura 9: Velocidad de succión de probeta al 3%.....	104
Figura 10: Velocidad de succión capilar al 6%.....	104
Figura 11: Velocidad de succión capilar al 9%.....	105
Figura 12: Velocidad de succión capilar al 12%.....	105
Figura 13: Velocidad de succión capilar al 15%.....	106

INDICE DE ECUACIONES

Fórmula 1: Ecuación de Muestreo.	36
Fórmula 2: % Retenidos acumulados.	44
Fórmula 3: Humedad evaporable.	46
Fórmula 4: Factor de medida.	48
Fórmula 5: Peso unitario.	49
Fórmula 6: Peso específico masa 51	51
Fórmula 7: Peso específico de masa saturada con superficie seca (P _{ss}) 52	52
Fórmula 8: Peso específico aparente (P _a) 52	52
Fórmula 9: Absorción (A _b) 52	52
Fórmula 10: Peso específico de masa (P _m): 53	53
Fórmula 11: Peso específico de masa saturada con superficie seca (P _{ss}) 54	54
Fórmula 12: Peso específico aparente (P _a) 54	54
Fórmula 13: Absorción (A _b) 54	54
Fórmula 14: Relación agua/cemento 57	57
Fórmula 15: Volumen de material. 59	59
Fórmula 16: Volumen de aire. 59	59
Fórmula 17: Corrección de humedad. 59	59
Fórmula 18: Aporte de agregado. 59	59
Fórmula 19: Incremento de masa por unidad de área. 60	60
Fórmula 20: Absorción (Kg/m ³) 61	61
Fórmula 21: Absorción (%) 62	62

RESUMEN

El presente proyecto de investigación se desarrolló en la ciudad de Trujillo en el laboratorio de la Universidad Privada del Norte, se determinó la influencia del porcentaje de ceniza de caña de azúcar sobre las propiedades físicas y mecánicas de adoquines tipo II para tránsito liviano. En el diseño de mezcla, se realizaron ensayos según las normas técnicas peruanas (NTP) para la caracterización de los agregados, así como para la resistencia a la compresión se empleó la NTP.

La presente investigación es de tipo experimental, porque por medio de la manipulación de la variable independiente, porcentaje de la ceniza de caña de azúcar, se determinará la influencia que genera sobre la variable dependiente: la adición de ceniza de caña de azúcar mejorara las propiedades físicas y mecánicas de los adoquines, en cuanto el diseño de la investigación es experimental puro, ya que se puede controlar y limitar las variaciones de la ceniza.

Se concluyó que se influye de manera positiva en la resistencia a la compresión a edades de 7, 14 y 28 días con respecto al patrón, también se pudo comprobar que agregando la ceniza de caña de azúcar hasta el 12 % aumenta la resistencia a la compresión y a partir del 15% ya empieza a disminuir por debajo del patrón, de la misma manera sucede en el ensayo de absorción a menor cantidad de ceniza mayor es la cantidad de agua que absorbe y a mayor cantidad de ceniza menor es la cantidad de agua que absorbe.

ABSTRACT

This research project was developed in the city of Trujillo in the laboratory of the Universidad Privada del Norte, the influence of the percentage of sugarcane ash on the physical and mechanical properties of type II pavers for light traffic was determined. In the mix design, tests were carried out according to the Peruvian technical standards (NTP) for the characterization of the aggregates, as well as for the compressive strength the NTP was used.

The present investigation is of an experimental type, because through the manipulation of the independent variable, percentage of sugarcane ash, the influence it generates on the dependent variable will be determined: the addition of sugarcane ash will improve the properties physical and mechanical pavers, as the research design is pure experimental, since it is possible to control and limit ash variations.

It was concluded that the compressive strength is positively influenced at ages 7, 14 and 28 days with respect to the pattern, it was also found that adding sugarcane ash up to 12% increases the compressive strength and starting at 15% it already begins to decrease below the standard, in the same way it happens in the absorption test at a lower amount of ash the greater the amount of water it absorbs and the greater the amount of ash the lower the amount of water it absorbs.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Uno de los pavimentos más antiguos es la que está constituida por adoquines de granito aplicada en los países de Europa y luego en América, porque todos los bloques pueden ser destrabados o desmontados individualmente, sin perjudicar al adoquín y utilizarlo nuevamente, también tienen una variación de formas, dimensiones y colores que permiten tener una estética adecuada, se componen de distintas capas al igual que los pavimentos rígidos y flexibles, la diferencia de estos es que está compuesto por una capa de rodadura y los pavimentos adoquinados están constituidos por capas de adoquines, cama de arena, base y subbase según el diseño. (Bahamondes, 2013)

En Holanda y Alemania durante el siglo XX investigaron sobre las diferentes formas y modelos de colocación, también se elaboraron adoquines de concreto, estos mostraron grandes ventajas sobre los de arcilla en cuanto a su durabilidad, por el cual en Alemania desarrollaron máquinas vibro-compresoras para elaborar en serie piezas de concreto, logrando industrializar la producción de adoquines por todo el mundo. (Montiel, 2017)

En México se utilizaron las cenizas de bagazo de caña de azúcar provenientes de las industrias azucareras para diferentes áreas de ingeniería, biología, agricultura, etc. Por ejemplo, en la construcción se utilizaron para diferentes tipos de concreto logrando beneficiar sus propiedades físicas como: fluidez, densidad, capilaridad y mecánicas como la resistencia a la compresión. (Uriel, 2011)

Con el objetivo de reducir los costos de producción y el impacto ambiental, en Colombia se evaluó la aplicación de cenizas provenientes de la combustión de bagazo de caña de azúcar como reemplazo parcial del cemento portland para la fabricación de morteros, evaluando las propiedades físicas porosidad, densidad y absorción, además las

propiedades en estado fresco como consistencia, flujo y tiempo de fraguado. (Libreros & Henaó, 2016)

En nuestro país los adoquines prefabricados están de moda en la construcción de corredores peatonales de áreas recreativas, aeropuertos, calles, zonas de estacionamiento, ya que es fácil su aplicación, fiabilidad en la gran variedad de soluciones que brindan en cualquier tipo de superficie, además mejora la estética de las ciudades. (Barrantes & Holguin, 2015)

Con la finalidad de erradicar la contaminación ambiental en Trujillo y la calidad de los materiales en la construcción se utilizaron cenizas de bagazo de caña de azúcar como un material puzolánico mejorando sus propiedades físicas y mecánicas del concreto, por otro lado, se logra aprovechar los residuos industriales de las empresas azucareras que radican en esta ciudad. (Calderón & Martínez, 2017)

Las normativas y entidades que controlan las áreas de transportes y pavimentos adoquinados en vías de pavimentación son: Norma CE 0.10 Pavimento Urbanos y Manual de Carretera, del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

En Nuevo Chimbote se fabricaron ladrillos de concreto con porcentajes de 10%, 20% y 30% de ceniza de bagazo de caña de azúcar reemplazando al cemento Portland tipo I, logrando encontrar que con el 10% de cenizas de bagazo de caña de azúcar presentan mejor comportamiento en sus propiedades mecánicas. (Jara & Palacios, 2015)

En Trujillo se elaboraron adoquines de concreto con diferentes porcentajes de 5%, 10%, 15%, 20% hasta un 25% de cenizas de ladrillos artesanales sustituyendo parcialmente por cemento tipo MS, se obtuvo que al añadir cenizas aumenta la resistencia a la compresión hasta un 10% de adición de cenizas, luego empieza a disminuir considerablemente. (Cruz, 2019)

Las tesis presentadas nos proporcionan una información verdadera de la mejora de las propiedades físicas y mecánicas que puede alcanzar el concreto con distintos porcentajes de ceniza de caña de azúcar. Se aprecia que la ceniza mejora mucho sus propiedades mecánicas y físicas del concreto para su aplicación en el sector construcción, teniendo esta información como base, se procurara mejorar las propiedades físicas y mecánicas mediante la incorporación de cenizas en distintos porcentajes de adición en la elaboración de adoquines.

Pacasmayo es una empresa que tiene 55 años de experiencia y es una de las principales empresas en el norte de Perú en la fabricación y comercialización de cemento, cal, agregados, concreto premezclado, elementos prefabricados entre otros materiales de construcción, uno de estos son los adoquines de concreto lo cual están elaborados con una mezcla de arena, piedra, agua y cemento a través de un proceso industrial de vibro-compresión en moldes.

La importancia de realizar esta investigación es adquirir los conocimientos de las propiedades físicas y mecánicas de adoquines reemplazando cenizas con diferentes porcentajes por cemento tipo MS, para luego implementar en los pavimentos, logrando obtener un pavimento de calidad que pueda resistir a cargas vehiculares ligeros, además esta investigación puede aplicarlos entidades públicas, así como privadas, en el área de transporte.

Los adoquines en Trujillo es necesario mejorar su calidad como por ejemplo sus propiedades físicas y mecánicas, logrando disminuir la contaminación ambiental y por otro lado disminuir los costos para su elaboración, se evaluarán con distintos porcentajes para analizar cuál es el más óptimo para utilizarlo en la pavimentación de adoquines.

El mejoramiento de las propiedades mecánicas de los adoquines elaborados con adición de cenizas caña de azúcar, además de producción, además tiene una buena estética ya que estos productos se pueden pintar, por otro lado al emplear las cenizas de bagazo de caña de azúcar

se está reduciendo la contaminación ambiental, debido a que las empresas industriales generan toneladas de cenizas exponiéndolas al aire libre, generando enfermedades respiratorias a las personas de alrededores.

La influencia del porcentaje de ceniza de caña a una unidad de adoquín puede aumentar significativamente la resistencia a la compresión, ello permitiría que sean utilizados en diferentes pavimentaciones ya que tiene alta resistencia que favorece económicamente porque se reemplazará cenizas por cemento.

Por ello, la presente investigación a realizar en la presente investigación se centra en encontrar la proporción ideal del porcentaje de ceniza de caña de azúcar para que el adoquín llegue a una resistencia a la compresión mayor a la de un adoquín convencional, para que en unos años esta sea una alternativa de adoquines con alta resistencia y económicos.

1.2. Formulación del problema

¿De qué manera influye la adición de ceniza de caña de azúcar sobre las propiedades físicas y mecánicas de adoquines tipo II para pavimentos de tránsito liviano?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar la influencia de reemplazo de ceniza de caña de azúcar sobre las propiedades físicas y mecánicas de adoquines tipo II para pavimentos de tránsito liviano.

1.3.2. Objetivos específicos

- Elaborar adoquines de concreto adicionando cenizas de caña de azúcar empleando los requerimientos mínimos para la caracterización de agregados de según la Norma Técnica Peruana (NTP).
- Obtener la mezcla adecuada para la producción de adoquines con ceniza de caña de azúcar empleando el ACI 211.
- Analizar las propiedades físicas y mecánicas de adoquines convencionales y con adición de cenizas de caña de azúcar según los requerimientos de la NTP 399.611

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

El reemplazo de ceniza de caña de azúcar mejorará las propiedades físicas y mecánicas de los adoquines, ensayados en el laboratorio de la Universidad Privada del Norte en el año 2019

Tabla 1: *Hipótesis general*

Hipótesis general	Componentes metodológicos			componentes referenciales	
	VARIABLES	Unidad de análisis	Conectores lógicos	El espacio	El tiempo
El reemplazo de ceniza de caña de azúcar mejorará las propiedades físicas y mecánicas de los adoquines, ensayados en el laboratorio de la Universidad Privada del Norte en el año 2019	porcentajes de ceniza de caña de azúcar Propiedades físicas y mecánicas	Adoquín	Mejorará	Trujillo	Año 2019

Fuente: Elaboración propia, 2019

1.4.2. Hipótesis específicas

Tabla 2: *Hipótesis específica 01*

Hipótesis general	Componentes metodológicos			Componentes referenciales	
	VARIABLES	Unidad de análisis	Conectores lógicos	El espacio	El tiempo
El reemplazo de ceniza de caña de azúcar en un 3% mejorará las propiedades físicas y mecánicas de los adoquines, ensayados en el laboratorio de la Universidad Privada del Norte en el año 2019	porcentajes de ceniza de caña de azúcar	Adoquín	Mejorará	Trujillo	Año 2019
	Propiedades físicas y mecánicas				

Fuente: Elaboración propia, 2019

Tabla 3: Hipótesis específica 02

Hipótesis general	Componentes metodológicos			Componentes referenciales	
	Variables	Unidad de análisis	Conectores lógicos	El espacio	El tiempo
El reemplazo de ceniza de caña de azúcar en un 6% mejorará las propiedades físicas y mecánicas de los adoquines, ensayados en el laboratorio de la Universidad Privada del Norte en el año 2019	porcentajes de ceniza de caña de azúcar	Adoquín	Mejorará	Trujillo	Año 2019
	Propiedades físicas y mecánicas				

Fuente: Elaboración propia, 2019

Tabla 4: Hipótesis específica 03

Hipótesis general	Componentes metodológicos			Componentes referenciales	
	VARIABLES	Unidad de análisis	Conectores lógicos	El espacio	El tiempo
El reemplazo de ceniza de caña de azúcar en un 9% mejorará las propiedades físicas y mecánicas de los adoquines, ensayados en el laboratorio de la Universidad Privada del Norte en el año 2019	porcentajes de ceniza de caña de azúcar	Adoquín	Mejorará	Trujillo	Año 2019
	Propiedades físicas y mecánicas				

Fuente: Elaboración propia, 2019

Tabla 5: Hipótesis específica 04

Hipótesis general	Componentes metodológicos			Componentes referenciales	
	Variables	Unidad de análisis	Conectores lógicos	El espacio	El tiempo
El reemplazo de ceniza de caña de azúcar en un 12% mejorará las propiedades físicas y mecánicas de los adoquines, ensayados en el laboratorio de la Universidad Privada del Norte en el año 2019	porcentajes de ceniza de caña de azúcar	Adoquín	Mejorará	Trujillo	Año 2019
	Propiedades físicas y mecánicas				

Fuente: Elaboración propia, 2019

Tabla 6: Hipótesis específica 05

Hipótesis general	Componentes metodológicos			Componentes referenciales	
	Variables	Unidad de análisis	Conectores lógicos	El espacio	El tiempo
El reemplazo de ceniza de caña de azúcar en un 15% mejorará las propiedades físicas y mecánicas de los adoquines, ensayados en el laboratorio de la Universidad Privada del Norte en el año 2019	porcentajes de ceniza de caña de azúcar	Adoquín	Mejorará	Trujillo	Año 2019
	Propiedades físicas y mecánicas				

Fuente: Elaboración propia, 2019

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

En la tesis de título: "COMPORTAMIENTO MECÁNICO Y FÍSICO DEL MORTERO A BASE DE CBCA COMO ÁRIDO EN APLANADOS EN MUROS" hecha por Uriel (2011), Analizaron el comportamiento mecánico y físico en la sustitución de árido por cenizas de bagazo de caña de azúcar para aplanados sobre muros, se utilizaron material seco para mayor facilidad en su manejo para que pase las mallas de menor tamaño malla y se realizaron ensayos de resistencia a la compresión a los 7,14,28 y 63 días de curado, Se realizó el ensayo de resistencia a la compresión de 6 especímenes en cada mezcla obteniendo la curva de crecimiento según los días de curado. Se determinó que con las propiedades del material cementante como la viscosidad o fluidez puede utilizarse en máquinas a través de mangueras, que pueden expulsar sobre la pared y los costos se reducirán considerablemente en el presupuesto de una casa.

Esta investigación aportará porque en su análisis se determinó que la colocación del aplanado sobre el muro la trabajabilidad aumenta al añadir cenizas de bagazo de azúcar como adición, porque tiene partículas muy finas sin tratar y provoca a que está sea muy fluida.

En la tesis de título: "INFLUENCIA DEL PORCENTAJE DE REEMPLAZO DE CENIZA VOLANTE POR CEMENTO, SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y ABSORCIÓN EN LA FABRICACIÓN DE ADOQUINES DE TRÁNSITO LIVIANO.", Barrantes y Holguin (2015) Determinan y explican la influencia del porcentaje de reemplazo de ceniza volante por cemento, sobre la resistencia a la compresión y absorción en la fabricación de adoquines de tránsito liviano, se planteó un diseño unifactorial, con 6 niveles para el porcentaje de reemplazo de ceniza volante por cemento (0%, 10%, 20%, 30%, 40% y 50%), Se realizó el ensayo de resistencia a la compresión en función al porcentaje de ceniza volante de

reemplazo por cemento de un adoquín modificado a base de cemento Pacasmayo tipo I. Se determinó que el porcentaje de ceniza volante como sustituyente del cemento influyó aumentando la resistencia a la compresión hasta un 20% de reemplazo a partir de allí la resistencia disminuyó y el porcentaje de absorción no se ve afectada hasta el 20%, pero a porcentajes superiores la absorción de agua incrementó.

Esta investigación aportará porque en su análisis se obtuvo que a partir del 10 % al 30% de adición de ceniza, los adoquines presentan mejores resultados de resistencia a la compresión, al adicionar cenizas volantes al concreto.

En la tesis de título: “INFLUENCIA DE CENIZAS DE LADRILLOS ARTESANALES EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ADOQUINES DE CONCRETO, TRUJILLO 2019.”, hecha por Cruz (2019), Determinó la influencia de las cenizas de ladrillos artesanales en la resistencia a la compresión de adoquines de concreto, se planteó un diseño experimental, con 6 niveles para el porcentaje de reemplazo de cenizas de ladrillos artesanales por cemento (0%, 5%, 10%, 15%, 20% y 25%), Se realizaron los ensayos a compresión de las muestras para determinar la influencia de las cenizas de ladrillos artesanales en la resistencia a la compresión de adoquines, también se obtuvieron las curvas de crecimiento para cada una de las mezclas del tiempo en la resistencia. Se determinó que la influencia de adoquines de concreto con adición de cenizas de ladrillos artesanales con respecto a la resistencia a la compresión mejora hasta un 10% de adición.

Esta investigación aportará porque en su análisis se obtuvo que hasta el 10% de sustitución de cemento por cenizas de ladrillos artesanales logró su mayor resistencia, a partir de esto empieza a disminuir considerablemente, por otro lado, al añadir cenizas estas hacen que aumenten en su trabajabilidad.

En la tesis de título: “EFECTO DE LA CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO”, hecha por Pastor (2017) Determino el efecto del porcentaje de ceniza del bagazo de caña de azúcar en la resistencia a la compresión del concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$, se planteó un diseño experimental puro mediante 3 porcentajes de adición de ceniza 0% como probeta patrón, 20% y 40% de adición de ceniza al concreto, Se realizaron los ensayos a compresión de las muestras para determinar la influencia de las cenizas según los días de curado a los 7 y 28 días, también se realizó la medición del asentamiento del concreto para cada mezcla. Se determinó que el uso parcial de la ceniza de bagazo de caña de azúcar, en este caso con los porcentajes 20% y 40%, reduce notablemente las propiedades mecánicas al concreto, en este caso a la resistencia a la compresión, pero aumenta al asentamiento logrando mayor trabajabilidad.

Esta investigación aportará porque en su análisis se obtuvo que al adicionar cenizas de bagazo de azúcar aumenta su trabajabilidad, pero su resistencia a 20% y 40% disminuye considerablemente.

En la tesis de título: “UTILIZACIÓN DE LA CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR (CBCA) COMO SUSTITUTO PORCENTUAL DEL CEMENTO EN LA ELABORACIÓN DE LADRILLOS DE CONCRETO”, hecha por Jara y Palacios (2015) Elaboraron ladrillos de concreto mediante la sustitución porcentual del cemento Portland, por un desecho agroindustrial como la ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA), que le proporcione mejores propiedades mecánicas estas unidades, se planteó un diseño experimental con concreto Portland tipo I con sustitución por cenizas con los porcentajes 10%, 20% y 30% de cenizas de bagazo de caña de azúcar. Se realizaron los ensayos para determinar la mejora de las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de albañilería; empleando sustitutos puzolánicos que sean amigables con el medio ambiente y que reduzcan el uso del cemento

portland. Se determinó sus características mecánicas a los 28 días, se realizaron también los ensayos clasificatorios y no clasificatorios correspondientes, a la vez se efectuaron ensayos para determinar los esfuerzos admisibles de la albañilería, como el ensayo de compresión axial y el ensayo de compresión diagonal.

Esta investigación aportará porque en su análisis se obtuvo que hasta el 10% de sustitución de cemento por ceniza de bagazo de caña de azúcar presentan mejor comportamiento mecánico.

2.2 Bases Teóricas

2.2.1. Adoquines:

Son elementos macizos fabricados a base de concreto fabricados a través de procesos industriales de vibración en moldes en formas y colores diferentes que se pueden usar como capa de rodadura para proteger la estructura de los pavimentos, con fácil mantenimiento y mejora estética que va colocado sobre una capa de arena, encajando unos con otros quedando solo pequeñas juntas entre ellos, estos elementos están diseñados en sí para usos de pavimentos, corredores de áreas verdes, estacionamientos ya que son fáciles de manipular y hacer mantenimiento ya que solo se reparará la parte dañada sin provocar daños a la demás estructura. (Arevalo & López, 2017)

En la fabricación de adoquines se emplea cemento portland tipo MS, y agregados para concreto convencionales, se deberá elaborar una adecuada relación a/c de acuerdo a la normativa de concretos. (Lopez & Pinedo, 2015)

2.2.1.1 Ventajas de utilizar los adoquines en pavimentos.

Las ventajas de los pavimentos adoquinados llevan en su capa de rodadura adoquines de concreto que son unas piezas de concreto prefabricadas que se puede fabricar tanto industriales y artesanales. Para la construcción de estos pavimentos adoquinados se emplea poca maquinaria más mano de obra de la localidad de donde se construirá el pavimento.

Los adoquines son unidos por compactación y van simplemente unidos y su vida útil proyectada es de 40 años, son fáciles de reparar ya que no se afecta a todo el pavimento solo se cambia la unidad deteriorada y su reparación son muy económicas.

Los adoquines se pueden diseñar para resistir cualquier tipo de tránsito, desde peatonal hasta tránsito vehicular los adoquines como son fabricados en moldes se puede fabricar en distintas formas y colores para emplear como decorativos también se puede utilizar en andenes, plazas, instalaciones deportivas y patios.

En tránsito pesado se puede utilizar en calles, carreteras, terminales de transporte, puertos, pistas para aeropuertos, se puede emplear en diferentes formas para dar una mejor estética y fines decorativos.

Los adoquines son elementos macizos de espesor uniforme para que encajen unos con los otros de manera que queden unidos entre ellos y son fáciles de transportar ya que llegan listos para colocar en obra. (Miranda & Calle, 2012)

2.2.1.2. Requisitos de adoquines de concreto según la NTP 339.611.

El requisito principal es la resistencia a la compresión ya que depende del espesor de los adoquines.

Tabla 7: Requisitos de adoquines.

Tipo	Espesor Nominal	Resistencia a la compresión, min Mpa(kg/cm ²)	
		Promedio de 3 Unidades	Unidad Individual
I (peatonal)			
Tipo B,C y D	40	31(320)	28(290)
* Todos los tipos	60	31(320)	28(290)
II	60	41(420)	37(380)
(vehicular)	80	37(380)	33(340)
	100	35(360)	32(325)
III (vehicular pesado, patios industriales o contenedores)	≥ 80	55(561)	50(510)

Fuente: Elaboración Propia, 2019

Los pavimentos de adoquines están sujetos a condiciones elevadas de durabilidad.

El ataque de sulfatos o ciclos de hielo y deshielo, para esto deben cumplir con los requisitos de absorción.

Tabla 8: Tipos de absorción.

Tipos de Adoquín	Absorción, máx. (%)	
	Promedio de 3 unidades	Unidad individual
I y II	6	7,5
III	5	7

Fuente: Elaboración Propia, 2019

2.2.2. CONCRETO:

Contiene como materia prima al cemento que lleva la función de aglomerante, además también está compuesto con gravilla, arena gruesa o fina y agua potable. La variación en el diseño de mezcla produce modificaciones mecánicas. (Rivva, 2010)

2.2.2.1 MATERIALES

2.2.2.1.1. CEMENTO

El cemento es un aglomerante obtenido de silicato de calcio llevándolo a la cocción para convertir en Clinker, adicionando sulfato de calcio también se le adicionan diversos productos que no excedan el 1% en el peso total. También tiene las cualidades de fraguar y endurecer después de hacer una mezcla homogénea con agua además, según la NTP 334.009: tenemos diferentes tipos de cemento para ser usados en diferentes condiciones de suelos, clima y tipo de obra a realizar.

Teniendo así la capacidad para endurecer y llegar a comportarse como una roca de su origen. ("Mejoramiento de las características físico mecánicas de adoquines de cemento para pavimentación, adicionando escoria de horno eléctrico en su proceso de fabricación - nuevo chimbote - 2015", 2015)

Figura 1: Cemento Pacasmayo MS



Fuente: Pacasmayo

2.2.2.1.2. AGUA:

El agua en el concreto cumple dos funciones muy importantes, hacer una mezcla manejable también para hacer que el cemento se hidrate. La cantidad requerida de agua para formar la hidratación del cemento se encuentra entre el 25% y 30% de la cantidad del cemento. para tener una adecuada trabajabilidad requiere mínimo un 40%.

El agua para la mezcla de un concreto debe ser potable o apta para consumo humano, el agua no debe tener ningún olor o sabor y debe estar libre de impurezas. (Rivera, 2013)

2.2.2.1.3. AGREGADO:

los agregados son elementos indispensables para el concreto, que son aglomerados por una pasta de cemento formando una estructura muy resistente.

Los agregados ocupan alrededor de las $\frac{3}{4}$ del volumen total, Se denomina agregado a un material granular ya sea de canto rodado o de un proceso de trituración de piedra, los agregados usados para concreto son arena, grava o gravilla.

Necesitan de un material cementante para formar concreto con diferentes dosificaciones, también para generar morteros. (Pasquel, 1999)

2.2.2.1.4. La caña de azúcar.

La caña de azúcar es una gramínea tropical que tiene un tallo similar al maíz en cuyo tallo se forma y acumula un jugo rico en sacarosa, compuesto que al ser extraído y cristalizado forma una pasta de azúcar. La sacarosa es sintetizada por la caña gracias a la energía tomada del sol durante la fotosíntesis.

El proceso de producción inicia con la preparación del terreno, esta es la primera etapa para la siembra de caña, la edad promedio para su cosecha es entre los 12 y 15 meses cuando ya cumplen su edad se procede a la cosecha cortando manualmente con personal de la zona, posteriormente con alce mecánico se procede a cargar los camiones para ser transportados a las

fábricas azucareras, antes de ser procesada se hacen estudios previos para determinar las características de calidad y el contenido de sacarosa, fibra y nivel de impurezas, luego se pesa en básculas para ser conducidas a los patios de almacenamiento para luego pasar a las mesas de lavado de caña para dirigirlo en unas fajas transportadoras para ser picadas en un tamaño uniforme para su fácil extracción del jugo en los molinos. Después de estos procesos de extracción se agrega agua generalmente caliente para extraer al máximo la sacarosa que contiene el material fibroso. Este proceso de extracción se llama maceración. El bagazo que sale de la última unidad de molienda es transportado a una bagacera para ser secada para que posterior ser usada como combustible en las calderas produciendo el vapor de alta presión que se emplea en las turbinas de los molinos.

Tipos de suelos: la caña de azúcar se adapta a cualquier tipo de suelos, pero se desarrolla mejor en suelos francos profundos y bien drenados.

Requerimientos de agua: la caña de azúcar requiere grandes cantidades de agua de irrigación ya sea de pozos tubulares o agua de ríos que son transportadas en acequias la secuencia del regado es cada 15 días para mantener el suelo húmedo para así poder tener una mejor producción.

Clima: la caña de azúcar se cultiva en climas tropicales y sub tropicales, desarrollándose mejor en valles calientes con mucha exposición solar, generalmente se cultiva en alturas mayores a 0 y menores a 1000 msnm con climas de temperaturas entre 16 y 30 grados centígrados.

Cosecha: para la cosecha de caña de azúcar se puede hacer manual o cosecha mecanizada, el ciclo de cosechas son de cinco veces por cada plantación luego se tiene que renovar la planta para tener mejor producción.

Producción agrícola: en Latinoamérica la gran mayoría de países cultivan caña de azúcar. Los principales productores son Brasil, México y Colombia.

Los rendimientos de caña de azúcar por hectárea se detallan a continuación: (Chávez, 2017)

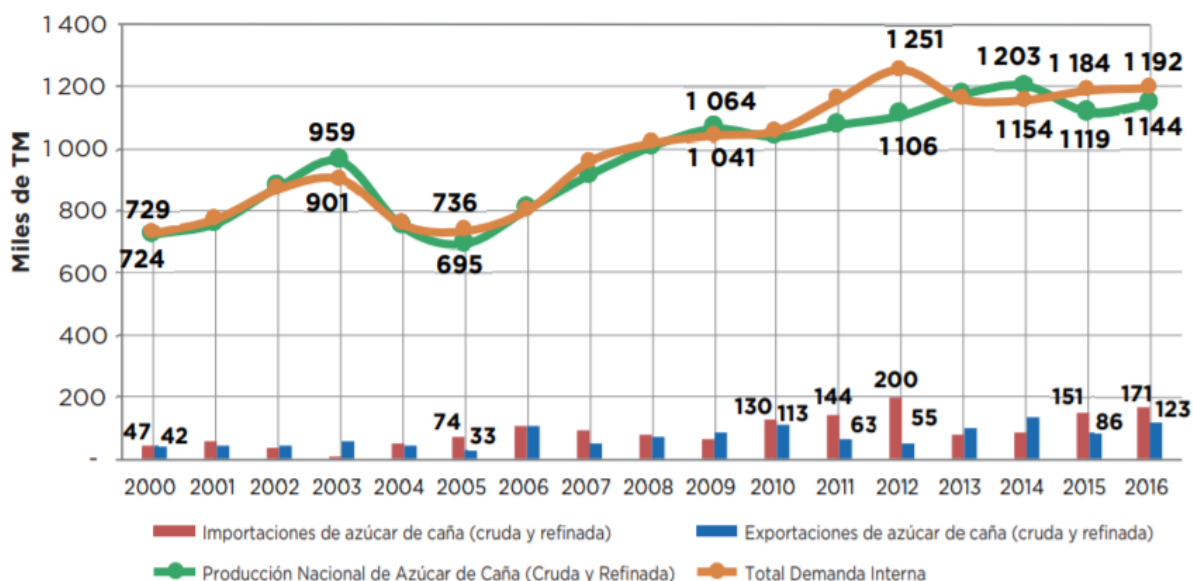
Tabla 9: Caña de azúcar en América Latina.

Rendimiento de caña de azúcar en América latina	
País	Ton/ha
Perú	126.05
Guatemala	103.68
Colombia	94.33
México	74.39
Ecuador	72.89
Brasil	70.63
Argentina	63.63
Venezuela	62.65
R. Dominicana	47.47
Cuba	43.92

Fuente: Elaboración Propia, 2019

La demanda interna aparente de azúcar es cubierta en su mayor de la producción a nivel del Perú en algunos años se produce importantes volúmenes de importación a continuación se detalla la producción anual. (Armando, 2017)

Figura 2: Importaciones y exportaciones de azúcar refinada.



En la figura 2. nos indica la producción de caña de azúcar desde el año 2000 hasta el 2016, la producción del 2000 al 2003 esta entre 729,000 y 959,000 toneladas, en el 2004 y 2005 la producción bajo, a partir del 2006 la producción empieza a subir logrando así una producción de 1,200,000 en el 2016 (Armando, 2017)

2.2.2.1.5. Ceniza del bagazo de caña de azúcar.

La ceniza de bagazo de caña de azúcar es obtenida de los desechos de la producción del azúcar. Que se utiliza como materia prima para calentar las calderas para la obtención del azúcar.

Hoy en día se da usos en diferentes campos, como la agricultura y lo más importante en el rubro de la construcción para reemplazar al material cementante, ya que contiene gran cantidad de sílice.

Con la investigación se estableció un porcentaje óptimo de sustitución, ya que posee las más altas resistencias, pero se observó que el máximo reemplazo se acerca considerablemente al comportamiento de las muestras de referencia, convirtiendo el residuo en un material altamente capacitado para ser utilizado en el área de la construcción, resolviendo tanto el impacto ambiental de la utilización extendida del cemento Portland como la contaminación de la disposición de los restos de la quema del bagazo. (Chávez, 2017)

Composición de la ceniza de bagazo de caña de azúcar.

La composición de la ceniza varía según la variedad de caña, su edad, el tipo de suelo y la cantidad de fertilizante empleado para su producción de la misma. (Chávez, 2017)

Sílice (SiO_2) = 56.40%

Óxido férrico + Alúmina (F_2O_3 + Al_2O_3) = 5.15%

Óxido de Calcio + Óxido de Magnesio (CaO + MgO) = 9.08%

Álcalis (Na_2O y K_2O) = 12.60%

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo de investigación

Esta investigación es de tipo experimental porque se utiliza la aplicación práctica mediante ensayos o procesos y éstos pueden ser encontrados en el método científico. Los ensayos pueden ser llevados a cabo en el laboratorio o fuera de él en el cual su desarrollo será netamente práctico

Los testigos que se realizarán con diferentes tipos de porcentajes de ceniza de caña de azúcar los cuales serán 3%, 6%, 9%, 12% y 15%, con ello se comprobará la viabilidad que tendrá esta investigación con la finalidad de mejorar las propiedades físicas y mecánicas de adoquines de concreto.

3.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)

La población es igual a la muestra, para esta investigación se realizará 108 unidades de albañilería cemento-arena, Utilizando porcentajes de ceniza que ayudará a medir las propiedades físicas y mecánicas de los ensayos siguiendo las normas que se describen en la muestra.

Muestra

La muestra es de tipo probabilístico aleatorio simple porque se realizará con un tamaño n testigos, de tal manera que cada testigo tiene la misma probabilidad de pertenecer a la muestra. Como la variable de esta investigación es cuantitativa el tamaño muestral se realizará estadísticamente tomando como referencia un muestreo probabilístico, así como lo estipula el Manual de Estadística de la Universidad Privada del Norte (2016).

$$n_0 = \frac{Z^2 S^2}{E^2}$$

Donde:

n_0 = tamaño de muestra.

Z = valor de distribución normal estandarizada, para el nivel de confianza fijado por el investigador a un valor de 95% y confiabilidad de 1.96.

S = desviación estándar de la variable fundamental de estudio o de interés para el investigador.

Obtenida por estudio anterior “*Influencia del porcentaje de reemplazo de ceniza volante por cemento, sobre la resistencia a la compresión y absorción en la fabricación de adoquines de tránsito liviano*”.

Tabla 10: Datos de resistencia a compresión.

	F'C (Kg/cm²)
Resistencia a la compresión	314.91
	335.54
	310.71
	330.59
Promedio	322.9375

Fuente: (Barrantes & Holguin, 2015)

Luego se realizó el cálculo de la desviación estándar:

Tabla 11: Desviación estándar.

Varianza	Desviación estándar
143.78	11.99

Fuente: (Barrantes & Holguin, 2015)

E = error del muestreo en porcentaje (%) fijado por el investigador.

Se consideró un 5% de error, que se calculó en base al estudio anterior.

$$E\% = 322.94 \times 0.05$$

$$E\% = 16.15 \text{ kg/cm}^2$$

E= El error del muestreo se consideró en 5% (E=0.05).

Reemplazando los valores en la fórmula, se obtiene como tamaño de muestra:

$$n_0 = \frac{(1.96)^2(11.99)^2}{(16.15)^2}$$

$$n_0 = 2,12$$

$$n_0 = 3$$

Tabla 12: Muestra de especímenes de concreto para resistencia a la compresión.

PORCENTAJE DE ADICIÓN DE CENIZA DE CAÑA DE AZÚCAR (%)	NÚMERO DE ADOQUINES PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (UND)		
	7 días	14 días	28 días
0	3	3	6
3	3	3	6
6	3	3	6
9	3	3	6
12	3	3	6
15	3	3	6
SUBTOTAL	18	18	36
TOTAL		72	

Fuente: Elaboración propia, 2019

Tabla 13: Muestra de especímenes de concreto para absorción.

PORCENTAJE DE ADICIÓN DE CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR (%)	NÚMERO DE ADOQUINES PARA EL ENSAYO DE ABSORCIÓN
0	3
3	3
6	3
9	3
12	3
15	3
TOTAL	18

Fuente: Elaboración propia, 2019

Tabla 14: Muestra de especímenes de concreto para succión.

PORCENTAJE DE ADICIÓN DE CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR (%)	NÚMERO DE ADOQUINES PARA EL ENSAYO DE SUCCIÓN
0	3
3	3
6	3
9	3
12	3
15	3
TOTAL	18

Fuente: Elaboración propia, 2019

3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas de recolección de datos.

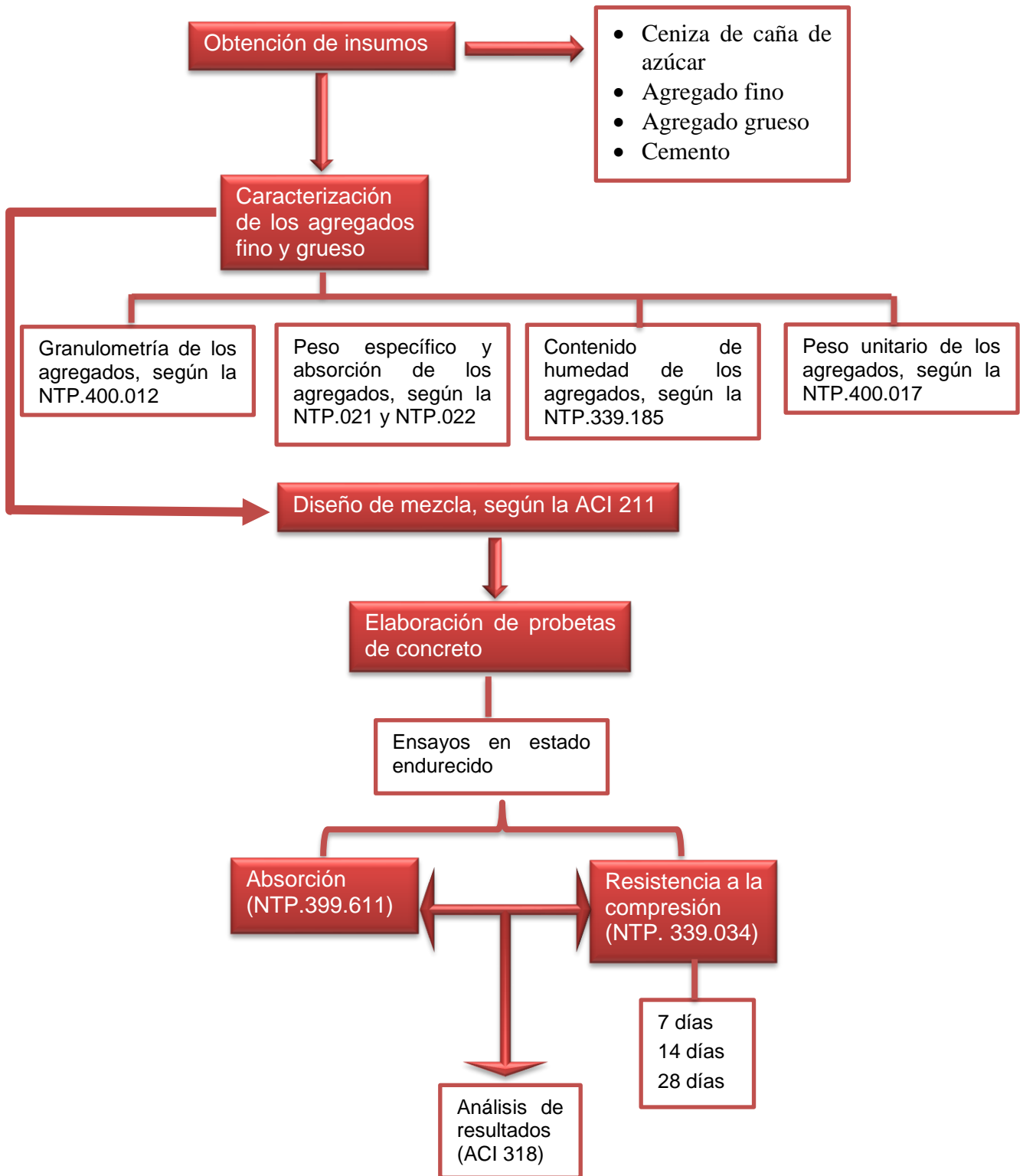
En este proyecto de investigación se usará **la observación** como técnica de la recolección de datos, mediante esto se va a seleccionar, ver y registrar para luego analizar las propiedades físicas y mecánicas encontradas en adoquines de concreto convencional y con adición de ceniza de caña de azúcar, considerando el cumplimiento de las normativas NTP en los ensayos a realizar.

Instrumentos de recolección de datos

El instrumento de recolección de datos a utilizar es la **guía de observación** que será validada por el ingeniero ALBERTO RUBEN VÁSQUEZ DÍAZ experto en el tema de tecnología del concreto, mediante el uso de este instrumento se registrarán los datos más importantes para posteriormente ser analizados.

3.4. Procedimiento

Figura 3: Esquema de Procedimientos.



Fuente: Elaboración Propia.

3.4.1. Análisis granulométrico del agregado fino y grueso empleando la norma técnica peruana 400.012 y ASTM C 136-96 a.

Equipos.

- Balanza electrónica Ohaus para agregado grueso y fino: con una aproximación de 0.1 g y un peso máximo de 6000g.
- Horno Shel Lab: Con capacidad de 184 litros mantiene una temperatura de 110 ± 5 °C.
- Tamices Forney de bronce: Los Tamices cumplirán con la N.T.P. 350.001.
- Tamices empleados para agregado fino:

Tabla 15: Abertura de tamiz.

TAMIZ	ABERTURA (mm)
3/8"	9.500
N°4	4.750
N°8	2.360
N°10	2.000
N°12	1.000
N°16	1.180
N°20	0.850
N°30	0.600
N°40	0.425
N°50	0.300
N°60	0.250
N°80	0.180
N°100	0.150
N°200	0.075

Fuente: Elaboración Propia.

✓ Tamices empleados para agregado grueso

Tabla 16: Abertura de tamiz

TAMIZ	ABERTURA (mm)
3"	75.000
2 ½"	63.000
2"	50.000
1 ½"	37.500
1"	25.000
¾"	19.000
½"	12.500
3/8"	9.500
Nº4	4.750
Nº8	2.360

Fuente: Elaboración Propia.

- Agregado fino: La cantidad de muestra de agregado fino empleado a criterio será 1000 g, por norma mínimo es 500 g.
- Agregado grueso: La cantidad de agregado grueso depende de lo establecido en la siguiente tabla.

Tabla 17: Cantidades mínima de muestra.

Tamaño máximo nominal abertura cuadrada		Cantidad mínima de muestra de ensayo
mm	(pulg)	Kg
9.500	(3/8)	1
12.500	(1/2)	2
19.000	(3/4)	5
25.000	(1)	10
37.500	(1 ½)	15
50.000	(2)	20
63.000	(2 ½)	35
75.000	(3)	60
90.000	(3 ½)	100
100.000	(4)	150
125.000	(5)	300

Fuente: Elaboración MTC.

Procedimiento

- ✓ Se seleccionó la muestra por cuarteo como indica la norma ASTM C 702, el cual consiste en utilizar un cucharón metálico para formar un cono de material el cual será aplastado y dividido en cuatro partes iguales escogiendo de esta forma dos partes.
- ✓ Luego se colocó el material en el horno a una temperatura de 110 ± 5 °C para eliminar toda partícula de agua o humedad que el material pudo obtener.

- ✓ Se pesó la muestra de 1000 g para agregado fino y para agregado grueso 2800 g, con la finalidad de obtener resultados más óptimos se toma un margen más alto que el mínimo especificado por la norma.
- ✓ Se procede a la selección de tamices adecuados los cuales se encuentran en laboratorio y deben cumplir con lo requerido en la norma.
- ✓ Los tamices son armados en orden decreciente colocando en la base el fondo y en la parte superior la tapa correspondiente la cual evitara perdidas de material durante el movimiento.
- ✓ Se agita los tamices en un lapso de 10 a 15 minutos según el material empleado.
- ✓ Se pesó el material retenido en cada tamiz.
- ✓ Con los datos obtenidos se calculó el porcentaje retenido, porcentaje retenido acumulado, porcentaje pasante y módulo de finura del agregado fino.

Cálculo

- ✓ La aproximación será de 0.1% de cada porcentaje que pasa sobre la base del peso total.
- ✓ Para el módulo de fineza se aplica la siguiente formula con una aproximación de 0.01%

Fórmula 2: %Retenidos acumulados.

$$M.F. = \frac{\text{Porcentajes retenidos acumulados}}{100}$$

El porcentaje retenido acumulado será de los tamices N°100, N°50, N°30, N°16, N°8, N°4, 3/8", 3/4", 1 1/2".

3.4.2. Contenido de humedad empleando la norma técnica peruana 339.185 y ASTM C 566. Método de ensayo normalizado para contenido total de humedad evaporable en agregados por secado.

Equipos

- Horno Shel Lab: Con capacidad de 184 litros mantiene una temperatura de 110 ± 5 °C.
- Balanza electrónica Ohaus para agregado grueso y fino: con una aproximación de 0.1 g y un peso máximo de 6000g.
- Recipiente de metal u otro material resistente al calor.

Materiales

- Para poder realizar el ensayo correctamente es necesario disponer de una muestra representativa la cual no será menor a lo especificado en la siguiente tabla.

Tabla 18: Cantidades mínimas para contenido de humedad.

Tamaño máximo nominal de agregado mm (pulgada)	Masa mínima de la muestra de agregado de peso norma en kg
4.75 (0.187) (N°4)	0.5
9.5 (3/8)	1.5
12.5 (1/2)	2.0
19.0 (3/4)	3.0
5.0 (1)	4.0
37.5 (1.1/2)	6.0
50.0 (2)	8.0
63.0 (2.1/2)	10.0
75.0 (3)	13.0
90.0 (3.1/2)	16.0
100.0 (4)	25.0
150 (6)	50.0

Fuente: Elaboración Propia.

- ✓ Se colocaron 3 recipientes por cada tipo de agregado los cuales serán debidamente codificado con la finalidad de establecer un orden en las muestras.
- ✓ Del mismo modo se pesó 3000 g de agregado por cada recipiente en la balanza con una aproximación de 0.1 g.
- ✓ Luego se colocó cada muestra en el horno por un mínimo de 24 horas, hasta peso constante.
- ✓ Una vez seca la muestra inmediatamente se volvió a pesar y se anotó el peso obtenido para de este modo proceder a los cálculos.

Cálculo

Para el cálculo de la humedad evaporable se procede a la siguiente fórmula:

Fórmula 3: Humedad evaporable.

$$P = \frac{W - D}{D} \times 100$$

Donde:

P = Contenido total de humedad total evaporable de la muestra en porcentaje (%).

W = Masa de la muestra húmeda original antes del horno (g).

D = Masa de la muestra seca (g).

3.4.3. Peso unitario volumétrico empleando la norma técnica peruana 400.017 y ASTM C 29/C 29M.

Equipos

- Balanza electrónica Ohaus con capacidad de 80 kg.
- Recipiente metálico y cilíndrico con el fondo y borde superior pulido, plano y suficientemente rígido, con la capacidad de no deformarse bajo las condiciones de trabajo. Según lo indicado en la norma los recipientes tendrán una altura aproximadamente igual al diámetro, y en ningún caso la altura será menor del 80% ni mayor que 150% del diámetro.
- Barra compactadora de acero liso 16 mm (5/8") de diámetro y aproximadamente 60 cm de longitud y terminada en punta semiesférica.

Materiales

- La muestra de ensayo debe ser aproximadamente 125 a 200% de la cantidad requerida para llenar el recipiente de medida según lo que indica la norma, por lo cual se realizó ensayos con el mismo material para ver la capacidad aproximada.

Procedimiento

- Calibración
- Se llenó el recipiente con agua a temperatura ambiente con la finalidad de medir su volumen o calcular el factor de calibración.
- Luego se pesó el recipiente con el agua.

- También fue necesario medir la temperatura empleando un termómetro y se obtiene la densidad de la siguiente tabla:

Tabla 19: Temperatura ambiente y factor de calibración.

Temperatura		Kg/m ³	Lb/pie ³
°C	°F		
15.6	60	999.01	62.366
18.3	65	998.54	62.336
21.1	70	997.97	62.301
23.0	73.4	997.54	62.274
23.9	75	997.32	62.261
26.7	80	996.59	62.216
29.4	85	995.83	62.166

Fuente: Elaboración MTC

- ✓ Se calcula el factor de medida con la siguiente fórmula:

Fórmula 4: Factor de medida.

$$F = \frac{\text{Densidad del agua } \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)}{W_a}$$

Donde:

F = factor de calibración del recipiente(m-3)

W_a = peso del agua del recipiente (Kg)

- Peso unitario suelto seco para agregado grueso y fino
- ✓ Se comenzó pesando el recipiente cilíndrico.

- ✓ El recipiente se llenó por descarga del agregado desde una altura no mayor de 5 cm hasta que rebose el recipiente.
- ✓ Se determinó el peso y se procedió a realizar dos veces más el mismo ensayo.
- **Peso unitario suelto seco para agregado grueso y fino**
 - ✓ Luego del pesar el molde, se descargó el material en tres capas.
 - ✓ De este modo se apisonó la capa de agregado con 25 golpes de la varilla distribuidos uniformemente, utilizando el extremo semiesférico de la varilla.
 - ✓ Al apisonar la primera capa, se tiene que evitar que la varilla golpee el fondo.
 - ✓ De la misma manera se repitió el mismo proceso por dos capas más, y determinar el peso en la balanza.
 - ✓ Todo el proceso se realizó 3 veces para cada material.

Cálculo

Para el cálculo del peso unitario suelto o compactado, se utiliza la siguiente fórmula:

Fórmula 5: Peso unitario.

$$M = (G - T) \times F$$

Donde:

M = Peso unitario del agregado en (kg/m³)

G = Peso del recipiente de medida más el agregado (kg)

T = Peso del recipiente de medida (kg)

V = Volumen del recipiente de medida (m³)

F = Factor del recipiente de medida (m⁻³)

3.4.4. Peso específico del agregado grueso empleando la norma técnica peruana 400.021 y ASTM C 127.

Equipos

- Balanza electrónica Ohaus con una aproximación de 0.1 g y un peso máximo de 6000g. La balanza está equipada con un dispositivo capaz de suspender la muestra en la cesta con malla de alambre dentro del agua.
- Cesta con malla de alambre Forney con abertura de 2.8 mm, el cesto está construido de tal forma que se pueda suspender en el agua.
- Depósito de agua necesario para suspender la cesta con la balanza conectada.
- Horno Shel Lab: Con capacidad de 184 litros mantiene una temperatura de 110 ± 5 °C.

Materiales

Para la cantidad de muestra empleada en el ensayo será necesario recurrir a la siguiente tabla.

Tabla 20: Cantidad mínima de peso específico

Tamaño máximo nominal de agregado mm (pulgada)	Masa mínima de la muestra de agregado de peso norma en kg
12.5 (1/2)	2.0
19.0 (3/4)	3.0
5.0 (1)	4.0
37.5 (1.1/2)	6.0
50.0 (2)	8.0
63.0 (2.1/2)	10.0
75.0 (3)	13.0
90.0 (3.1/2)	16.0
100.0 (4)	25.0
150 (6)	50.0

Fuente: Elaboración MTC

Procedimiento

- ✓ La muestra fue secada a peso constante a una temperatura de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$, luego fue ventilado en exteriores bajo sombra por un aproximado de 1 hora.
- ✓ Inmediatamente se sumergió la muestra por 24 horas como mínimo en agua con la finalidad de saturar la muestra.
- ✓ Después fue necesario limpiar la muestra con una franela por fuera de cada piedra de aquella agua sobrante.
- ✓ De este modo se obtuvo el peso saturado superficialmente seco de la muestra.
- ✓ Después se colocó la muestra en la cesta de alambre para de esta manera determinar su peso sumergido.
- ✓ Finalmente se seco la muestra hasta peso constante dentro del horno a una temperatura entre $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Cálculo

Para la obtención de datos se emplea las siguientes formulas:

- Peso específico

Fórmula 6: Peso específico masa

$$Pem = \frac{A}{(B - C)} \times 100$$

Donde:

A = Peso de la muestra seca en el aire (g).

B = Peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire (g).

C = Peso en el agua de la muestra saturada (g).

Fórmula 7: Peso específico de masa saturada con superficie seca (P_{esss})

$$P_{esss} = \frac{B}{(B - C)} \times 100$$

Fórmula 8: Peso específico aparente (P_{ea})

$$P_{ea} = \frac{A}{(A - C)} \times 100$$

Fórmula 9: Absorción (A_b)

$$A_b(\%) = \frac{(B - A)}{A} \times 100$$

3.4.5. Peso específico del agregado fino empleando la norma técnica peruana 400.022 y ASTM C 128.

Equipos

- Balanza electrónica Ohaus con una aproximación de 0.1 g y un peso máximo de 6000g.
- Horno Shel Lab: Con capacidad de 184 litros mantiene una temperatura de 110 ± 5 °C.
- ✓ Fiola o frasco volumétrico de 500 cm³ de capacidad, calibrado hasta 0,1 cm³.
- ✓ Cono de absorción de arena para gravedad específica Forney metálico de 40 ± 3 mm de diámetro interior en su base menor, 90 ± 3 mm de diámetro interior en una base mayor y 75 ± 3 mm de altura.
- ✓ Varilla para apisonado metálica, recta, con un peso de 340 ± 15 g y terminada en un extremo en una superficie circular plana para el apisonado, de 25 ± 3 mm de diámetro.

Materiales

Tomando en cuenta factores de pérdida de material se ensayarán aproximadamente 1000 g.

Procedimiento

- ✓ Aproximadamente se colocó 1000 g del agregado fino, obtenido por el método del cuarteo y secado a peso constante 110 °C ± 5 °C.
- ✓ Luego se sumergió la muestra en agua y se dejó reposar por 24 horas mínimo.

- ✓ La muestra se secó por medio de una estufa, hasta alcanzar la superficie seca.
- ✓ Luego se colocó el molde cónico, para de este modo proceder a golpear la superficie suavemente 25 veces con la barra de metal y se levanta el molde verticalmente.
- ✓ Si el agregado se derrumba $\frac{3}{4}$ partes al quitar el molde esto indica que ha alcanzado una condición de superficie seca según lo que indica la norma.
- ✓ Finalmente se introdujo de inmediato en el frasco una muestra de 500 gramos del material preparado, se llena de agua hasta alcanzar aproximadamente la marca de 1000 cm³ a una temperatura de 23 °C ± 2 °C.
- ✓ Es necesario eliminar las burbujas de aire rolando el frasco y luego dejando reposar para posteriormente pesar el frasco con la muestra.
- ✓ El agregado colocado se retiró del frasco y se colocó en el horno de secado por 24 horas mínimo.

Calculo

A continuación, se tuvo que aplicar las siguientes formulas indicadas por la norma.

Fórmula 10: Peso específico de masa (Pem):

$$Pem = \frac{W_o}{(V - V_a)} \times 100$$

Donde:

Pem = Peso específico de masa (g)

W_o = Peso en el aire de la muestra secada en el horno (g)

V = Volumen del frasco (cm³)

V_a = Peso en gramos o volumen en cm³ de agua añadida al frasco.

- Peso específico de masa saturada con superficie seca (Pess)

Fórmula 11: Peso específico de masa saturada con superficie seca (P_{ess})

$$P_{ess} = \frac{500}{(V - V_a)} \times 100$$

Fórmula 12: Peso específico aparente (P_{ea})

$$P_{ea} = \frac{W_o}{(V - V_a) - (500 - W_o)} \times 100$$

Fórmula 13: Absorción (A_b)

$$A_b = \frac{500 - W_o}{W_o} \times 100$$

3.4.6. Diseño de mezcla para concreto de resistencia $f'c=380$ kg/cm² empleando el método ACI 211.

Especificaciones de diseño:

- Cemento: Pacasmayo MS
- Asentamiento: 3"
- Aire: 3%

Procedimiento:

- Primero se calculó la resistencia promedio requerida; debido a que no se tiene registro de la resistencia de probetas en obras anteriores se empleó la siguiente tabla:

Tabla 21: Resistencia requerida.

Resistencia a la compresión (f'c)	Resistencia a la compresión requerida (f'cr)
Menor a 210 kg/cm ²	f'c + 70
210 kg/cm ² – 350 kg/cm ²	f'c + 84
Mayor a 350kg/cm ²	f'c + 98

Fuente: ACI 211

- Para el contenido de aire atrapado, el cual se produce por el propio material y al momento del mezclado del concreto. El diseño ACI muestra los siguientes contenidos:

Tabla 22: Porcentaje de aire en el agregado grueso.

Tamaño nominal agregado grueso	máximo del Aire atrapado
3/8"	3.0%
1/2"	2.5%
3/4"	2.0%
1"	1.5%
1 1/2"	1.0%
2"	0.5%
3"	0.3%
4"	0.2%

Fuente: ACI 211

- Además, de acuerdo al requerimiento del proyecto de investigación se escogió un slump o asentamiento que pueda cumplir y no dar problemas al momento de la ejecución. Para poder darle el acabado especificado será necesario tener una mezcla no tan fluida por lo cual nuestro slump es bajo.
- Una vez determinado el slump y el tamaño máximo nominal se procedió a aplicar la siguiente tabla con la finalidad de obtener el contenido de agua. Tomando en cuenta que no se incorporó aire.

Tabla 23: Asentamiento en el concreto

Agua en l/m ³ , para los tamaños max. Nominales de agregado grueso y consistencia indicada.								
Asentamiento	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	4"
Concreto sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	-----
Concreto con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	-----

Fuente: ACI 211

- De este modo se calculó la relación agua cemento de acuerdo a la resistencia promedio, aplicando la siguiente tabla:

Tabla 24: Relación agua/cemento

F'c (Kg/cm ²)	Relación agua/cemento en peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	----
450	0.38	----

Fuente: ACI 211

- Como la resistencia promedio calculada no se encuentra dentro de la tabla, se tuvo que aplicar interpolación entre las resistencias de 250 kg/cm² y 300 kg/cm².
- Por medio de la siguiente fórmula se calculó la cantidad de cemento necesaria en kilogramos (kg).

Fórmula 14: Relación agua/cemento

$$\frac{\text{Cantidad de agua (Litros)}}{\text{Cantidad de cemento (Kg)}} = \text{Relación agua cemento obtenida}$$

- Para la cantidad del agregado grueso, fue necesario aplicar la siguiente tabla para la cual será necesario tener el tamaño máximo nominal de la piedra y el módulo de finura de la arena.

Tabla 25: Volumen de agregado grueso.

Volumen de agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen del concreto, para diversos módulos de fineza del fino (m ³).				
Tamaño	2.40	2.60	2.80	3.00
máximo nominal del agregado grueso				
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: ACI 211

- Por el módulo de finura obtenido, se tuvo que proceder a interpolar. Una vez obtenido el peso del agregado por unidad de volumen en m³, se multiplicará por su peso unitario suelto compactado.

- Para calcular el volumen absoluto se aplicó las siguientes formulas:

Fórmula 15: Volumen de material.

$$\text{volumen del material (m3)} = \frac{\text{peso obtenido}}{\text{peso específico del material}}$$

Fórmula 16: Volumen de aire.

$$\text{Volumen de aire (m3)} = \frac{\text{porcentaje de aire}}{100}$$

- El volumen absoluto del agregado fino se obtendrá restando 1 m³ menos la sumatoria de los volúmenes del agua, aire, cemento y agregado grueso.
- Una vez obtenido el volumen absoluto del agregado fino se multiplico por su peso específico y así obtener el peso del fino en kilogramos (kg).
- Se tuvo que realizar la corrección por humedad de agregado grueso y fino aplicando la siguiente formula:

Fórmula 17: Corrección de humedad.

$$\text{Corrección (kg)} = \text{peso del material} * \left(\frac{\% \text{ humead}}{100} + 1 \right)$$

- Para calcular el aporte de agua de los agregados a la mezcla fue necesario aplicar la siguiente formula:

Fórmula 18: Aporte de agregado.

$$\text{Aporte del agregado (lt)} = \frac{(\% \text{ humedad} - \% \text{ absorción}) * \text{peso seco}}{100}$$

- Finalmente se sumó todo el aporte y se restó de la cantidad de agua calculada, para de esta manera organizarlos en las tablas correspondientes.

3.4.7. Ensayo de succión

Usando la norma IRAM 1871 se realizó el ensayo de la succión teniendo en cuenta los trabajos realizados en laboratorio que a continuación mostraremos en fotografías del proceso del ensayo.

Fórmula 19: Incremento de masa por unidad de área.

$$C_{it} = \frac{M_{hit} - M_{si}}{A_i}$$

Siendo

C_{it} = el incremento de masa por unidad de área de la sección transversal de la probeta o del testigo (i) en el instante de lectura (t) en gramos por metro cuadrado.

M_{hit} = la masa húmeda de la probeta o del testigo.

M_{si} = la masa seca de la probeta o del testigo.

A_i = el área de la sección transversal de la probeta.

3.4.8. Ensayo de Absorción

este ensayo se realizó bajo los parámetros de la NTP 399.604 “Método de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto”.

Materiales

- Adoquines: para este ensayo se utilizó 3 especímenes para cada tipo de dosificación y adición de ceniza de caña de azúcar.

Equipos

- **Balanza:** se empleó una balanza electrónica con precisión de 0.1 g.
- **Recipiente:** para este ensayo se empleó también recipientes para agua para realizar el ensayo.
- **Horno:** el horno que se usó fue convencional con temperatura uniforme de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 115\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- **Procedimiento:**
 - ✓ En un tiempo de 24 horas fueron sumergidos los adoquines en recipiente con agua.
 - ✓ Luego de transcurrir las 24 se retiró los adoquines del agua y se realizó un secado manual con una franela, luego fue pesada.
 - ✓ Después de estos procesos se colocó al horno por un periodo de 24 horas. Luego se dejó enfriar para poder obtener el peso seco del adoquín al horno.
- **Cálculos:**
 - ✓ Para el porcentaje de absorción se empleó la siguiente fórmula:

Fórmula 20: Absorción (Kg/m³)

$$\text{Absorción (kg/m}^3\text{)} = \frac{W_s - W_d}{W_s - W_i} \times 1000$$

Fórmula 21: Absorción (%)

$$\text{Absorción (\%)} = \frac{W_s - W_d}{W_d} \times 1000$$

- ✓ W_s = peso saturado del espécimen (kg)
- ✓ W_i = peso sumergido del espécimen (kg)
- ✓ W_d = peso seco al horno del espécimen (kg)

3.5. Métodos e instrumentos de análisis de datos

3.5.1. Métodos

La presente investigación se realizó por el método de la inferencia estadística porque a partir de la información proporcionada por una muestra nos permite inducir cual es el comportamiento de una población junto a un error determinado en términos de probabilidad.

3.5.2. Instrumentos

En esta investigación se empleó el análisis de varianza Anova que es una herramienta estadística que señala si dos variables (una independiente y otra dependiente) están relacionadas comparando si las medias de las variables dependientes son diferentes en los grupos de la variable independiente por lo que señala si las medias entre dos o más grupos son parecidos o no, si una significancia es menor a 0.05 se concluye que la variable dependiente e independiente entre si están relacionados, por último para los análisis de los resultados se usó el SPSS, que es un programa de análisis estadísticos y generación de gráficos y tablas de datos complejos.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

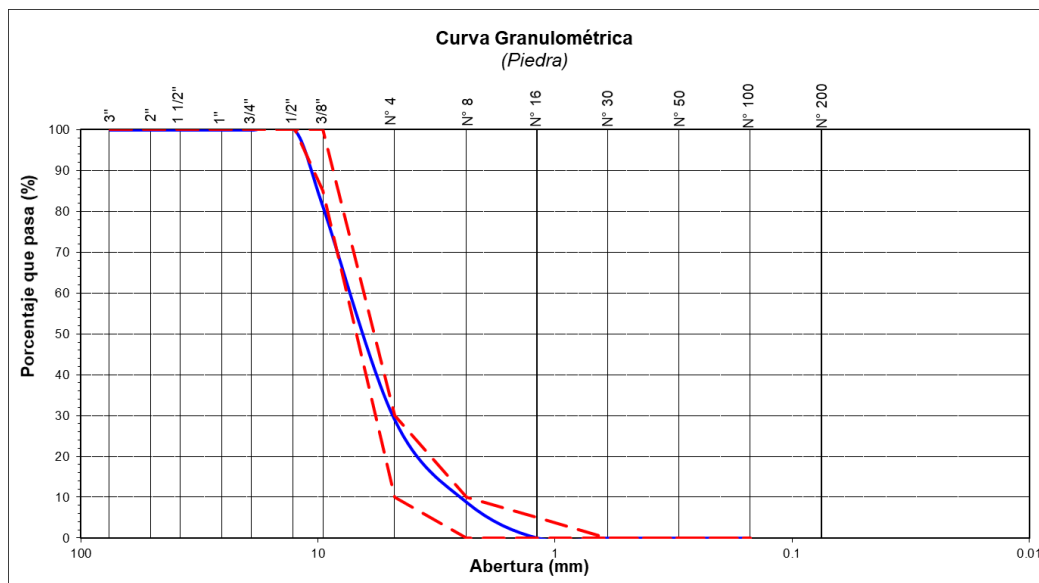
4.1. Ensayo de granulometría del agregado grueso

Tabla 26: Granulometría del agregado grueso

Tamiz	Abert. (mm)	Peso Ret. (gr)	% Ret (%)	% Ret. Acum. (%)	% Que Pasa (%)
3"	75.000	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.000	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.0	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.500	0.0	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.500	188.5	18.9	18.9	81.1
Nº 4	4.750	520.0	52.0	70.9	29.1
Nº 8	2.360	203.0	20.3	91.2	8.8
Nº 16	1.180	88.0	8.8	100.0	0.0
Nº 30	0.600	0.0	0.0	100.0	0.0
Nº 50	0.300	0.0	0.0	100.0	0.0
Nº 100	0.150	0.0	0.0	100.0	0.0
Fondo		0.0	0.0	100.0	0.0

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 4: Gráfica de granulometría piedra.



Fuente: Base de datos.

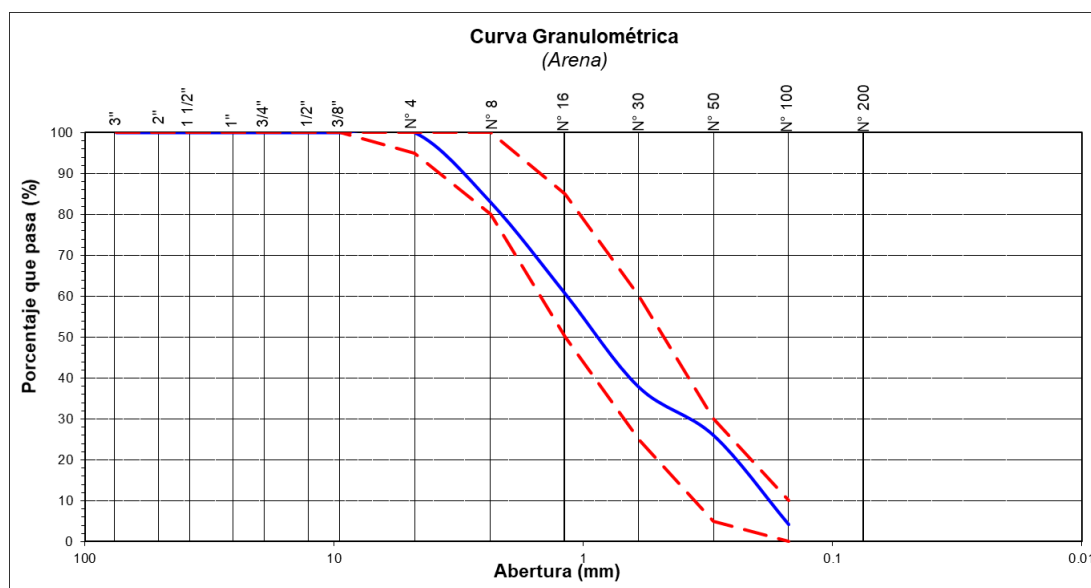
4.2. Ensayo de granulometría del agregado fino.

Tabla 27: Granulometría del agregado fino

Tamiz	Abert. (mm)	Peso Ret. (gr)	% Ret (%)	% Ret. Acum. (%)	% Que Pasa (%)
3"	75.000	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.000	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.0	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.500	0.0	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.500	0.0	0.0	0.0	100.0
Nº 4	4.750	0.0	0.0	0.0	100.0
Nº 8	2.360	170.0	17.0	17.0	83.0
Nº 16	1.180	225.0	22.5	39.5	60.5
Nº 30	0.600	227.0	22.7	62.2	37.8
Nº 50	0.300	118.5	11.9	74.1	26.0
Nº 100	0.150	217.6	21.8	95.8	4.2
Fondo		40.0	4.0	99.8	0.2

Fuente: Elaboración Propia.


Figura 5: Gráfica de granulometría de arena.



Fuente: Base de datos.

4.3. Ensayo de contenido de humedad del agregado fino


Tabla 28: Contenido de humedad del agregado fino.

 CONTENIDO DE HUMEDAD NTP 339.185				
DATOS DE LA MUESTRA				
Identificación : AGREGADO FINO				
Procedencia : CANTERA "EL MILAGRO"				
N° Muestra	Peso Inicial (gr)	Peso Final (gr)	W (%) Humedad individual	W promedio (%)
1	1000	993.4	0.66	0.65
2	1000	993.54	0.65	
3	1000	993.57	0.65	

Fuente: Elaboración Propia.

4.4. Ensayo de contenido de humedad del agregado grueso

Tabla 29: Contenido de humedad del agregado grueso.

 CONTENIDO DE HUMEDAD NTP 339.185				
DATOS DE LA MUESTRA				
Identificación : AGREGADO GRUESO			TM:	1/2"
Procedencia : CANTERA "EL MILAGRO"			TMN:	3/8"
N° Muestra	Peso Inicial (gr)	Peso Final (gr)	W (%) Humedad individual	W promedio (%)
1	2000	1985.90	0.71	0.70
2	2000	1986.95	0.66	
3	2000	1985.70	0.72	

Fuente: Elaboración Propia.

4.5. Ensayo de peso unitario suelto del agregado fino

Tabla 30: Peso unitario suelto del agregado fino.

PESO UNITARIO SUELTO

(NTP 400.022)

DATOS DE LA MUESTRA

Identificación : AGREGADO FINO
SUELTO
Procedencia : CANTERA "EL
MILAGRO"

N° MUESTRA	PESO DEL RECIPIENTE MAS AGREGADO SUELTO (kg)	PESO DEL RECIPIEN TE (kg)	VOLUME N DE MEDIDA (m ³)	PESO UNITARIO DEL AGREGADO (kg/m ³)	PROMEDI O (KG/M ³)
1	24.646	4.60	0.014060	1430	
2	24.758	4.60	0.014060	1440	1440
3	24.680	4.60	0.014060	1430	

Fuente: Elaboración Propia.

4.6. Ensayo de peso unitario compactado del agregado fino

Tabla 31: Peso unitario compactado del agregado fino.

PESO UNITARIO COMPACTADO

(NTP 400.022)

DATOS DE LA MUESTRA

Identificación : AGREGADO FINO
COMPACTADO
Procedencia : CANTERA " EL
MILAGRO "

N° MUESTRA	PESO DEL RECIPIENTE MAS AGREGADO SUELTO (kg)	PESO DEL RECIPIENTE (kg)	VOLUMEN DE MEDIDA (m ³)	PESO UNITARIO DEL AGREGADO (kg/m ³)	PROMEDIO (KG/M ³)
1	26.106	4.60	0.014060	1530	
2	26.200	4.60	0.014060	1540	1540
3	26.124	4.60	0.014060	1540	

Fuente: Elaboración Propia.

4.7. Ensayo de peso unitario suelto del agregado fino

Tabla 32: Peso unitario suelto del agregado grueso.

PESO UNITARIO SUELTO

(NTP 400.022)

DATOS DE LA MUESTRA

Identificación : AGREGADO GRUESO SUELTO TM: 1/2"
 Procedencia : CANTERA "EL MILAGRO" TMN: 3/8"

N° MUESTRA	PESO DEL RECIPIENTE MÁS EL AGREGADO SUELTO (kg)	PESO DEL RECIPIENTE (kg)	VOLUMEN DE MEDIDA (m ³)	PESO UNITARIO DEL AGREGADO (kg/m ³)	PROMEDIO (kg/m ³)
1	22.222	4.60	0.014060	1260	
2	22.184	4.60	0.014060	1250	1260
3	22.250	4.60	0.014060	1260	

Fuente: Elaboración Propia.

4.8. Ensayo de peso unitario compactado del agregado grueso

Tabla 33: Peso unitario compactado del agregado grueso.

PESO UNITARIO COMPACTADO

(NTP 400.022)

DATOS DE LA MUESTRA


Identificación : AGREGADO GRUESO COMPACTADO TM: 1/2"
 Procedencia : CANTERA "EL MILAGRO" TMN: 3/8"

N° MUESTRA	PESO DEL RECIPIENTE MÁS EL AGREGADO SUELTO (kg)	PESO DEL RECIPIENTE (kg)	VOLUMEN DE MEDIDA (m ³)	PESO UNITARIO DEL AGREGADO (kg/m ³)	PROMEDIO (kg/m ³)
1	24.200	4.60	0.014060	1400	
2	23.664	4.60	0.014060	1360	1380
3	23.794	4.60	0.014060	1370	

Fuente: Elaboración Propia.

4.9. Ensayo de peso específico de masa y absorción del agregado grueso

Tabla 34: Peso específico de masa y absorción del agregado grueso.

 PESO ESPECÍFICO DE MASA Y ABSORCIÓN (NTP 400.021)				
DATOS DE LA MUESTRA				
Identificación :	AGREGADO GRUESO	TM:	1/2"	
Procedencia :	CANTERA "EL MILAGRO"	TMN:	3/8"	
	N° MUESTRA	PESO DE LA MUESTRA SECA EN EL AIRE (gr)	PESO SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA (gr)	PESO EN EL AGUA DE LA MUESTRA SATURADA (gr)
	1	2452	2500	1553
	2	2454	2500	1547
	3	2448	2500	1548
	PESO ESPECIFICO DE MASA (PEM)	PESO ESPECIFICO DE MASA ATURADA CON SUPERFICIE SECA (PeSSS)	PESO ESPÉCIFICO APARENTE (Pea)	ABSORCIÓN
	2590	2640	2730	1.96
	2580	2630	2710	1.87
	2580	2630	2720	2.12
PROMEDIO	2590	2630	2720	1.99

Fuente: Elaboración Propia.

4.10. Ensayo de peso específico de masa y absorción del agregado fino

Tabla 35: Peso específico de masa y absorción del agregado fino.



PESO ESPECIFICO Y PORCENTAJE DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO

(NTP 400.022)

DATOS DE LA MUESTRA

Identificación : AGREGADO FINO
Procedencia : CANTERA MILAGRO

N° MUESTRA	PESO DE ARENA SECA EN EL HORNO	PESO DE FIOLA + AGUA (gr)	PESO DE LA FIOLA+ MUESTRA+ AGUA	VOLUMEN DE AGREGADO UTILIZADO
	498	668	984	500
PEM (kg/cm ³)		2.69		
Pesss(kg/cm ³)		2.70		
PE A (kg/cm ³)		2.73		
ABSORCIÓN (%)		0.56		

Fuente: Elaboración Propia.

4.11. Diseño de mezcla.

Tabla 36: Diseño de mezcla.

PATRÓN		ADICIÓN DE CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR				
		3%	6%	9%	12%	15%
MATERIALES		0.54	1.08	1.62	2.16	2.70
Cemento tipo MS (Kg)	17.97	17.43	16.89	16.35	15.81	15.27
Agua (L)	7.58	7.58	7.58	7.58	7.58	7.58
Arena (Kg)	27.48	27.48	27.48	27.48	27.48	27.48
Piedra (Kg)	24.06	24.06	24.06	24.06	24.06	24.06
Aire	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
PUC (Kg/m ³)	77.12	77.12	77.12	77.12	77.12	77.12

Fuente: Elaboración Propia.

4.12. Ensayo de resistencia a la compresión de adoquines

Tabla 37: Resistencia de adoquines patrón.

MUESTRA AL 0.00% (Kg/cm ²)									
Días	M1	M2	M3	M4	M5	M6	PROMEDIO	DESV. ESTN	COEF. VAR.
7	192.24	179.62	197.41	-	-	-	189.76	9.15	0.048
14	348.69	348.84	348.18	-	-	-	348.57	0.35	0.001
28	426.49	425.67	435.67	416.50	423.33	416.65	424.05	7.15	0.017

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 38: Resistencia de adoquines al 3% de Ceniza.

MUESTRA AL 3.00% (Kg/cm ²)									
Días	M1	M2	M3	M4	M5	M6	PROMEDIO	DESV. ESTN	COEF. VAR.
7	205.62	199.45	195.07	-	-	-	200.05	5.30	0.027
14	372.14	370.94	364.85	-	-	-	369.31	3.91	0.011
28	443.39	463.30	462.87	440.38	429.37	443.65	447.16	13.39	0.030

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 39: Resistencia de adoquines al 6% de Ceniza.

MUESTRA AL 6.00% (Kg/cm ²)									
Días	M1	M2	M3	M4	M5	M6	PROMEDIO	DESV. ESTN	COEF. VAR.
7	229.97	239.09	239.84	-	-	-	236.30	5.50	0.023
14	388.10	391.56	383.43	-	-	-	387.70	4.08	0.011
28	483.18	491.34	495.06	488.28	483.59	493.74	489.20	5.06	0.010

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 40: Resistencia de adoquines al 9% de Ceniza.

MUESTRA AL 9.00% (Kg/cm ²)									
Días	M1	M2	M3	M4	M5	M6	PROMEDIO	DESV. ESTN	COEF. VAR.
7	245.98	243.86	243.40	-	-	-	244.41	1.37	0.006
14	436.33	438.55	445.28	-	-	-	440.05	4.66	0.011
28	503.27	503.22	511.02	501.56	507.05	515.61	506.96	5.44	0.011

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 41: Resistencia de adoquines al 12% de Ceniza.

MUESTRA AL 12% (Kg/cm ²)									
Días	M1	M2	M3	M4	M5	M6	PROMEDIO	DESV. ESTN	COEF. VAR.
7	248.50	240.62	253.60	-	-	-	247.57	6.54	0.026
14	440.64	449.94	446.27	-	-	-	445.62	4.69	0.011
28	520.45	509.57	516.55	502.89	523.18	525.35	516.33	8.62	0.017

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 42: Resistencia de adoquines al 15% de Ceniza.

MUESTRA AL 15% (Kg/cm ²)									
Días	M1	M2	M3	M4	M5	M6	PROMEDIO	DESV. ESTN	COEF. VAR.
7	230.10	221.68	216.58	-	-	-	222.79	6.82	0.031
14	371.94	358.45	386.75	-	-	-	372.38	14.15	0.038
28	414.23	417.52	409.13	377.21	382.44	419.35	403.31	18.60	0.046

Fuente: Elaboración Propia.

4.13. ensayo de absorción de adoquines (NTP 399.604)

Tabla 43: Absorción de adoquines patrón.

DESCRIPCIÓN	M1.0%	M2.0%	M3.0%	Promedio
Peso saturado	3632.2	3617.8	3629.9	3627
peso seco al horno gr	3479.4	3468.2	3471.4	3473
peso sumergido gr	2010	1996.5	2005.3	2004
Absorción kg/m ³	94.19	92.27	97.56	
Absorción (%)	4.39	4.31	4.57	
promedio		4.42		

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 44: Absorción de adoquines al 3% de ceniza.

DESCRIPCIÓN	M1.3%	M2.3%	M3.3%	Promedio
Peso saturado	3655.5	3655.8	3636.4	3649
peso seco al horno gr	3514.2	3495.4	3494.3	3501
peso sumergido gr	1987	2007	2001	1338
Absorción kg/m ³	84.69	97.28	39.29	
Absorción (%)	4.02	4.59	4.07	
promedio		4.23		

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 45: Absorción de adoquines al 6% de ceniza.

DESCRIPCIÓN	M1.6%	M2.6%	M3.6%	Promedio
Peso saturado	3736.3	3739.5	3722.7	3733
peso seco al horno gr	3588.9	3594.5	3578.1	3587
peso sumergido gr	2098	2101	2078	2092
Absorción kg/m ³	89.97	88.50	87.92	
Absorción (%)	4.11	4.03	4.04	
promedio		4.06		

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 46: Absorción de adoquines al 9% de ceniza.

DESCRIPCIÓN	M1.9%	M2.9%	M3.9%	Promedio
Peso saturado	3755	3805	3813.3	3791
peso seco al horno gr	3628.8	3683.2	3702.1	3671
peso sumerguido gr	2140	2165	2172	2159
Absorción kg/m ³	78.14	74.27	67.75	
Absorción (%)	3.48	3.31	3.00	
promedio		3.26		

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 47: Absorción de adoquines al 12% de ceniza.

DESCRIPCIÓN	M1.12%	M2.12%	M3.12%	Promedio
Peso saturado	3769	3802.6	3794.7	3789
peso seco al horno gr	3648.4	3700	3680.4	3676
peso sumerguido gr	2145	2160	2132	2146
Absorción kg/m ³	74.26	62.46	68.74	
Absorción (%)	3.31	2.77	3.11	
promedio		3.06		

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 48: Absorción de adoquines al 15% de ceniza.

DESCRIPCIÓN	M1.15%	M2.15%	M3.15%	Promedio
Peso saturado	3800	3820	3816	3812
peso seco al horno gr	3686.6	3704.8	3715.7	3702
peso sumerguido gr	2125	2160	2142	2142
Absorción kg/m ³	67.70	69.40	59.92	
Absorción (%)	3.08	3.11	2.70	

Fuente: Elaboración Propia.

4.14. Ensayo de succión de adoquines

Tabla 49: Succión de adoquines patrón.

HORA	Testigo Tiempo		Tiempo (s ^{1/2})	Muestras			Promedio masa (g)	Diferencia masa (g)	I (mm)
	Segundos	Minutos		1 masa (g)	2 masa (g)	3 masa (g)			
	0	-	0	1148.10	1080.10	1159.10	1129.10	0.00	0.0000
0.5	1800	30	42.4	1158.60	1087.10	1165.10	1136.93	7.83	0.9792
1	3600	60	60.0	1159.70	1089.00	1166.00	1138.23	9.13	1.1417
2	7200	120	84.9	1160.90	1090.60	1167.10	1139.53	10.43	1.3042
3	10800	180	103.9	1161.80	1091.20	1168.30	1140.43	11.33	1.4167
4	14400	240	120.0	1165.50	1092.00	1169.00	1142.17	13.07	1.6333
5	18000	300	134.2	1166.30	1093.10	1170.70	1143.37	14.27	1.7833
6	21600	360	147.0	1166.80	1094.00	1171.10	1143.97	14.87	1.8583
7	25200	420	158.7	1167.20	1095.10	1173.40	1145.23	16.13	2.0167
8	28800	480	169.7	1167.90	1096.20	1174.20	1146.10	17.00	2.1250
9	32400	540	180.0	1168.40	1097.60	1174.60	1146.87	17.77	2.2208
10	36000	600	189.7	1168.90	1098.00	1175.30	1147.40	18.30	2.2875
11	39600	660	199.0	1169.50	1099.00	1176.60	1148.37	19.27	2.4083
12	43200	720	207.8	1170.10	1100.30	1177.00	1149.13	20.03	2.5042
13	46800	780	216.3	1171.10	1100.40	1179.30	1150.27	21.17	2.6458
14	50400	840	224.5	1172.00	1103.90	1179.40	1151.77	22.67	2.8333
15	54000	900	232.4	1173.10	1104.00	1181.00	1152.70	23.60	2.9500
16	57600	960	240.0	1174.20	1104.10	1182.00	1153.43	24.33	3.0417
17	61200	1020	247.4	1175.60	1104.10	1183.10	1154.27	25.17	3.1458
18	64800	1080	254.6	1176.30	1104.20	1183.30	1154.60	25.50	3.1875
19	68400	1140	261.5	1176.80	1105.40	1183.30	1155.17	26.07	3.2583
20	72000	1200	268.3	1177.00	1105.60	1184.00	1155.53	26.43	3.3042
21	75600	1260	275.0	1177.00	1106.10	1184.20	1155.77	26.67	3.3333
22	79200	1320	281.4	1177.20	1106.20	1185.00	1156.13	27.03	3.3792
23	82800	1380	287.7	1177.40	1106.20	1185.00	1156.20	27.10	3.3875
24	86400	1440	293.9	1177.60	1106.40	1185.20	1156.40	27.30	3.4125
48	172800	2880	415.7	1177.60	1106.40	1185.20	1156.40	27.30	3.4125
72	259200	4320	509.1	1177.60	1106.40	1185.20	1156.40	27.30	3.4125

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 50: Succión de adoquines al 3%.

HORA	Testigo Tiempo		Tiempo (s ^{1/2})	Muestras			Promedio masa (g)	Diferencia masa (g)	I (mm)
	Segundos	Minutos		1 masa (g)	2 masa (g)	3 masa (g)			
	0	-	0	1100.40	1132.60	1139.50	1124.17	0.00	0.0000
0.5	1800	30	42.4	1105.50	1136.20	1143.70	1128.47	4.30	0.5375
1	3600	60	60.0	1106.40	1137.20	1144.80	1129.47	5.30	0.6625
2	7200	120	84.9	1107.50	1138.80	1145.50	1130.60	6.43	0.8042
3	10800	180	103.9	1108.60	1139.60	1146.40	1131.53	7.37	0.9208
4	14400	240	120.0	1109.60	1140.50	1147.10	1132.40	8.23	1.0292
5	18000	300	134.2	1110.30	1141.10	1148.60	1133.33	9.17	1.1458
6	21600	360	147.0	1111.40	1142.00	1149.60	1134.33	10.17	1.2708
7	25200	420	158.7	1112.00	1143.60	1150.90	1135.50	11.33	1.4167
8	28800	480	169.7	1113.10	1144.50	1151.80	1136.47	12.30	1.5375
9	32400	540	180.0	1114.80	1145.10	1152.30	1137.40	13.23	1.6542
10	36000	600	189.7	1115.70	1146.90	1153.00	1138.53	14.37	1.7958
11	39600	660	199.0	1116.10	1147.90	1154.40	1139.47	15.30	1.9125
12	43200	720	207.8	1117.40	1148.30	1155.60	1140.43	16.27	2.0333
13	46800	780	216.3	1118.10	1149.90	1156.10	1141.37	17.20	2.1500
14	50400	840	224.5	1119.20	1150.00	1157.10	1142.10	17.93	2.2417
15	54000	900	232.4	1120.00	1151.00	1158.20	1143.07	18.90	2.3625
16	57600	960	240.0	1121.10	1152.40	1159.40	1144.30	20.13	2.5167
17	61200	1020	247.4	1122.30	1153.20	1160.50	1145.33	21.17	2.6458
18	64800	1080	254.6	1122.50	1153.80	1160.80	1145.70	21.53	2.6917
19	68400	1140	261.5	1123.30	1154.40	1161.60	1146.43	22.27	2.7833
20	72000	1200	268.3	1123.30	1154.60	1162.80	1146.90	22.73	2.8417
21	75600	1260	275.0	1123.30	1155.40	1163.00	1147.23	23.07	2.8833
22	79200	1320	281.4	1123.30	1155.40	1164.00	1147.57	23.40	2.9250
23	82800	1380	287.7	1123.30	1155.40	1164.00	1147.57	23.40	2.9250
24	86400	1440	293.9	1123.30	1155.40	1164.00	1147.57	23.40	2.9250
48	172800	2880	415.7	1123.30	1155.40	1164.00	1147.57	23.40	2.9250
72	259200	4320	509.1	1123.30	1155.40	1164.00	1147.57	23.40	2.9250

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 51: Succión de adoquines al 6%.

HORA	Testigo Tiempo		Tiempo (s ^{1/2})	Muestras			Promedio masa (g)	Diferencia masa (g)	I (mm)
	Segundos	Minutos		1 masa (g)	2 masa (g)	3 masa (g)			
	0	-	0	1198.3	1025.5	1176.60	1133.47	0.00	0.0000
0.5	1800	30	42.4	1204.10	1031.40	1177.00	1137.50	4.03	0.5042
1	3600	60	60.0	1205.10	1032.70	1177.20	1138.33	4.87	0.6083
2	7200	120	84.9	1206.30	1032.80	1178.10	1139.07	5.60	0.7000
3	10800	180	103.9	1208.60	1033.10	1178.20	1139.97	6.50	0.8125
4	14400	240	120.0	1209.20	1033.90	1178.20	1140.43	6.97	0.8708
5	18000	300	134.2	1210.70	1034.50	1178.20	1141.13	7.67	0.9583
6	21600	360	147.0	1211.10	1035.10	1178.20	1141.47	8.00	1.0000
7	25200	420	158.7	1211.60	1036.50	1178.30	1142.13	8.67	1.0833
8	28800	480	169.7	1212.00	1037.20	1178.40	1142.53	9.07	1.1333
9	32400	540	180.0	1212.10	1038.10	1178.40	1142.87	9.40	1.1750
10	36000	600	189.7	1212.15	1039.30	1178.50	1143.32	9.85	1.2312
11	39600	660	199.0	1212.20	1040.30	1178.80	1143.77	10.30	1.2875
12	43200	720	207.8	1212.80	1041.60	1179.00	1144.47	11.00	1.3750
13	46800	780	216.3	1214.10	1042.70	1179.00	1145.27	11.80	1.4750
14	50400	840	224.5	1214.20	1043.70	1179.00	1145.63	12.17	1.5208
15	54000	900	232.4	1214.30	1045.75	1179.10	1146.38	12.92	1.6146
16	57600	960	240.0	1215.10	1045.80	1179.10	1146.67	13.20	1.6500
17	61200	1020	247.4	1216.10	1045.30	1179.10	1146.83	13.37	1.6708
18	64800	1080	254.6	1217.00	1045.20	1179.10	1147.10	13.63	1.7042
19	68400	1140	261.5	1217.30	1045.20	1179.20	1147.23	13.77	1.7208
20	72000	1200	268.3	1218.10	1045.30	1179.20	1147.53	14.07	1.7583
21	75600	1260	275.0	1218.20	1045.30	1179.20	1147.57	14.10	1.7625
22	79200	1320	281.4	1218.40	1045.30	1179.30	1147.67	14.20	1.7750
23	82800	1380	287.7	1218.40	1045.40	1179.30	1147.70	14.23	1.7792
24	86400	1440	293.9	1218.40	1045.40	1179.30	1147.70	14.23	1.7792
48	172800	2880	415.7	1218.40	1045.4	1179.30	1147.70	14.23	1.7792
72	259200	4320	509.1	1218.40	1045.4	1179.30	1147.70	14.23	1.7792

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 52: Succión de adoquines al 9%.

HORA	Testigo Tiempo		Tiempo (s ^{1/2})	Muestras			Promedio masa (g)	Diferencia masa (g)	I (mm)
	Segundos	Minutos		1 masa (g)	2 masa (g)	3 masa (g)			
	0	-	0	1089.80	1110.10	1070.00	1089.97	0.00	0.0000
0.5	1800	30	42.4	1092.20	1113.00	1072.12	1092.44	2.47	0.3092
1	3600	60	60.0	1093.50	1114.20	1072.20	1093.30	3.33	0.4167
2	7200	120	84.9	1094.70	1115.32	1072.29	1094.10	4.14	0.5171
3	10800	180	103.9	1094.90	1115.40	1072.40	1094.23	4.27	0.5333
4	14400	240	120.0	1095.00	1115.48	1072.80	1094.43	4.46	0.5575
5	18000	300	134.2	1095.10	1115.56	1073.63	1094.76	4.80	0.5996
6	21600	360	147.0	1095.25	1115.60	1074.20	1095.02	5.05	0.6313
7	25200	420	158.7	1095.32	1115.70	1074.90	1095.31	5.34	0.6675
8	28800	480	169.7	1095.42	1115.80	1076.00	1095.74	5.77	0.7217
9	32400	540	180.0	1095.55	1115.90	1076.10	1095.85	5.88	0.7354
10	36000	600	189.7	1095.70	1116.00	1076.20	1095.97	6.00	0.7500
11	39600	660	199.0	1095.80	1116.15	1076.30	1096.08	6.12	0.7646
12	43200	720	207.8	1096.90	1116.22	1076.40	1096.51	6.54	0.8175
13	46800	780	216.3	1097.00	1116.33	1077.00	1096.78	6.81	0.8513
14	50400	840	224.5	1098.10	1116.38	1078.50	1097.66	7.69	0.9617
15	54000	900	232.4	1099.20	1116.47	1079.60	1098.42	8.46	1.0571
16	57600	960	240.0	1100.30	1116.60	1080.80	1099.23	9.27	1.1583
17	61200	1020	247.4	1101.30	1116.70	1081.90	1099.97	10.00	1.2500
18	64800	1080	254.6	1102.50	1116.80	1082.00	1100.43	10.47	1.3083
19	68400	1140	261.5	1103.10	1116.90	1083.10	1101.03	11.07	1.3833
20	72000	1200	268.3	1104.40	1117.00	1084.40	1101.93	11.97	1.4958
21	75600	1260	275.0	1105.30	1117.10	1085.60	1102.67	12.70	1.5875
22	79200	1320	281.4	1106.10	1117.10	1086.60	1103.27	13.30	1.6625
23	82800	1380	287.7	1106.80	1117.10	1086.60	1103.50	13.53	1.6917
24	86400	1440	293.9	1106.90	1117.10	1086.60	1103.53	13.57	1.6958
48	172800	2880	415.7	1106.90	1117.10	1086.60	1103.53	13.57	1.6958
72	259200	4320	509.1	1106.90	1117.10	1086.60	1103.53	13.57	1.6958

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 53: Succión de adoquines al 12%

HORA	Testigo Tiempo		Tiempo (s ^{1/2})	Muestras			Promedio masa (g)	Diferencia masa (g)	I (mm)
	Segundos	Minutos		1 masa (g)	2 masa (g)	3 masa (g)			
	0	-	0	1115.70	1071.00	989.90	1058.87	0.00	0.0000
0.5	1800	30	42.4	1118.10	1073.90	997.70	1063.23	4.37	0.5458
1	3600	60	60.0	1118.80	1074.00	1000.20	1064.33	5.47	0.6833
2	7200	120	84.9	1119.30	1074.10	1001.50	1064.97	6.10	0.7625
3	10800	180	103.9	1119.80	1074.20	1002.80	1065.60	6.73	0.8417
4	14400	240	120.0	1120.50	1074.30	1003.40	1066.07	7.20	0.9000
5	18000	300	134.2	1120.10	1074.40	1004.00	1066.17	7.30	0.9125
6	21600	360	147.0	1120.20	1074.50	1004.05	1066.25	7.38	0.9229
7	25200	420	158.7	1120.30	1074.65	1004.80	1066.58	7.72	0.9646
8	28800	480	169.7	1120.40	1074.70	1005.60	1066.90	8.03	1.0042
9	32400	540	180.0	1120.50	1074.80	1005.90	1067.07	8.20	1.0250
10	36000	600	189.7	1120.60	1074.90	1006.60	1067.37	8.50	1.0625
11	39600	660	199.0	1120.70	1075.00	1007.00	1067.57	8.70	1.0875
12	43200	720	207.8	1120.80	1075.10	1008.10	1068.00	9.13	1.1417
13	46800	780	216.3	1120.90	1075.15	1009.40	1068.48	9.62	1.2021
14	50400	840	224.5	1121.00	1075.23	1010.60	1068.94	10.08	1.2596
15	54000	900	232.4	1121.10	1075.28	1011.60	1069.33	10.46	1.3075
16	57600	960	240.0	1121.20	1075.33	1011.60	1069.38	10.51	1.3138
17	61200	1020	247.4	1121.30	1075.40	1012.50	1069.73	10.87	1.3583
18	64800	1080	254.6	1121.40	1075.50	1012.60	1069.83	10.97	1.3708
19	68400	1140	261.5	1121.40	1075.60	1012.60	1069.87	11.00	1.3750
20	72000	1200	268.3	1121.40	1075.80	1012.60	1069.93	11.07	1.3833
21	75600	1260	275.0	1121.40	1076.00	1012.60	1070.00	11.13	1.3917
22	79200	1320	281.4	1121.40	1076.00	1012.70	1070.03	11.17	1.3958
23	82800	1380	287.7	1121.40	1076.00	1013.00	1070.13	11.27	1.4083
24	86400	1440	293.9	1121.40	1076.00	1013.00	1070.13	11.27	1.4083
48	172800	2880	415.7	1121.40	1076.00	1013.00	1070.13	11.27	1.4083
72	259200	4320	509.1	1121.40	1076.00	1013.00	1070.13	11.27	1.4083

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 54: Succión de adoquines al 15%

HORA	Testigo Tiempo		Tiempo (s ^{1/2})	Muestras			Promedio masa (g)	Diferencia masa (g)	I (mm)
	Segundos	Minutos		1 masa (g)	2 masa (g)	3 masa (g)			
	0	-	0	1150.00	1142.20	1117.90	1136.70	0.00	0.0000
0.5	1800	30	42.4	1152.10	1146.40	1119.80	1139.43	2.73	0.3417
1	3600	60	60.0	1152.90	1147.50	1120.30	1140.23	3.53	0.4417
2	7200	120	84.9	1154.00	1148.20	1120.40	1140.87	4.17	0.5208
3	10800	180	103.9	1154.50	1149.10	1120.70	1141.43	4.73	0.5917
4	14400	240	120.0	1155.10	1149.40	1120.80	1141.77	5.07	0.6333
5	18000	300	134.2	1156.30	1149.50	1120.80	1142.20	5.50	0.6875
6	21600	360	147.0	1157.60	1149.90	1120.90	1142.80	6.10	0.7625
7	25200	420	158.7	1157.80	1150.20	1121.00	1143.00	6.30	0.7875
8	28800	480	169.7	1158.30	1150.50	1122.00	1143.60	6.90	0.8625
9	32400	540	180.0	1158.50	1150.70	1122.50	1143.90	7.20	0.9000
10	36000	600	189.7	1158.90	1151.20	1123.00	1144.37	7.67	0.9583
11	39600	660	199.0	1159.00	1152.30	1123.00	1144.77	8.07	1.0083
12	43200	720	207.8	1160.00	1152.40	1123.00	1145.13	8.43	1.0542
13	46800	780	216.3	1160.50	1152.60	1123.00	1145.37	8.67	1.0833
14	50400	840	224.5	1161.00	1153.00	1123.00	1145.67	8.97	1.1208
15	54000	900	232.4	1161.20	1153.20	1123.00	1145.80	9.10	1.1375
16	57600	960	240.0	1161.30	1153.90	1123.00	1146.07	9.37	1.1708
17	61200	1020	247.4	1161.90	1154.00	1123.00	1146.30	9.60	1.2000
18	64800	1080	254.6	1161.90	1154.50	1123.00	1146.47	9.77	1.2208
19	68400	1140	261.5	1162.00	1154.90	1123.00	1146.63	9.93	1.2417
20	72000	1200	268.3	1162.00	1155.00	1123.00	1146.67	9.97	1.2458
21	75600	1260	275.0	1162.00	1155.00	1123.10	1146.70	10.00	1.2500
22	79200	1320	281.4	1162.10	1155.10	1123.10	1146.77	10.07	1.2583
23	82800	1380	287.7	1162.10	1155.10	1123.10	1146.77	10.07	1.2583
24	86400	1440	293.9	1162.10	1155.10	1123.10	1146.77	10.07	1.2583
48	172800	2880	415.7	1162.10	1155.10	1123.10	1146.77	10.07	1.2583
72	259200	4320	509.1	1162.10	1155.10	1123.10	1146.77	10.07	1.2583

Fuente: Elaboración Propia.

4.14. ANALISIS DE RESULTADOS

ENSAYO DE RESISTENCIA

Prueba de Hipótesis para testigos de 7 días de curado

La adición de ceniza de caña de azúcar mejorará las propiedades físicas y mecánicas de los adoquines de concreto, aumentará en su resistencia de acuerdo con el diseño de mezcla 380 kg/cm²

Hipótesis nula (H₀): No existe diferencia significativa entre los resultados de resistencia a la compresión de las probetas con 0%, 3%, 6%, 9%, 12% y 15% de adición de cenizas de caña de azúcar.

Hipótesis alterna (H₁): Existe diferencia significativa entre los resultados de resistencia a la compresión de las probetas con 0%, 3%, 6%, 9%, 12% y 15% de adición de cenizas de caña de azúcar.

Tabla 55: Análisis de resultados descriptivos para probetas de 7 días.

DESCRIPCIÓN	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo						
				Límite inferior	Límite superior								
				0% De adición de cenizas de caña de azúcar	189.7567			9.15130	5.28350	167.0236	212.4897	179.62	197.41
				3% De adición de cenizas de caña de azúcar	200.0467			5.30025	3.06010	186.8801	213.2132	195.07	205.62
6% De adición de cenizas de caña de azúcar	236.3000	5.49475	3.17240	222.6503	249.9497	229.97	239.84						
9% De adición de cenizas de caña de azúcar	244.4133	1.37613	.79451	240.9948	247.8318	243.40	245.98						
12% De adición de cenizas de caña de azúcar	247.5733	6.53943	3.77554	231.3285	263.8182	240.62	253.60						
15% De adición de cenizas de caña de azúcar	222.7867	6.82760	3.94192	205.8260	239.7474	216.58	230.10						

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 56: Análisis de normalidad en los resultados de probetas ensayadas a 7 días.

Descripción	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
0% De adición de cenizas de caña de azúcar	.945	3	.547
3% De adición de cenizas de caña de azúcar	.990	3	.814
6% De adición de cenizas de caña de azúcar	.807	3	.130
9% De adición de cenizas de caña de azúcar	.879	3	.321
12% De adición de cenizas de caña de azúcar	.985	3	.765
15% De adición de cenizas de caña de azúcar	.980	3	.731

Fuente: Elaboración Propia.

Según el análisis realizado todos los resultados presentan normalidad porque sus significancias en todos los grupos son mayores a 0.05.

Tabla 57: Análisis de prueba de homogeneidad de varianzas en probetas a 7 días.

Estadístico de			
Levene	gl1	gl2	Sig.
1.307	5	12	.324

Fuente: Elaboración Propia.

Según el análisis realizado todos los resultados presentan homogeneidad en sus varianzas porque su significancia en todos los grupos supera el 0.05.

Tabla 58: Prueba de Hipótesis (ANOVA) en probetas de 7 días.

Descripción	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	8609.732	5	1721.946	44.284	.000
Intra-grupos	466.610	12	38.884		
Total	9076.342	17			

Fuente: Elaboración Propia.

Según el análisis realizado el valor de significancia es menor a 0.05 por el cual se acepta la variable alterna H1, Existe diferencia significativa entre los resultados de resistencia a la compresión de las probetas con 0%, 3%, 6%, 9%, 12% y 15% de adición de cenizas de caña de azúcar.

Prueba de Hipótesis para testigos de 14 días de curado

La adición de ceniza de caña de azúcar mejorará las propiedades físicas y mecánicas de los adoquines de concreto, aumentará en su resistencia de acuerdo con el diseño de mezcla 380 kg/cm²

Hipótesis nula (H₀): No existe diferencia significativa entre los resultados de resistencia a la compresión de las probetas con 0%, 3%, 6%, 9%, 12% y 15% de adición de cenizas de caña de azúcar.

Hipótesis alterna (H₁): Existe diferencia significativa entre los resultados de resistencia a la compresión de las probetas con 0%, 3%, 6%, 9%, 12% y 15% de adición de cenizas de caña de azúcar.

Tabla 59: Análisis de resultados descriptivos en probetas a 14 días.

Descripción	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
				Límite inferior	Límite superior		
0% De adición de cenizas de caña de azúcar	348.5700	.34598	.19975	347.7105	349.4295	348.18	348.84
3% De adición de cenizas de caña de azúcar	369.3100	3.90880	2.25675	359.6000	379.0200	364.85	372.14
6% De adición de cenizas de caña de azúcar	387.6967	4.07998	2.35558	377.5614	397.8319	383.43	391.56
9% De adición de cenizas de caña de azúcar	440.0533	4.66054	2.69076	428.4759	451.6308	436.33	445.28
12% De adición de cenizas de caña de azúcar	445.6167	4.68430	2.70448	433.9802	457.2531	440.64	449.94
15% De adición de cenizas de caña de azúcar	372.3800	14.15513	8.17247	337.2167	407.5433	358.45	386.75

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 60: Análisis de normalidad en los resultados de probetas ensayadas a 14 días.

Descripción	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
0% De adición de cenizas de caña de azúcar	.910	3	.417
3% De adición de cenizas de caña de azúcar	.870	3	.294
6% De adición de cenizas de caña de azúcar	.993	3	.836
9% De adición de cenizas de caña de azúcar	.922	3	.459
12% De adición de cenizas de caña de azúcar	.985	3	.769
15% De adición de cenizas de caña de azúcar	.999	3	.949

Fuente: Elaboración Propia.

Según el análisis realizado todos los resultados presentan normalidad porque sus significancias en todos los grupos son mayores a 0.05.

Tabla 61: Análisis de prueba de homogeneidad de varianzas en probetas a 14 días.

Estadístico de	g1	g2	Sig.
Levene	5	12	.122

Fuente: Elaboración Propia.

Según el análisis realizado todos los resultados presentan homogeneidad en sus varianzas porque su significancia en todos los grupos supera el 0.05.

Tabla 62: Prueba de Hipótesis (ANOVA) en probetas a 14 días.

Descripción	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	23897.412	5	4779.482	103.873	.000
Intra-grupos	552.151	12	46.013		
Total	24449.563	17			

Fuente: Elaboración Propia.

Según el análisis realizado el valor de significancia es menor a 0.05 por el cual se acepta la variable alterna H1, Existe diferencia significativa entre los resultados de resistencia a la compresión de las probetas con 0%, 3%, 6%, 9%, 12% y 15% de adición de cenizas de caña de azúcar.

Prueba de Hipótesis para testigos de 28 días de curado

La adición de ceniza de caña de azúcar mejorará las propiedades físicas y mecánicas de los adoquines de concreto, aumentará en su resistencia de acuerdo con el diseño de mezcla 380 kg/cm²

Hipótesis nula (H₀): No existe diferencia significativa entre los resultados de resistencia a la compresión de las probetas con 0%, 3%, 6%, 9%, 12% y 15% de adición de cenizas de caña de azúcar.

Hipótesis alterna (H₁): Existe diferencia significativa entre los resultados de resistencia a la compresión de las probetas con 0%, 3%, 6%, 9%, 12% y 15% de adición de cenizas de caña de azúcar.

Tabla 63: Análisis de resultados descriptivos en probetas a 28 días.

Descripción	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
				Límite inferior	Límite superior		
0% De adición de cenizas de caña de azúcar	424.0517	7.15379	2.92052	416.5442	431.5591	416.50	435.67
3% De adición de cenizas de caña de azúcar	447.1600	13.38872	5.46592	433.1094	461.2106	429.37	463.30
6% De adición de cenizas de caña de azúcar	489.1983	5.06142	2.06631	483.8867	494.5100	483.18	495.06
9% De adición de cenizas de caña de azúcar	506.9550	5.44202	2.22169	501.2440	512.6660	501.56	515.61
12% De adición de cenizas de caña de azúcar	516.3317	8.62133	3.51964	507.2841	525.3792	502.89	525.35
15% De adición de cenizas de caña de azúcar	403.3133	18.59619	7.59186	383.7978	422.8288	377.21	419.35

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 64 Análisis de normalidad en los resultados de probetas ensayadas a 28 días.

Descripción	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
0% De adición de cenizas de caña de azúcar	.914	6	.464
3% De adición de cenizas de caña de azúcar	.884	6	.289
6% De adición de cenizas de caña de azúcar	.904	6	.395
9% De adición de cenizas de caña de azúcar	.902	6	.386
12% De adición de cenizas de caña de azúcar	.931	6	.592
15% De adición de cenizas de caña de azúcar	.809	6	.070

Fuente: Elaboración Propia.

Según el análisis realizado todos los resultados presentan normalidad porque sus significancias en todos los grupos son mayores a 0.05.

Tabla 65: Análisis de prueba de homogeneidad de varianzas en probetas a 28 días.

Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
5.071	5	30	.002

Fuente: Elaboración Propia.

Según el análisis realizado todos los resultados no presentan homogeneidad en sus varianzas porque su significancia está por debajo del 0.05.

Tabla 66: Prueba de Hipótesis (ANOVA) en probetas a 28 días.

Descripción	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	64677.047	5	12935.409	109.962	.000
Intra-grupos	3529.068	30	117.636		
Total	68206.115	35			

Fuente: Elaboración Propia.

Según el análisis realizado el valor de significancia es menor a 0.05 por el cual se acepta la variable alterna H1, Existe diferencia significativa entre los resultados de resistencia a la compresión de las probetas con 0%, 3%, 6%, 9%, 12% y 15% de adición de cenizas de caña de azúcar.

ENSAYO DE ABSORCIÓN

Prueba de Hipótesis para testigos ensayados a absorción

La adición de ceniza de caña de azúcar mejorará las propiedades físicas y mecánicas de los adoquines de concreto, aumentará en su resistencia de acuerdo con el diseño de mezcla 380 kg/cm²

Hipótesis nula (H₀): No existe diferencia significativa entre los resultados de resistencia a la compresión de las probetas con 0%, 3%, 6%, 9%, 12% y 15% de adición de cenizas de caña de azúcar.

Hipótesis alterna (H₁): Existe diferencia significativa entre los resultados de resistencia a la compresión de las probetas con 0%, 3%, 6%, 9%, 12% y 15% de adición de cenizas de caña de azúcar.

Condición si la significancia: $H_0 > 0.05 > H_1$

Tabla 67: Análisis de resultados descriptivos de absorción.

Descripción	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
				Límite inferior	Límite superior		
0% De adición de cenizas de caña de azúcar	4.4233	.13317	.07688	4.0925	4.7541	4.31	4.57
3% De adición de cenizas de caña de azúcar	4.2267	.31565	.18224	3.4426	5.0108	4.02	4.59
6% De adición de cenizas de caña de azúcar	4.0600	.04359	.02517	3.9517	4.1683	4.03	4.11
9% De adición de cenizas de caña de azúcar	3.2633	.24338	.14051	2.6587	3.8679	3.00	3.48
12% De adición de cenizas de caña de azúcar	3.0633	.27301	.15762	2.3851	3.7415	2.77	3.31
15% De adición de cenizas de caña de azúcar	2.9633	.22855	.13195	2.3956	3.5311	2.70	3.11

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 68: Análisis de normalidad en los resultados de absorción.

Descripción	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
0% De adición de cenizas de caña de azúcar	.953	3	.583
3% De adición de cenizas de caña de azúcar	.815	3	.151
6% De adición de cenizas de caña de azúcar	.842	3	.220
9% De adición de cenizas de caña de azúcar	.972	3	.681
12% De adición de cenizas de caña de azúcar	.978	3	.716
15% De adición de cenizas de caña de azúcar	.805	3	.125

Fuente: Elaboración Propia.

Según el análisis realizado todos los resultados presentan normalidad porque sus significancias en todos los grupos son mayores a 0.05.

Tabla 69: Análisis de prueba de homogeneidad de varianzas de absorción.

Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
1.971	5	12	.156

Fuente: Elaboración Propia.

Según el análisis realizado todos los resultados presentan homogeneidad en sus varianzas porque su significancia en todos los grupos supera el 0.05.

Tabla 70: Prueba de Hipótesis (ANOVA) de absorción.

Descripción	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	6.187	5	1.237	24.320	.000
Intra-grupos	.611	12	.051		
Total	6.797	17			

Fuente: Elaboración Propia.

Según el análisis realizado el valor de significancia es menor a 0.05 por el cual se acepta la variable alterna H1, Existe diferencia significativa entre los resultados de resistencia a la compresión de las probetas con 0%, 3%, 6%, 9%, 12% y 15% de adición de cenizas de caña de azúcar.

CAPÍTULO V. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Discusiones.

Caracterización de agregados

- Realizado el ensayo de análisis granulométrico del agregado tenemos que el módulo de finura es de 2.89 encontrándose dentro del rango 2.3 y 3.1 que nos estipula la norma 400.037.
- En el análisis granulométrico del agregado grueso, se obtuvo como resultado que el Tamaño Máximo fue de 1/2" y el tamaño máximo nominal de 3/8" con los parámetros de HUSO 8.
- En el ensayo de contenido de humedad nos dio 0.65% en el fino y 0.70% en el agregado grueso.
- En cuanto al ensayo de peso unitario seco suelto (PUSS) en el agregado grueso nos dio como resultado 1260 kg/m³ y para el agregado fino 1440 kg/m³.
- En ensayo de peso unitario seco compacto (PUSC) del agregado grueso 1380 kg/m³ y en el agregado fino 1540 kg/m³.
- En el ensayo de absorción del agregado fino se obtuvo 0.56% y para el agregado grueso 1.99%
- Correspondiente al ensayo de peso específico (PeA) del agregado fino se obtuvo 2730 kg/m³ y del agregado grueso 2720 kg/m³.

Diseño de mezcla del concreto

- Mediante el diseño de mezcla patrón se ha logrado obtener un concreto de acuerdo a como nos indica la norma del método de diseño de mezclas del comité ACI 211, de esta manera obtuvimos los resultados para un concreto de $f'c=380 \text{ kg/cm}^2$,

Asentamiento del concreto

- Mediante el ensayo de asentamiento del concreto se comprobó que el concreto patrón cumple con el parámetro establecido en el diseño de mezcla de concreto de 3 pulgadas.

Resistencia a la compresión

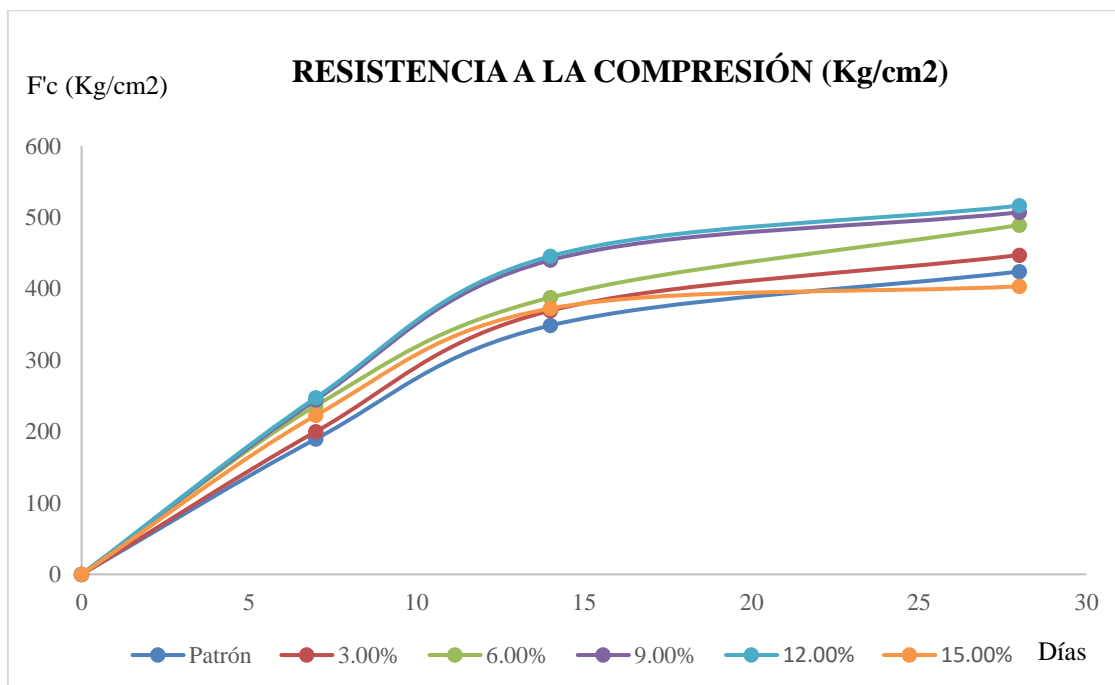
- Para los resultados de resistencia a la compresión se sacó el promedio de las tres probetas ensayadas con cada porcentaje de adición, así como las probetas patrón (0 % de adición), con los valores hallados de las probetas patrón cumplen con el diseño de mezclas $f'c=440 \text{ kg/cm}^2$. - Para una edad de curado de 7 días, 14 días y 28 días: Para la probeta de concreto patrón se obtuvo una resistencia promedio de 200.05 kg/cm^2 , 369.31 kg/cm^2 y 447.16 kg/cm^2 respectivamente y para las probetas de adoquines con adición en varios porcentajes de cenizas de caña de azúcar se obtuvieron resultados como lo muestra la tabla.

Tabla 71: Resistencia a la compresión

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm ²)			
Tipo del concreto	7	14	28
Patrón	189.76	348.57	424.05
3.00%	200.05	369.31	447.16
6.00%	236.30	387.70	489.20
9.00%	244.41	440.05	506.96
12.00%	247.57	445.62	516.33
15.00%	222.79	372.38	403.31

Fuente: Elaboración propia.

Figura 6: Gráfica de Resistencia a la Compresión.



Fuente: Base de datos.

Como podemos analizar en los resultados de las edades de curado a los 7 días, 14 días y 28 días, con respecto a las variaciones de la adición de cenizas de caña de azúcar, muestran un aumento considerable en la resistencia a la compresión hasta el 12% de adición de cenizas cumpliendo lo que indica la Norma Técnica Peruana (NTP) 399.611, a partir del 15% de adición disminuye su resistencia con respecto a las probetas patrón de adoquines tipo II, disminuye su resistencia porque al quitar más cemento y agregarle cenizas en su reemplazo su trabajabilidad aumenta.

Absorción

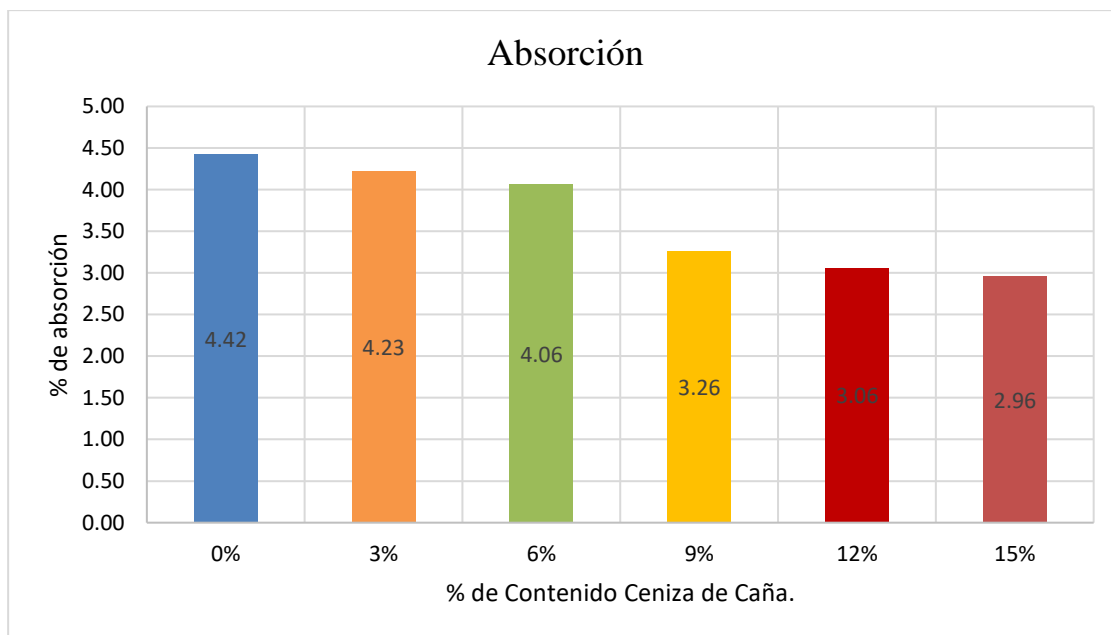
De acuerdo a la NTP 399.604 nos indica que para un promedio de 3 muestras debe ser menor al 5%, y por unidad debe de ser menor al 7%.

Para los resultados de absorción se realizó el cálculo del promedio de tres probetas ensayadas con cada porcentaje de adición, así como las probetas patrón (0 % de adición), con los valores hallados de las probetas patrón cumplen con la NTP 399.604.

Para las probetas de concreto patrón se obtuvo una absorción promedio de 4.42 %, 4.23% para probetas con el 3% de adición, 4.06 % de absorción para probetas con 6% de adición, 3.26% de absorción para probetas con 9% de adición, 3.06% de absorción para probetas con 12% de adición, 2.96 de absorción para probetas con 15% de cenizas de caña de azúcar.

En cuanto a los resultados obtenidos estamos entre los parámetros que nos estipula la norma NTP 339.604, también nos podemos dar cuenta que al agregar ceniza de caña de azúcar (3%, 6%, 9%, 12%, 15%) el porcentaje de absorción disminuye considerablemente ya que al agregar ceniza de caña de azúcar por ser un material fino y al ser mezclado con el material cementante que es el cemento hace que el concreto no tenga muchos poros y esto lo hace impermeable al concreto.

Figura 7: Absorción de adoquines.



Fuente: Base de datos.

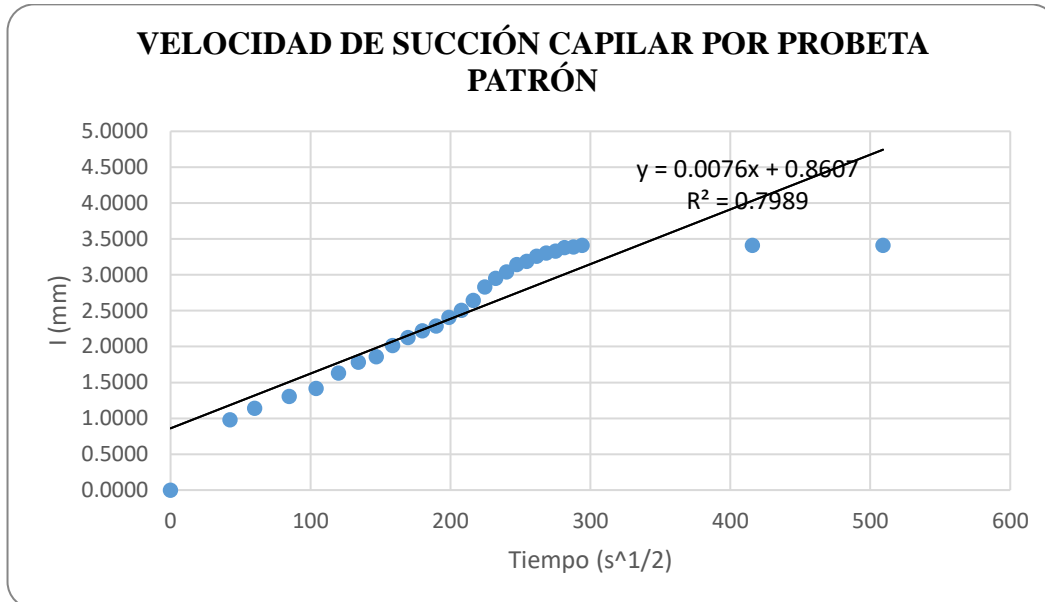
Succión capilar

La succión capilar es producida por la adherencia de las moléculas de agua en las paredes de los poros que contiene el concreto. La velocidad de succión tiene como parámetro que nos indica la velocidad de transporte de agua, es muy importante hacer este tipo de ensayo en el concreto para ver si es apto para ser usado en ambientes agresivos. Ya que en ambientes agresivos se produce corrosión en las estructuras generada por la carbonatación del recubrimiento o por el ingreso de cloruros al concreto. Además, tenemos también la agresividad de sulfatos y ácidos. Una baja velocidad de succión capilar hace que el concreto sea más durable gracias a que evita que ingresen los sulfatos y los cloruros que puedan dañar cual sea el tipo de estructura de concreto.

A continuación, en las figuras se muestra la velocidad de succión capilar para diferentes porcentajes de ceniza de bagazo de caña de azúcar (0%, 3%, 6%, 9%, 12% y 15%), donde se

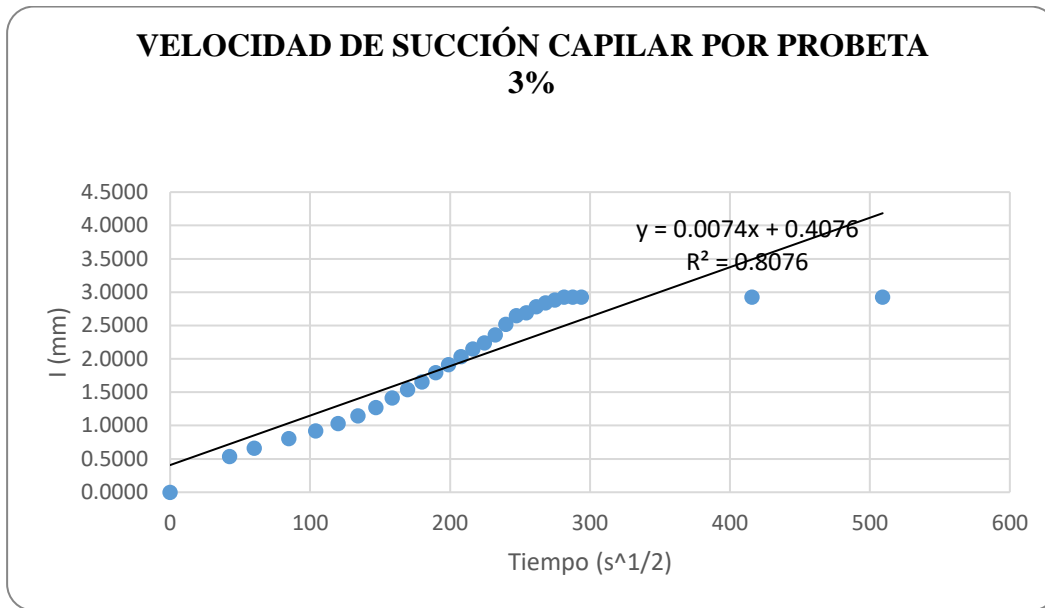
describe que mientras aumenta el porcentaje de ceniza de bagazo de caña de azúcar la velocidad de succión es menor.

Figura 8: Succión capilar de probeta patrón.



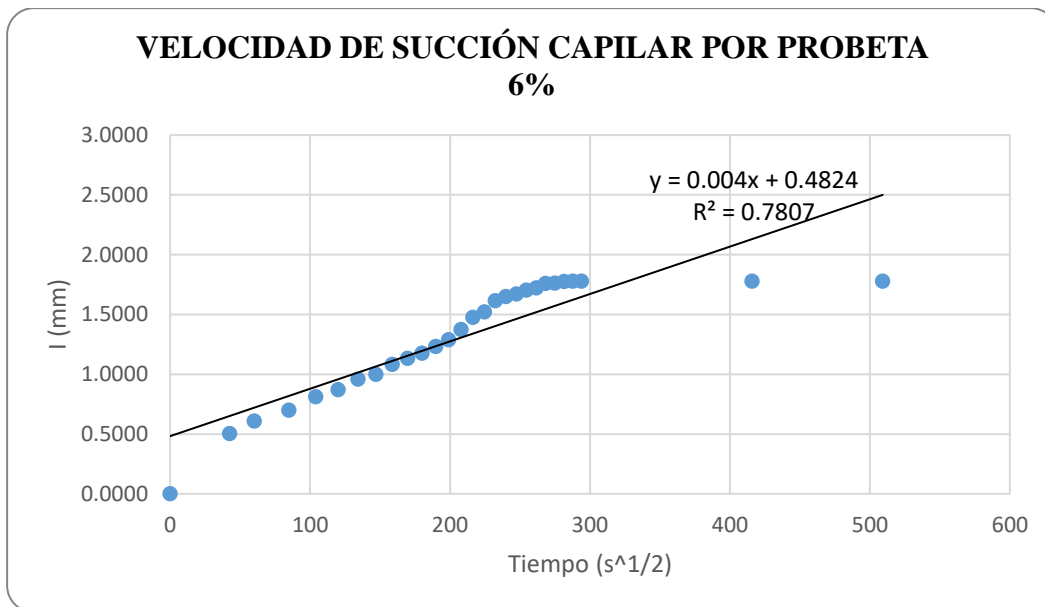
Fuente: Base de datos.

Figura 9: Velocidad de succión de probeta al 3%.



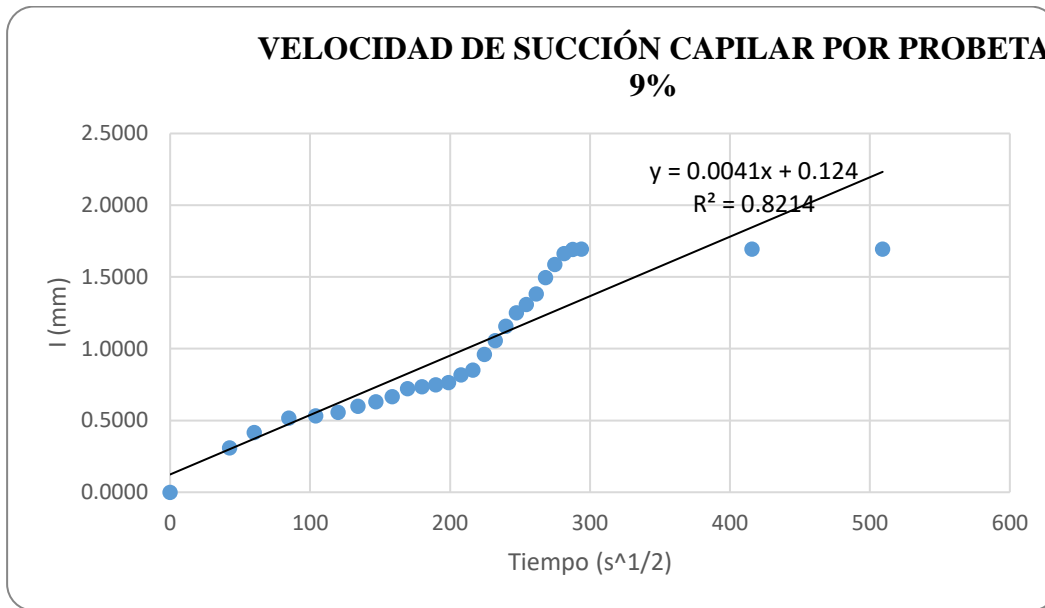
Fuente: Base de datos.

Figura 10: Velocidad de succión capilar al 6%.



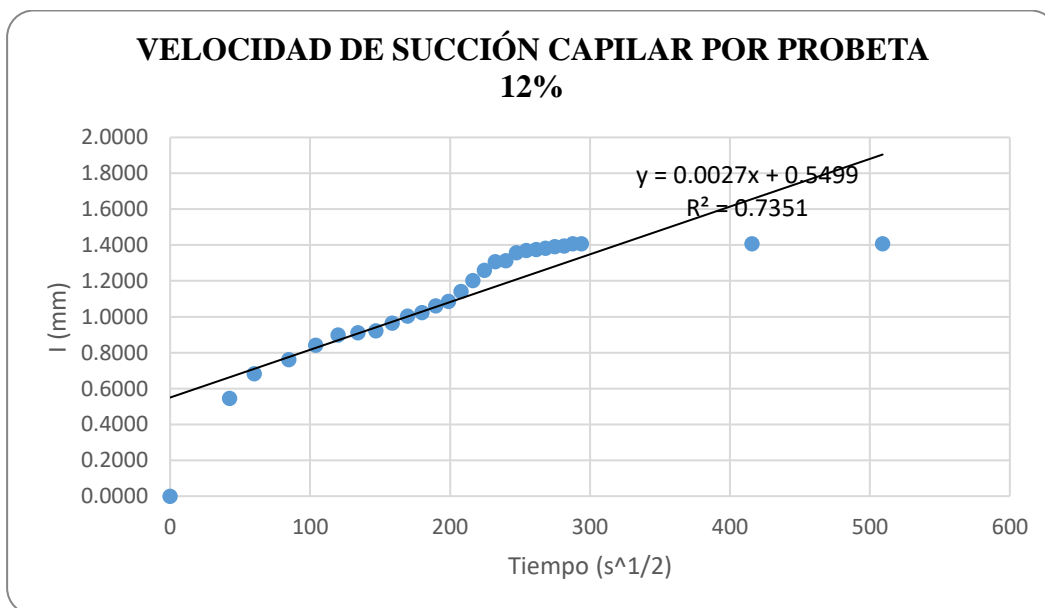
Fuente: Base de datos.

Figura 11: Velocidad de succión capilar al 9%.



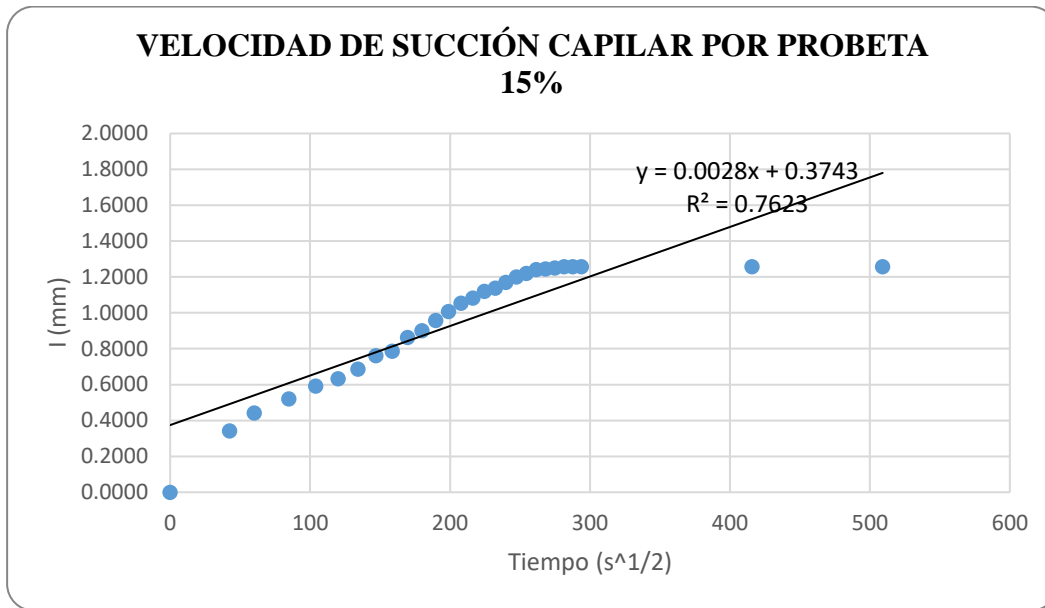
Fuente: Base de datos.

Figura 12: Velocidad de succión capilar al 12%.



Fuente: Base de datos.

Figura 13: Velocidad de succión capilar al 15%.



Fuente: Base de datos.

Conclusiones

- Se determinó la influencia de adoquines de concreto con adición de cenizas de caña de azúcar sobre las propiedades físicas y mecánicas de adoquines tipo II para pavimentos, teniéndose que entre la propiedad mecánica de compresión un aumento al 12% de ceniza, mientras que en la absorción se obtuvo que al 15% de ceniza una disminución de la absorción con respecto a las muestras sin ceniza.
- Se elaboró adoquines con adición de caña de azúcar empleando la caracterización de los agregados según las NTP. En el agregado grueso se obtuvo un TMN de 3/8, un contenido de humedad de 0.70%, un PUS de 1260 Kg/m³ junto a un PUC de 1380 Kg/m³ y un peso específico de masa de 2690 Kg/m³ y además para el agregado fino se obtuvo 0.65% de humedad, para el PUS se tuvo 1440 Kg/m³ y para el PUC una cantidad de 1540 Kg/m³ y para su peso específico de masa 2560Kg/m³, además se elaboraron adoquines de concreto adicionando cenizas de caña de azúcar según la Norma Técnica Peruana (NTP) 399.611.
- Se obtuvo la mezcla adecuada en el diseño de concreto de adoquines de acuerdo al procedimiento del método de diseño de mezclas del comité ACI 211 obteniendo la dosificación más óptima del 12% de adición de cenizas de caña de azúcar con la siguiente proporción de cemento de 15.81 Kg, Ceniza de 1.62 Kg, Agua de 7.58 L, Arena de 27.48 Kg. Y Piedra de 24.06 Kg.
- Se analizaron las propiedades físicas y mecánicas de adoquines, entre las mecánicas se analizó la curva de crecimiento de Resistencia a la Compresión en los adoquines y se obtuvo que al 12% de cenizas de caña de azúcar presentó mayor resistencia a

compresión de 516.33 kg/cm² a los 28 días y a partir de esto se determinó que a más porcentaje como al 15%. El porcentaje de adición de ceniza disminuye la resistencia considerablemente a 403.31 Kg/cm², también se analizó las propiedades físicas como: la absorción en las muestras sin ceniza y se obtuvo 4.42% en comparación a las muestras con 15% que tienen una absorción de 2.96%. se concluye que a mayor proporción de ceniza existe una menor absorción, además para la succión se concluye que a mayor porcentaje de ceniza se tiene una menor velocidad de succión.

Recomendaciones

- Se recomienda evaluar el ciclo de hielo y deshielo para el caso de usar adoquines en climas fríos.
- Se recomienda evaluar los adoquines empleando el cemento tipo V para el caso de suelos con presencia de sulfatos.
- Se recomienda hacer una comparación con diferentes tipos de ceniza en los adoquines con ceniza volante o también empleando ceniza de cascarilla de arroz.
- Se recomienda que el proceso de vibrado sea adecuado con el fin de no generar burbujas de aire en la mezcla.
- Se recomienda evaluar cómo influye la ceniza de bagazo de caña de azúcar a la abrasión en adoquines de tránsito pesado, también evaluar su durabilidad

REFERENCIAS

- Arevalo, V., & López, c. (2017). *Diseño de una fábrica de adoquines de garbancillo residual en el departamento de Piura*. Piura.
- Armando, C. (2017). Producción de caña de azúcar en el Perú, perspectivas. *Dirección general de políticas agrarias*, 4.
- Bahamondes, R. (2013). *Análisis de métodos de diseño de pavimentos de adoquines de hormigón*. Chile.
- Barrantes, J., & Holguin, R. (2015). *Influencia del porcentaje de reemplazo de ceniza volante por cemento, sobre la resistencia a la compresión y absorción en la fabricación de adoquines de tránsito liviano*. Trujillo.
- Calderón, L., & Martínez, S. (2017). *Influencia del tamaño de partícula y del porcentaje de reemplazo de ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA) por cemento portland tipo I sobre la resistencia a la compresión, actividad puzolánica, y reactividad alcali-silice en morteros modificados*. Trujillo - Perú.
- Chávez, C. (2017). *"Empleo de la ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA) como sustituto porcentual del agregado fino en la elaboración del concreto hidráulico"*. Cajamarca.
- Cruz, H. (2019). *Influencia de cenizas de ladrillos artesanales en la resistencia a la compresión de adoquines de concreto*. Trujillo - Perú.
- Jara, R., & Palacios, R. (2015). *Utilización de la ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA) como sustituto porcentual del cemento en la elaboración de ladrillos de concreto*. Nuevo Chimbote.
- Libreros, J., & Henao, S. (2016). *Evaluación de la ceniza proveniente del bagazo de caña de azúcar como material cementante alternativo para la elaboración de mortero*. Cali.
- Lopez, M., & Pinedo, M. (2015). *"Mejoramiento de las características físico mecánicas de adoquines de cemento para pavimentación, adicionando escoria de horno eléctrico en su proceso de fabricación - nuevo chimbote - 2015"*. Nuevo Chimbote.
- Miranda, R., & Calle, R. (2012). *Bases hacia el desarrollo sostenible: ventajas y aplicaciones de los pavimentos de adoquines de concreto en centros históricos y alrededores de las principales ciudades y aeropuertos de la macro región sur como una alternativa de pavimentos durables*. Arequipa.
- Montiel, J. L. (2017). *Uso de agregados reciclados para la fabricación de adoquines que se puedan utilizar en la pavimentación de calles, avenidas y pasos peatonales*. México.
- Norma Técnica Peruana NTP 399.611. (2015). *Unidades de Albañilería. Adoquines de concreto para pavimentos*. Lima, Perú.
- Norma Técnica Peruana NTP 334.009. (2013). *Cementos Portland. Requisitos*. Lima.
- Norma Técnica Peruana NTP 339.185. (2013). *Norma Técnica Peruana NTP 339.185*. Lima, Perú.
- Norma Técnica Peruana NTP 400.012. (2013). *Agregados. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global*. Lima - Perú.
- Norma Técnica Peruana NTP 400.017. (2011). *Agregados. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (Peso Unitario) y los vacíos en los agregados*. Lima, Perú.

- Norma Técnica Peruana NTP 400.021. (2013). *Agregados. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso*. Lima, Perú.
- Norma Técnica Peruana NTP 400.022. (2013). *Agregados. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino*. Lima, Perú.
- Norma Técnica Peruana NTP 400.037. (2014). *Agregados. Especificaciones normalizadas para agregados en concreto*. Lima, Perú.
- NTP 334.009. (2013). *Cementos Portland. Requisitos*. Lima.
- Pasquel, E. (1999). *Temas de tecnología del concreto*. Lima.
- Pastor, H. H. (2017). *Efecto de la ceniza de bagazo de caña de azúcar en la resistencia a la compresión del concreto*. Trujillo - Perú.
- Rivera, G. (2013). *Concreto Simple*. Colombia.
- Rivva, E. (2010). *Tecnología del concreto: Materiales, Propiedades, y Diseños de mezclas*. Bogotá.
- Uriel, J. (2011). *"Comportamiento mecánico y físico del mortero a base de CBCA como árido en aplanados en muros"*. Xalapa Enríquez, México.

Anexo 1. Análisis granulométrico del agregado.

NORMA TÉCNICA	NTP 400.012
PERUANA	2013
Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias - INDECOPI Calle de La Prosa 104, San Borja (Lima 41) Apartado 145 Lima, Perú	
 AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global	
AGGREGATES. Standard test method for sieve analysis of fine, coarse and global aggregates	
2013-01-16 3ª Edición	
 PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL	
R.0006-2013/CNB-INDECOPI. Publicada el 2013-02-01	Precio basado en 15 páginas
LC.S.: 91.100.30	ESTA NORMA ES RECOMENDABLE
Descriptor: agregado, agregado grueso, agregado fino, serie, gradación, análisis por tamizado, análisis granulométrico	
© INDECOPI 2013	

Fuente: NTP 400.012

Anexo 2. Especificaciones de los agregados.

NORMA TÉCNICA **NTP 400.037**
PERUANA **2014**

Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias • INDECOPI
Calle de La Prosa 104, San Borja (Lima 41) Apartado 145 Lima, Perú

AGREGADOS. Especificaciones normalizadas para agregados en concreto

AGGREGATES. Standard Specification for Concrete Aggregates

Esta Norma Técnica Peruana adoptada por el INDECOPI está basada en la norma ASTM C 33/C33M:2013, Standard Specification for Concrete Aggregates, Derecho de autor de ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428, USA. -Reimpreso por autorización de ASTM International

2014-12-30
3ª Edición

R.0151-2014/CNB-INDECOPI. Publicada el 2015-01-14

Precio basado en 20 páginas

I.C.S.:91.100.30

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptores: Agregados, concreto, requisitos

Fuente: NTP 400.037

Anexo 3. Contenido de humedad

NORMA TÉCNICA	NTP 339.185
PERUANA	2013
Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias • INDECOPI	
Calle de La Prosa 104, San Borja (Lima 41) Apartado 145	
Lima, Perú	
 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado	
CONCRETE. Standard test method for total evaporable moisture content of aggregate by drying	
Esta Norma Técnica Peruana adoptada por el INDECOPI está basada en la norma ASTM C 566-13 Standard Test Method for Total Evaporable Moisture Content of Aggregate by Drying, Derecho de autor de ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428, USA. -Reimpreso por autorización de ASTM International.	
2013-08-07 2ª Edición	
R.0054-2013/CNB-INDECOPI Publicada el 2013-08-24	Precio basado en 08 páginas
I.C.S.: 91.100.30	ESTA NORMA ES RECOMENDABLE
Descriptor: Agregados, secado, contenido de humedad	© ASTM 2013 • © INDECOPI 2013

Fuente: NTP 339.185

Anexo 4. Peso unitario de los agregados.

NORMA TÉCNICA	NTP 400.017
PERUANA	2011

Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales No Arancelarias - INDECOPI
Calle De la Prosa 104, San Borja (Lima 41) Apartado 145 Lima, Perú

AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso Unitario”) y los vacíos en los agregados

AGGREGATE. Standard Test Method for Bulk Density (“Unit Weight”) and Voids in Aggregate

Esta Norma Técnica Peruana adoptada por el INDECOPI está basada en la Norma ASTM C 29/C29M-2009 Standard Test Method for Bulk Density (“Unit Weight”) and Voids in Aggregate, Derecho de autor de ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428, USA. -Reimpreso por autorización de ASTM International

2011-02-02
3ª Edición

R.0002-2011/ CNB- INDECOPI Publicada el 2011-03-12 Precio basado en 14 páginas
I.C.S.: 91.100.30 **ESTA NORMA ES RECOMENDABLE**
Descriptor: Agregados, densidad de masa, agregado grueso, densidad, agregado fino, peso unitario, vacíos en agregados

Fuente: NTP 400.017

Anexo 5. Peso específico y absorción del agregado grueso.

NORMA TÉCNICA	NTP 400.021
PERUANA	2013

Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias - INDECOPI
Calle de La Prosa 104, San Borja (Lima 41) Apartado 145
Lima, Perú

AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso

AGGREGATES. Standard test method Density, Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of coarse Aggregate

Esta Norma Técnica Peruana adoptada por el INDECOPI está basada en la Norma ASTM C 127-2012 Standard Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Coarse Aggregate. Derecho de autor de ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428, USA. -Reimpreso por autorización de ASTM International

2013-12-26
3ª Edición

R.0113-2013/CNB-INDECOPI Publicada el 2014-01-16 Precio basado en 17 páginas
I.C.S.: 91.100.30 **ESTA NORMA ES RECOMENDABLE**
Descriptores: absorción, agregado, densidad aparente, densidad relativa aparente, densidad, agregado fino; densidad relativa, gravedad específica

Fuente: NTP 400.021

Anexo 6. Peso específico y absorción del agregado fino.

NORMA TÉCNICA PERUANA	NTP 400.022 2013
Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias - INDECOPI Calle de La Prosa 104, San Borja (Lima 41) Apartado 145 Lima, Perú	
<p>AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino</p> <p>AGGREGATES. Standard test method Density, Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Fine Aggregate</p> <p>Esta Norma Técnica Peruana adoptada por el INDECOPI está basada en la Norma ASTM C 128-2012 Standard Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Fine Aggregate. Derecho de autor de ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428, USA. -Reimpreso por autorización de ASTM International</p> <p>2013-12-26 3ª Edición</p> <p>R.0113-2013/CNB-INDECOPI. Publicada el 2014-01-16 L.C.S.: 91.100.30</p> <p>Descriptores: absorción, agregado, densidad aparente, densidad relativa aparente, densidad, agregado fino; densidad relativa, gravedad específica</p>	
Precio basado en 20 páginas ESTA NORMA ES RECOMENDABLE	

Fuente: NTP 400.022

Anexo 7. Adoquines de concreto para pavimentos.

**NORMA TÉCNICA
PERUANA**

**NTP 399.611
2010 (revisada el 2015)**

Dirección de Normalización - INACAL
Calle Las Camelias 815, San Isidro (Lima 27)

Lima, Perú

**UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Adoquines de concreto
para pavimentos. Requisitos**

MASONRY UNITS. Solid concrete interlocking paving units. Requirements

**2015-12-11
2ª Edición**

R.N°010-2015-INACAL/DN. Publicada el 2015-12-25

Precio basado en 10 páginas

I.C.S.: 91.100.01

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptor: Unidad, albañilería, adoquín, concreto, pavimento, requisito

© INACAL 2015

Fuente: NTP 339.034

Tabla 72: Análisis de costos en adoquines patrón.

PRODUCCIÓN PARA UN METRO CUBICO DE CONCRETO EQUIVALENTE A 625 ADOQUINES DE (20 X 10 X 8 cm)					
PARTIDA	CONCRETO f'c = 380 kg/cm²	RENDIMIENTO:		20	M3/DIA
UNIDAD	M3	PRECIO TOTAL: S/. 668.23			
DESCRIPCION	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
MANO DE OBRA					S/. 250.64
OPERARIO	hh	2.00	0.80	67.20	53.76
OFICIAL	hh	2.00	0.80	53.70	42.96
PEON	hh	8.00	3.20	48.10	153.92
MATERIALES					S/. 380.07
AGREGADO FINO	m ³		0.8587	35.00	30.05
AGREGADO GRUESO de 3/8	m ³		0.7518	45.00	33.83
CEMENTO PORTLAND TIPO MS	bol		13.2136	23.80	314.48
AGUA PUESTA EN OBRA	m ³		0.2369	7.20	1.71
CENIZAS DE CAÑA DE AZUCAR 0%	kg			0.05	0.00
EQUIPOS					S/. 37.52
MEZCLADOR DE CONCRETO TAMBOR 23 HP 11 P3	hm	1.00	0.40	50.00	20.00
VIBRADOR DE CONCRETO 4HP 2.40"	hm	1.00	0.40	25.00	10.00
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00		7.52

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 73: Análisis de costos de adoquines al 3% de ceniza.

PRODUCCIÓN PARA UN METRO CUBICO DE CONCRETO EQUIVALENTE A 625 ADOQUINES DE TIPO II (20 X 10 X 8 cm)					
PARTIDA	CONCRETO f'c = 380 kg/cm ² + 3% DE CENIZAS		RENDIMIENTO:	20	M3/DIA
UNIDAD	M3			PRECIO TOTAL:	S/. 659.64
DESCRIPCION	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
MANO DE OBRA					S/. 250.64
OPERARIO	hh	2.00	0.80	67.20	53.76
OFICIAL	hh	2.00	0.80	53.70	42.96
PEON	hh	8.00	3.20	48.10	153.92
MATERIALES					S/. 371.48
AGREGADO FINO	m3		0.8587	35.00	30.05
AGREGADO GRUESO de 3/8	m3		0.7518	45.00	33.83
CEMENTO PORTLAND TIPO MS	bol		12.8172	23.80	305.05
AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.2369	7.20	1.71
CENIZAS DE CAÑA DE AZUCAR 3%	kg		16.84734	0.05	0.84
EQUIPOS					S/. 37.52
MEZCLADOR DE CONCRETO TAMBOR 23 HP 11 P3	hm	1.00	0.40	50.00	20.00
VIBRADOR DE CONCRETO 4HP 2.40"	hm	1.00	0.40	25.00	10.00
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00		7.52

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 74: Análisis de costos de adoquines de 6% de ceniza.

PRODUCCIÓN PARA UN METRO CUBICO DE CONCRETO EQUIVALENTE A 625 ADOQUINES DE TIPO II (20 X 10 X 8 cm)						
PARTIDA	CONCRETO f'c = 380 kg/cm ² +6% DE CENIZAS		RENDIMIENTO:		20	M3/DIA
UNIDAD	M3			PRECIO TOTAL:	S/. 651.05	
DESCRIPCION	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL	
MANO DE OBRA						S/. 250.64
OPERARIO	hh	2.00	0.80	67.20	53.76	
OFICIAL	hh	2.00	0.80	53.70	42.96	
PEON	hh	8.00	3.20	48.10	153.92	
MATERIALES						S/. 362.89
AGREGADO FINO	m3		0.8587	35.00	30.05	
AGREGADO GRUESO	m3		0.7518	45.00	33.83	
CEMENTO PORTLAND TIPO MS	bol		12.4208	23.80	295.61	
AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.2369	7.20	1.71	
CENIZAS DE CAÑA DE AZUCAR 6%	kg		33.6947	0.05	1.68	
EQUIPOS						S/. 37.52
MEZCLADOR DE CONCRETO TAMBOR 23 HP 11 P3	hm	1.00	0.40	50.00	20.00	
VIBRADOR DE CONCRETO 4HP 2.40"	hm	1.00	0.40	25.00	10.00	
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00		7.52	

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 75: Análisis de costos de adoquines al 9% de ceniza.

PRODUCCIÓN PARA UN METRO CUBICO DE CONCRETO EQUIVALENTE A 625 ADOQUINES DE TIPO II (20 X 10 X 8 cm)						
PARTIDA	CONCRETO f'c = 380 kg/cm ² + 9% DE CENIZAS		RENDIMIENTO:		20	M3/DIA
UNIDAD	M3				PRECIO TOTAL:	S/. 642.46
DESCRIPCION	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL	
MANO DE OBRA						S/. 250.64
OPERARIO	hh	2.00	0.80	67.20	53.76	
OFICIAL	hh	2.00	0.80	53.70	42.96	
PEON	hh	8.00	3.20	48.10	153.92	
MATERIALES						S/. 354.30
AGREGADO FINO	m ³		0.8587	35.00	30.05	
AGREGADO GRUESO	m ³		0.7518	45.00	33.83	
CEMENTO PORTLAND TIPO MS	bol		12.0244	23.80	286.18	
AGUA PUESTA EN OBRA	m ³		0.2369	7.20	1.71	
CENIZAS DE CAÑA DE AZUCAR 9%	kg		50.54202	0.05	2.53	
EQUIPOS						S/. 37.52
MEZCLADOR DE CONCRETO TAMBOR 23 HP 11 P3	hm	1.00	0.40	50.00	20.00	
VIBRADOR DE CONCRETO 4HP 2.40"	hm	1.00	0.40	25.00	10.00	
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00		7.52	

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 76: Análisis de costos de adoquines al 12% de ceniza.

PRODUCCIÓN PARA UN METRO CUBICO DE CONCRETO EQUIVALENTE A 625 ADOQUINES DE TIPO II (20 X 10 X 8 cm)						
PARTIDA	CONCRETO f'c = 380 kg/cm ² + 12% DE CENIZAS		RENDIMIENTO:		20	M3/DIA
UNIDAD	M3				PRECIO TOTAL: S/. 633.87	
DESCRIPCION	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL	
MANO DE OBRA						S/. 250.64
OPERARIO	hh	2.00	0.80	67.20	53.76	
OFICIAL	hh	2.00	0.80	53.70	42.96	
PEON	hh	8.00	3.20	48.10	153.92	
MATERIALES						S/. 345.71
AGREGADO FINO	m3		0.8587	35.00	30.05	
AGREGADO GRUESO	m3		0.7518	45.00	33.83	
CEMENTO PORTLAND TIPO MS	bol		11.6280	23.80	276.75	
AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.2369	7.20	1.71	
CENIZAS DE CAÑA DE AZUCAR 12%	kg		67.38936	0.05	3.37	
EQUIPOS						S/. 37.52
MEZCLADOR DE CONCRETO TAMBOR 23 HP 11 P3	hm	1.00	0.40	50.00	20.00	
VIBRADOR DE CONCRETO 4HP 2.40"	hm	1.00	0.40	25.00	10.00	
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00		7.52	

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 77: Análisis de costos de adoquines al 15% de ceniza.

PRODUCCIÓN PARA UN METRO CUBICO DE CONCRETO EQUIVALENTE A 625 ADOQUINES DE TIPO II (20 X 10 X 8 cm)						
PARTIDA	CONCRETO f'c = 380 kg/cm ² + 15% DE CENIZAS		RENDIMIENTO :		20 M3/DIA	
UNIDAD	M3					PRECIO TOTAL: S/. 625.27
DESCRIPCION	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL	
MANO DE OBRA						S/. 250.64
OPERARIO	hh	2.00	0.80	67.20	53.76	
OFICIAL	hh	2.00	0.80	53.70	42.96	
PEON	hh	8.00	3.20	48.10	153.92	
MATERIALES						S/. 337.11
AGREGADO FINO	m3		0.8587	35.00	30.05	
AGREGADO GRUESO	m3		0.7518	45.00	33.83	
CEMENTO PORTLAND TIPO MS	bol		11.2316	23.80	267.31	
AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.2369	7.20	1.71	
CENIZAS DE CAÑA DE AZUCAR 15%	kg		84.2367	0.05	4.21	
EQUIPOS						S/. 37.52
MEZCLADOR DE CONCRETO TAMBOR 23 HP 11 P3	hm	1.00	0.40	50.00	20.00	
VIBRADOR DE CONCRETO 4HP 2.40"	hm	1.00	0.40	25.00	10.00	
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00		7.52	

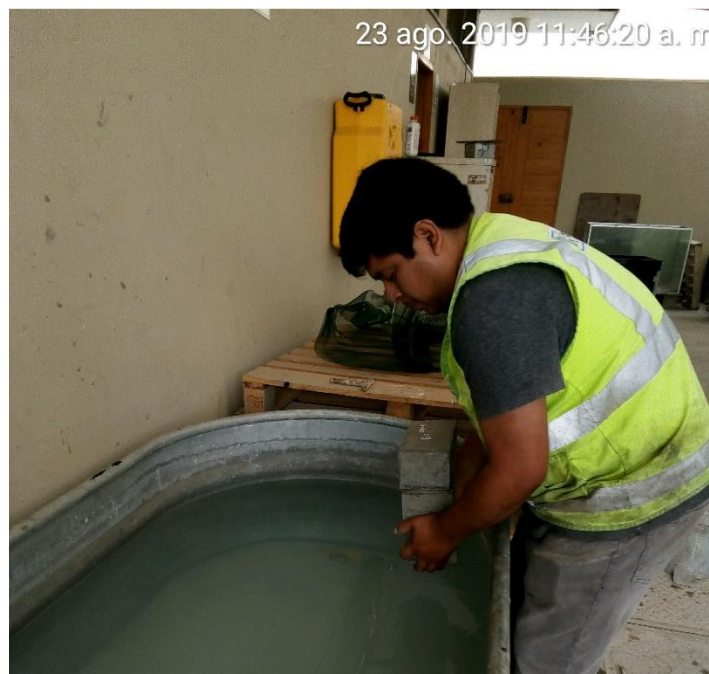
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 1: Codificación de Adoquines



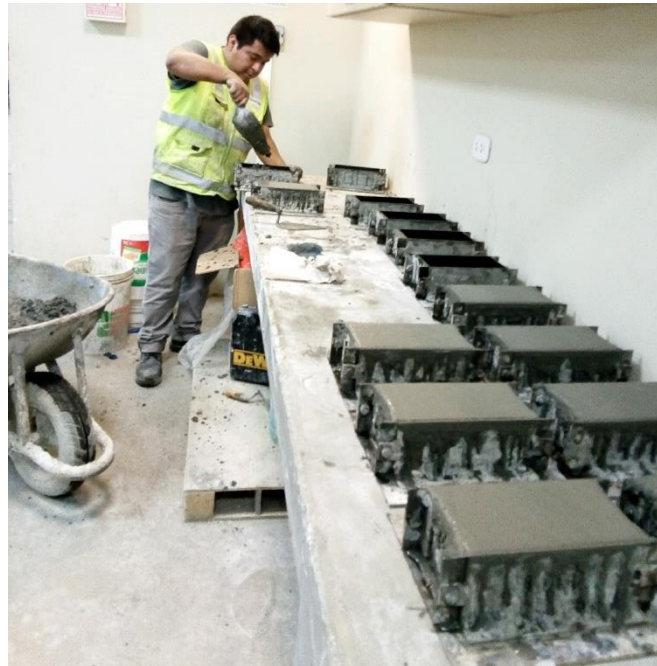
Fuente Elaboración Propia, 2019

Figura 2: Adoquines en la poza de curado



Fuente Elaboración Propia, 2019

Figura 3: Vaciado de concreto en moldes para Adoquin



Fuente Elaboración Propia, 2019

Figura 4: Vibrado de Adoquines



Fuente Elaboración Propia, 2019

Figura 5: Adoquín puesto a resistencia a compresión



Fuente Elaboración Propia, 2019

Figura 6: Adoquines sometidos a compresión



Fuente Elaboración Propia, 2019

Figura 7: Ingreso de adoquines en la poza de curado



Fuente Elaboración Propia, 2019

Figura 8: secado superficial para ensayo de absorción



Fuente Elaboración Propia, 2019

Figura 9: Pesado de Adoquín para absorción



Fuente Elaboración Propia, 2019

Figura 10: Peso sumergido de adoquín



Fuente Elaboración Propia, 2019

Figura 11: Falla lateral de adoquín después del ensayo de compresión



Fuente Elaboración Propia, 2019

Figura 12: Cortes de probetas para ensayo de succión



Fuente Elaboración Propia, 2019

Figura 13: Adoquines cortados para ensayo de succión



Fuente Elaboración Propia, 2019

Figura 14: Adoquines de 15 % de adición de ceniza sometido a compresión



Fuente Elaboración Propia, 2019

Figura 15: adoquines siendo impermeables con sika impermur para ensayo a succión



Fuente Elaboración Propia, 2019

Figura 16: Cantera el Milagro



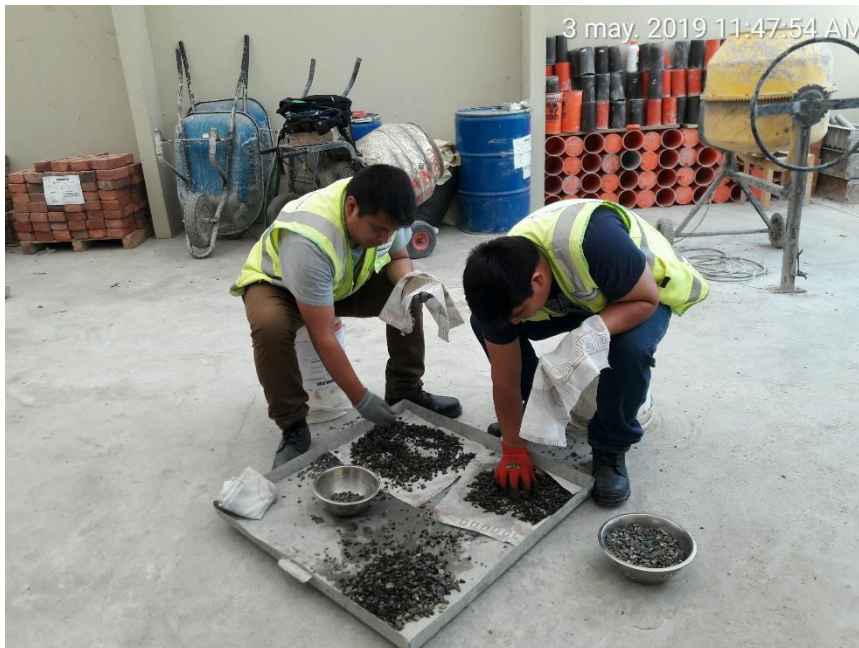
Fuente Elaboración Propia, 2019

Figura 17: *Peso Unitario Compactado del Agregado Grueso*



Fuente *Elaboración Propia, 2019*

Figura 18: *Absorción del Agregado Grueso*



Fuente *Elaboración Propia, 2019*

Figura 19: Peso Sumergido del Agregado Grueso



Fuente Elaboración Propia, 2019

Figura 20: Análisis Granulométrico



Fuente Elaboración Propia, 2019

Figura 21. Secado del Agregado fino para absorción



Fuente Elaboración Propia, 2019

Figura 22. Agregado fino en picnómetro para absorción



Fuente Elaboración Propia, 2019

Figura 23. Adoquines para succión.



Fuente Elaboración Propia, 2019

CERTIFICADO

DE ENSAYOS EN LABORATORIOS

El que suscribe, Wesley John Leonardo Carrasco, hace constar por medio de la presente que los Sres. Linder Yan Correa Briceño y Harold Rafael Polo Sabogal, identificados con D.N.I N° 48109155 y 47259634 respectivamente, han realizado los ensayos de granulometría, peso unitario suelto y compactado, contenido de humedad, peso específico, absorción, succión, conformación, curado y compresión de especímenes de concreto para adoquines, en las instalaciones del **Laboratorio de Concreto** de esta universidad, requeridos para la tesis ***“Influencia de la adición de ceniza de caña de azúcar sobre las propiedades físicas y mecánicas de adoquines tipo II para pavimentos de tránsito liviano, Trujillo 2019”***; los resultados obtenidos se encuentran registrados en nuestro archivo.

Se expide esta certificación a solicitud de los interesados, para los fines que estime conveniente.

Trujillo, 02 de enero del 2020



Wesley J. Leonardo Carrasco
Supervisor de Laboratorio

Ing. Carlos Pérez

945417589

AGROINDUSTRIAL LAREDO S.A.A.
SECRETARÍA GERENCIAL GENERAL
Fecha: N° Reg.
D.S.

**SOLICITA CENIZA DE CAÑA DE AZÚCAR
PARA EJECUTAR PROYECTO DE TESIS**

Señor: Luis Fernando Piza - Gerente General de Agroindustrial Laredo s.a.a.

Carla
Monte
Procedencia el
agosto JRP

Yo, LINDER YAN CORREA BRICEÑO, identificado con Documento Nacional de Identidad N° 48109155, con domicilio en AV. Honorio delgado 375 URB. El Bosque. Trujillo, ante Usted expongo:

Que habiendo culminado mi carrera de ING CIVIL en la universidad privada del norte con el grado de bachiller, estoy ejecutando mi proyecto de tesis titulada "INFLUENCIA DEL PORCENTAJE DE CENIZA DE CAÑA DE AZÚCAR SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA CEMENTO -ARENA EN LA CIUDAD DE TRUJILLO 2019",

La unidad de albañilería Cemento-Arena es aún motivo de investigaciones las cuales buscan mejorar las características y resistencia de este material de construcción, como es el caso de la presente investigación, en la que se realizará en la universidad privada del norte en el laboratorio de concreto. se utilizará ceniza de caña de azúcar para evaluar los resultados de esta adición

El objetivo de esta investigación es evaluar la adición de ceniza de caña de azúcar en porcentajes de 1.5%, 3.0% y 4.0% en las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo con la finalidad de diagnosticar sus ventajas o desventajas en la elaboración de éstos. Se planteó la hipótesis de que la adición de ceniza de caña de azúcar, en porcentajes de 1.5%, 3.0% y 4.0%, en unidad cemento-arena, mejoraba sus propiedades mecánicas, en resistencia a compresión hasta en 5%, en resistencia a flexión hasta en un 10%, y mantiene su propiedad física de resistencia a la absorción de agua. Se elaborará un total de 400 unidades de albañilería con los diversos porcentajes de adición de ceniza de caña de azúcar. De los cuales se ensayarán.

Unidades a compresión (100), absorción (100), flexión (100), unidad patrón (100). Los resultados mostraran que la ceniza de caña de azúcar para los porcentajes de 1.5%, 3.0% y 4.0%.


Se determinará que La adición de ceniza de caña de azúcar en la resistencia a compresión de la unidad de albañilería cemento-arena para los porcentajes de 1.5%,

3.0% y 4.0%, los cuales superan hasta en un 32% la resistencia a compresión de un adobe patrón según la norma E.080 (21.17 kg/cm²).

Solicito que me pueda dar la facilidad para poder Adquirir ceniza y así poder ejecutar mi proyecto de tesis, la cantidad es un promedio de 50kg:

Por lo expuesto:
Solicito acceder a mi petición.

Trujillo, 06 de Mayo del 2019



Linder Correa Briceño

Se envía solicitud aprobada.

Quedo atento a su pronta respuesta.



Miguel Valle Quijano
Supervisor de Área Técnica
Agroindustrial Laredo
AV. Trujillo S/N - Zona Industrial - Laredo
Trujillo, Perú
Tel: 51 (44) 483200 Ext. 3309
Celular: 989218740
www.agroindustrialaredo.com

De: Asistente Proyectos <asistente.proyectos@agroindustrialaredo.com>

Enviado el: jueves, 16 de mayo de 2019 09:11

Para: Miguel A. Valle Quijano <miguel.valle@agroindustrialaredo.com>

Asunto: RV: RECURSOS HUMANOS - SOLICITUD DE CENIZA DE CAÑA DE AZÚCAR PARA EJECUTAR PROYECTO DE TESIS

Ing. Miguel Valle buenos días

Respecto a la solicitud de ceniza de bagazo ya fue aceptada por el Ing. Luis Fernando Piza por lo cual lo que se busca es brindarle las facilidades al Estudiante

Se requiere apoyo para ingreso de Estudiante para el recojo de material solicitado los datos del solicitante son :

LINDER YAN CORREA BRICEÑO - DNI: 48109155

-La fecha de Ingreso : **17/05/2019 hora 09:00 am**

- **Se adjunta solicitud aprobada por gerencia General**

Favor solicitar apoyo de Almacén General

GRACIAS

Carlos Adolfo Flores Ríos

De: Sonia Abanto Sheen
Enviado el: jueves, 16 de mayo de 2019 16:16
Para: Miguel A. Valle Quijano; Sheyla Jackeline Collave Reyes
CC: Carlos Perez; Asistente Proyectos; Carlos Adolfo Flores Ríos; Alex Lester León Yataco; Vigilancia Puerta Principal; José Moises Yupanqui Alva
Asunto: RE: RECURSOS HUMANOS - SOLICITUD DE CENIZA DE CAÑA DE AZÚCAR PARA EJECUTAR PROYECTO DE TESIS

Buenas tardes:
Permitir ingreso del estudiante al Almacén General para el recojo de ceniza
Coordinar con SISO

Cordialmente,



Sonia Abanto Sheen
Asistente de Relaciones Laborales

Agroindustrial Laredo
AV. Trujillo S/N - Zona Industrial - Laredo
Trujillo, Peru
Tel: 51 (44) 483200 Ext. 3274 RPC: 951207701
www.agroindustriallaredo.com

De: Miguel A. Valle Quijano
Enviado el: jueves, 16 de mayo de 2019 10:36
Para: Sheyla Jackeline Collave Reyes <sheyla.collave@agroindustriallaredo.com>; Sonia Abanto Sheen <sonia.abanto@agroindustriallaredo.com>
CC: Carlos Perez <carlos.perez@agroindustriallaredo.com>; Asistente Proyectos <asistente.proyectos@agroindustriallaredo.com>; Carlos Adolfo Flores Ríos <carlos.flores@agroindustriallaredo.com>; Alex Lester León Yataco <alex.leon@agroindustriallaredo.com>; Vigilancia Puerta Principal <vigilancia.principal@agroindustriallaredo.com>; José Moises Yupanqui Alva <jose.yupanqui@agroindustriallaredo.com>
Asunto: RV: RECURSOS HUMANOS - SOLICITUD DE CENIZA DE CAÑA DE AZÚCAR PARA EJECUTAR PROYECTO DE TESIS

Estimadas Sheyla y Sonia

Se solicita el apoyo de ingreso para recoger una bolsa de 50 kg de ceniza de bagazo del almacén general, del estudiante LINDER YAN CORREA BRICEÑO - DNI: 48109155, para el día de mañana Viernes a horas 9 am.



Sol de Laredo

Agroindustrial Laredo S.A.A.
 Av. Trujillo S/N Zona Industrial Laredo
 La Libertad - Trujillo - Laredo
 Telef.: (51)(04) 445928 - 435010
 E-mail: azucar.laredo@agroindustrialaredo.com

R.U.C. N° 20132377783
GUÍA DE REMISIÓN
REMITENTE
0101 - 0065789

Fecha de Emisión: 17-05-2019 Fecha de Inicio de Traslado: 17-05-2019

Via (Tipo y Nombre) AV Erujillo **Domicilio de Partida**
N° S/N **Interior**
Distrito Laredo **Provincia** Erujillo **Dpto.** La Libertad
Zona Industrial

Via (Tipo y Nombre) AV - Honorios Delgado #375 - Urb **Domicilio de Llegado**
N° **Interior** **Zona** Boque
Distrito Laredo **Provincia** Erujillo **Dpto.** La Libertad

APellidos y Nombres / Razon Social
R.U.C. **D.N.I.**

Vehículo Marca Toyota **Unidad de transporte / Conductor**
Placa T31-619 **Constancia de Inscripción** D-18058326
Licencia de Conducir

Cantidad	Uso/medida	Descripción (Detalle de los Bienes)	Peso Neto
<u>04</u>	<u>Pz</u>	<u>4 sacos de ceniza para muestra.</u>	<u>50kg</u>

Transportista
Nombre Jon Ladislao Gutierrez
R.U.C. 18058326
Tipo **N°**
Fecha

Motivo del Traslado 6

- 1- Venta
- 2- Venta sujeta a confirmación del comprador
- 3- Compra
- 4- Compraventa
- 5- Donaciones
- 6- Traslado entre establecimientos de la misma empresa
- 7- Traslado de bienes para transformación
- 8- Regalo de bienes
- 9- Traslado por entrega definitiva de comp. De pago
- 10- Traslado sobre garantía
- 11- Reparación
- 12- Reparación
- 13- Venta sin Entrega a Termino
- 14- Otros Bienes
- (A) Embalado
- (B) Desembalado
- (C) ...

Agroindustrial Laredo S.A.A.
 Conformidad Cliente
DESTINATARIO

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

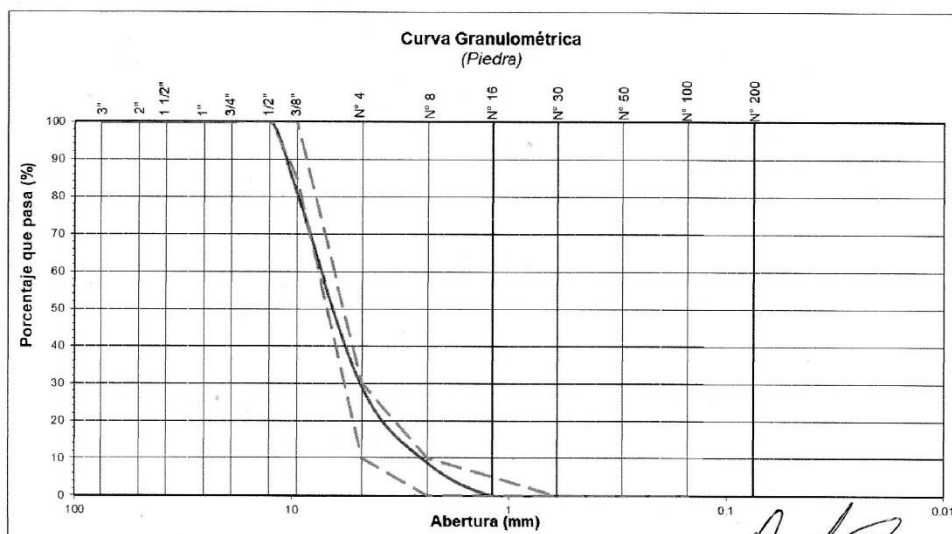
4.1. Ensayo de granulometría del agregado grueso

Tabla 26: Granulometría del agregado grueso

Tamiz	Abert. (mm)	Peso Ret. (gr)	% Ret (%)	% Ret. Acum. (%)	% Que Pasa (%)
3"	75.000	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.000	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.0	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.500	0.0	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.500	188.5	18.9	18.9	81.1
Nº 4	4.750	520.0	52.0	70.9	29.1
Nº 8	2.360	203.0	20.3	91.2	8.8
Nº 16	1.180	88.0	8.8	100.0	0.0
Nº 30	0.600	0.0	0.0	100.0	0.0
Nº 50	0.300	0.0	0.0	100.0	0.0
Nº 100	0.150	0.0	0.0	100.0	0.0
Fondo		0.0	0.0	100.0	0.0

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 4: Gráfica de granulometría piedra.



Fuente: Base de datos.

Coordinador de Laboratorio
Carrera de Ingeniería Civil

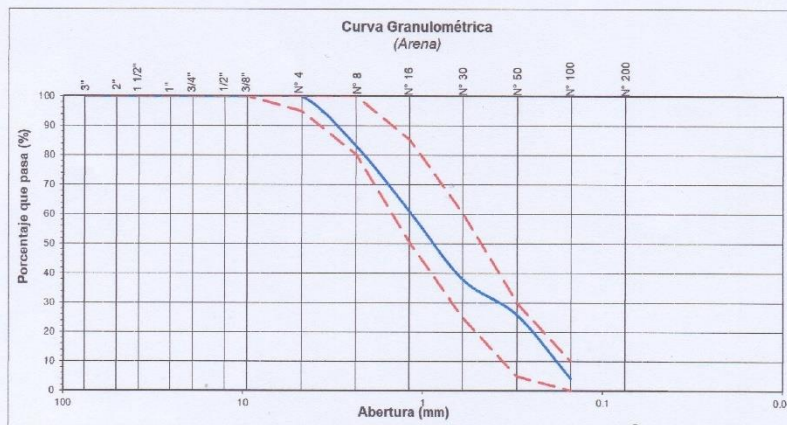
4.2. Ensayo de granulometría del agregado fino.

Tabla 27: Granulometría del agregado fino

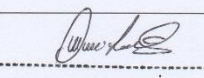
Tamiz	Abert. (mm)	Peso Ret. (gr)	% Ret (%)	% Ret. Acum. (%)	% Que Pasa (%)
3"	75.000	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.000	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.0	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.500	0.0	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.500	0.0	0.0	0.0	100.0
Nº 4	4.750	0.0	0.0	0.0	100.0
Nº 8	2.360	170.0	17.0	17.0	83.0
Nº 16	1.180	225.0	22.5	39.5	60.5
Nº 30	0.600	227.0	22.7	62.2	37.8
Nº 50	0.300	118.5	11.9	74.1	26.0
Nº 100	0.150	217.6	21.8	95.8	4.2
Fondo		40.0	4.0	99.8	0.2

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 5: Gráfica de granulometría de arena.

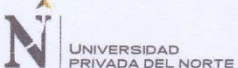


Fuente: Base de datos.


 Coordinador de Laboratorio
 Carrera de Ingeniería Civil

4.3. Ensayo de contenido de humedad del agregado fino

Tabla 28: Contenido de humedad del agregado fino.



CONTENIDO DE HUMEDAD

NTP 339.185

DATOS DE LA MUESTRA

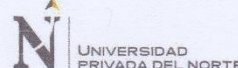
Identificación : AGREGADO FINO
Procedencia : CANTERA "EL MILAGRO"

Nº Muestra	Peso Inicial (gr)	Peso Final (gr)	W (%) Humedad individual	W promedio (%)
1	1000	993.4	0.66	0.65
2	1000	993.54	0.65	
3	1000	993.57	0.65	

Fuente: Elaboración Propia.

4.4. Ensayo de contenido de humedad del agregado grueso

Tabla 29: Contenido de humedad del agregado grueso.



CONTENIDO DE HUMEDAD

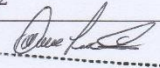
NTP 339.185

DATOS DE LA MUESTRA

Identificación : AGREGADO GRUESO TM: 1/2"
Procedencia : CANTERA "EL MILAGRO" TMN: 3/8"

Nº Muestra	Peso Inicial (gr)	Peso Final (gr)	W (%) Humedad individual	W promedio (%)
1	2000	1985.90	0.71	0.70
2	2000	1986.95	0.66	
3	2000	1985.70	0.72	

Fuente: Elaboración Propia.


 Coordinador de Laboratorio
 Carrera de Ingeniería Civil

4.5. Ensayo de peso unitario suelto del agregado fino

Tabla 30: Peso unitario suelto del agregado fino.

PESO UNITARIO SUELTO (NTP 400.022)					
DATOS DE LA MUESTRA					
Identificación :	AGREGADO FINO				
	SUELTO				
Procedencia :	CANTERA "EL MILAGRO"				
Nº MUESTRA	PESO DEL RECIPIENTE MAS AGREGADO SUELTO (kg)	PESO DEL RECIPIENTE (kg)	VOLUMEN DE MEDIDA (m ³)	PESO UNITARIO DEL AGREGADO (kg/m ³)	PROMEDIO (KG/M ³)
1	24.646	4.60	0.014060	1430	
2	24.758	4.60	0.014060	1440	1440
3	24.680	4.60	0.014060	1430	

Fuente: Elaboración Propia.



Coordinador de Laboratorio
Carrera de Ingeniería Civil

4.6. Ensayo de peso unitario compactado del agregado fino

Tabla 31: Peso unitario compactado del agregado fino.

PESO UNITARIO COMPACTADO

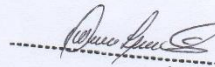
(NTP 400.022)

DATOS DE LA MUESTRA

Identificación : AGREGADO FINO
COMPACTADO
CANTERA " EL
Procedencia : MILAGRO "

Nº MUESTRA	PESO DEL RECIPIENTE MAS AGREGADO SUELTO (kg)	PESO DEL RECIPIENTE (kg)	VOLUMEN DE MEDIDA (m ³)	PESO UNITARIO DEL AGREGADO (kg/m ³)	PROMEDIO (KG/M ³)
1	26.106	4.60	0.014060	1530	
2	26.200	4.60	0.014060	1540	1540
3	26.124	4.60	0.014060	1540	

Fuente: Elaboración Propia.



Coordinador de Laboratorio
Carrera de Ingeniería Civil

4.7. Ensayo de peso unitario suelto del agregado fino

Tabla 32: Peso unitario suelto del agregado grueso.

PESO UNITARIO SUELTO

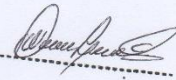
(NTP 400.022)

DATOS DE LA MUESTRA

Identificación : AGREGADO GRUESO SUELTO TM: 1/2"
 Procedencia : CANTERA "EL MILAGRO" TMN: 3/8"

Nº MUESTRA	PESO DEL RECIPIENTE MÁS EL AGREGADO SUELTO (kg)	PESO DEL RECIPIENTE (kg)	VOLUMEN DE MEDIDA (m ³)	PESO UNITARIO DEL AGREGADO (kg/m ³)	PROMEDIO (kg/m ³)
1	22.222	4.60	0.014060	1260	
2	22.184	4.60	0.014060	1250	1260
3	22.250	4.60	0.014060	1260	

Fuente: Elaboración Propia.

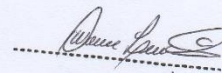

 Coordinador de Laboratorio
 Carrera de Ingeniería Civil

4.8. Ensayo de peso unitario compactado del agregado grueso

Tabla 33: Peso unitario compactado del agregado grueso.

PESO UNITARIO COMPACTADO (NTP 400.022)						
DATOS DE LA MUESTRA						
Identificación :	AGREGADO GRUESO COMPACTADO				TM:	1/2"
Procedencia :	CANTERA "EL MILAGRO"				TMN:	3/8"
Nº MUESTRA	PESO DEL RECIPIENTE MÁS EL AGREGADO SUELTO (kg)	PESO DEL RECIPIENTE (kg)	VOLUMEN DE MEDIDA (m ³)	PESO UNITARIO DEL AGREGADO (kg/m ³)	PROMEDIO (kg/m ³)	
1	24.200	4.60	0.014060	1400		
2	23.664	4.60	0.014060	1360	1380	
3	23.794	4.60	0.014060	1370		

Fuente: Elaboración Propia.



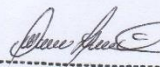
Coordinador de Laboratorio
Carrera de Ingeniería Civil

4.9. Ensayo de peso específico de masa y absorción del agregado grueso

Tabla 34: Peso específico de masa y absorción del agregado grueso.

PESO ESPECÍFICO DE MASA Y ABSORCIÓN				
(NTP 400.021)				
DATOS DE LA MUESTRA				
Identificación :	AGREGADO GRUESO	TM:	1/2"	
Procedencia :	CANTERA "EL MILAGRO"	TMN:	3/8"	
Nº MUESTRA	PESO DE LA MUESTRA SECA EN EL AIRE (gr)	PESO SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA (gr)	PESO EN EL AGUA DE LA MUESTRA SATURADA (gr)	
1	2452	2500	1553	
2	2454	2500	1547	
3	2448	2500	1548	
PESO ESPECÍFICO DE MASA DE MASA (PEM)	PESO ESPECÍFICO DE MASA ATURADA CON SUPERFICIE SECA (PeSSS)	PESO ESPECÍFICO APARENTE (Pea)	ABSORCIÓN	
2590	2640	2730	1.96	
2580	2630	2710	1.87	
2580	2630	2720	2.12	
PROMEDIO	2590	2630	2720	1.99

Fuente: Elaboración Propia.



Coordinador de Laboratorio
Carrera de Ingeniería Civil

4.10. Ensayo de peso específico de masa y absorción del agregado fino

Tabla 35: Peso específico de masa y absorción del agregado fino.

PESO ESPECIFICO Y PORCENTAJE DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO

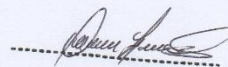
(NTP 400.022)

DATOS DE LA MUESTRA

Identificación : AGREGADO FINO
Procedencia : CANTERA MILAGRO

Nº MUESTRA	PESO DE ARENA SECA EN EL HORNO	PESO DE FIOLA + AGUA (gr)	PESO DE LA FIOLA+ MUESTRA+ AGUA	VOLUMEN DE AGREGADO UTILIZADO
	498	668	984	500
PEM (kg/cm ³)		2.69		
Pesss(kg/cm ³)		2.70		
PE A (kg/cm ³)		2.73		
ABSORCIÓN (%)		0.56		

Fuente: Elaboración Propia.



Coordinador de Laboratorio
Carrera de Ingeniería Civil

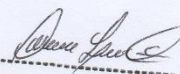
4.11. Diseño de mezcla.

Influencia de la Adición de ceniza de caña de azúcar sobre las propiedades físicas y mecánicas de adoquines tipo II para pavimentos de tránsito liviano, Trujillo 2019

Tabla 36: Diseño de mezcla.

PATRÓN	ADICIÓN DE CENIZAS DE CAÑA DE AZUCAR				
	3%	6%	9%	12%	15%
MATERIALES					
	0.54	1.08	1.62	2.16	2.70
Cemento tipo MS	17.97	17.43	16.89	15.81	15.27
Agua (L)	7.58	7.58	7.58	7.58	7.58
Arena (Kg)	27.48	27.48	27.48	27.48	27.48
Piedra (Kg)	24.06	24.06	24.06	24.06	24.06
Aire	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
PUC (Kg/m ³)	77.12	77.12	77.12	77.12	77.12

Fuente: Elaboración Propia.



Coordinador de Laboratorio
Carrera de Ingeniería Civil

4.12. Ensayo de resistencia a la compresión de adoquines

Tabla 37: Resistencia de adoquines patrón.

MUESTRA AL 0.00% (Kg/cm ²)									
Días	M1	M2	M3	M4	M5	M6	PROMEDIO	DESV. ESTN	COEF. VAR.
7	192.24	179.62	197.41	-	-	-	189.76	9.15	0.048
14	348.69	348.84	348.18	-	-	-	348.57	0.35	0.001
28	426.49	425.67	435.67	416.50	423.33	416.65	424.05	7.15	0.017

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 38: Resistencia de adoquines al 3% de Ceniza.

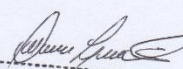
MUESTRA AL 3.00% (Kg/cm ²)									
Días	M1	M2	M3	M4	M5	M6	PROMEDIO	DESV. ESTN	COEF. VAR.
7	205.62	199.45	195.07	-	-	-	200.05	5.30	0.027
14	372.14	370.94	364.85	-	-	-	369.31	3.91	0.011
28	443.39	463.30	462.87	440.38	429.37	443.65	447.16	13.39	0.030

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 39: Resistencia de adoquines al 6% de Ceniza.

MUESTRA AL 6.00% (Kg/cm ²)									
Días	M1	M2	M3	M4	M5	M6	PROMEDIO	DESV. ESTN	COEF. VAR.
7	229.97	239.09	239.84	-	-	-	236.30	5.50	0.023
14	388.10	391.56	383.43	-	-	-	387.70	4.08	0.011
28	483.18	491.34	495.06	488.28	483.59	493.74	489.20	5.06	0.010

Fuente: Elaboración Propia.



Coordinador de Laboratorio
Carrera de Ingeniería Civil

Tabla 40: Resistencia de adoquines al 9% de Ceniza.

MUESTRA AL 9.00% (Kg/cm ²)									
Días	M1	M2	M3	M4	M5	M6	PROMEDIO	DESV. ESTN	COEF. VAR.
7	245.98	243.86	243.40	-	-	-	244.41	1.37	0.006
14	436.33	438.55	445.28	-	-	-	440.05	4.66	0.011
28	503.27	503.22	511.02	501.56	507.05	515.61	506.96	5.44	0.011

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 41: Resistencia de adoquines al 12% de Ceniza.

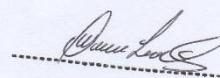
MUESTRA AL 12% (Kg/cm ²)									
Días	M1	M2	M3	M4	M5	M6	PROMEDIO	DESV. ESTN	COEF. VAR.
7	248.50	240.62	253.60	-	-	-	247.57	6.54	0.026
14	440.64	449.94	446.27	-	-	-	445.62	4.69	0.011
28	520.45	509.57	516.55	502.89	523.18	525.35	516.33	8.62	0.017

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 42: Resistencia de adoquines al 15% de Ceniza.

MUESTRA AL 15% (Kg/cm ²)									
Días	M1	M2	M3	M4	M5	M6	PROMEDIO	DESV. ESTN	COEF. VAR.
7	230.10	221.68	216.58	-	-	-	222.79	6.82	0.031
14	371.94	358.45	386.75	-	-	-	372.38	14.15	0.038
28	414.23	417.52	409.13	377.21	382.44	419.35	403.31	18.60	0.046

Fuente: Elaboración Propia.



Coordinador de Laboratorio
Carrera de Ingeniería Civil

4.13. ensayo de absorción de adoquines (NTP 399.604)

Tabla 43: Absorción de adoquines patrón.

DESCRIPCIÓN	M1.0%	M2.0%	M3.0%	Promedio
Peso saturado	3632.2	3617.8	3629.9	3627
peso seco al horno gr	3479.4	3468.2	3471.4	3473
peso sumerguido gr	2010	1996.5	2005.3	2004
Absorción kg/m ³	94.19	92.27	97.56	
Absorción (%)	4.39	4.31	4.57	
promedio		4.42		

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 44: Absorción de adoquines al 3% de ceniza.

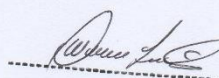
DESCRIPCIÓN	M1.3%	M2.3%	M3.3%	Promedio
Peso saturado	3655.5	3655.8	3636.4	3649
peso seco al horno gr	3514.2	3495.4	3494.3	3501
peso sumerguido gr	1987	2007	20.01	1338
Absorción kg/m ³	84.69	97.28	39.29	
Absorción (%)	4.02	4.59	4.07	
promedio		4.23		

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 45: Absorción de adoquines al 6% de ceniza.

DESCRIPCIÓN	M1.6%	M2.6%	M3.6%	Promedio
Peso saturado	3736.3	3739.5	3722.7	3733
peso seco al horno gr	3588.9	3594.5	3578.1	3587
peso sumerguido gr	2098	2101	2078	2092
Absorción kg/m ³	89.97	88.50	87.92	
Absorción (%)	4.11	4.03	4.04	
promedio		4.06		

Fuente: Elaboración Propia.



Coordinador de Laboratorio
Carrera de Ingeniería Civil

Tabla 46: Absorción de adoquines al 9% de ceniza.

DESCRIPCIÓN	M1.9%	M2.9%	M3.9%	Promedio
Peso saturado	3755	3805	3813.3	3791
peso seco al horno gr	3628.8	3683.2	3702.1	3671
peso sumergido gr	2140	2165	2172	2159
Absorción kg/m ³	78.14	74.27	67.55	
Absorción (%)	3.48	3.31	3.00	
promedio		3.26		

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 47: Absorción de adoquines al 12% de ceniza.

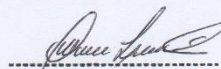
DESCRIPCIÓN	M1.12%	M2.12%	M3.12%	Promedio
Peso saturado	3769	3802.6	3794.7	3789
peso seco al horno gr	3648.4	3700	3680.4	3676
peso sumergido gr	2145	2160	2132	2146
Absorción kg/m ³	74.26	62.46	68.74	
Absorción (%)	3.31	2.77	3.11	
promedio		3.06		

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 48: Absorción de adoquines al 15% de ceniza.

DESCRIPCIÓN	M1.15%	M2.15%	M3.15%	Promedio
Peso saturado	3800	3820	3816	3812
peso seco al horno gr	3686.6	3704.8	3715.7	3702
peso sumergido gr	2125	2160	2142	2142
Absorción kg/m ³	67.70	69.40	59.92	
Absorción (%)	3.08	3.11	2.70	

Fuente: Elaboración Propia.



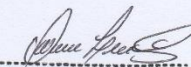
Coordinador de Laboratorio
Carrera de Ingeniería Civil

4.14. Ensayo de succión de adoquines

Tabla 49: Succión de adoquines patrón.

HORA	Testigo Tiempo		Tiempo (s ^{1/2})	Muestras			Promedio masa (g)	Diferencia masa (g)	I (mm)
	Segundos	Minutos		1 masa (g)	2 masa (g)	3 masa (g)			
	0	-	0	1148.10	1080.10	1159.10	1129.10	0.00	0.0000
0.5	1800	30	42.4	1158.60	1087.10	1165.10	1136.93	7.83	0.9792
1	3600	60	60.0	1159.70	1089.00	1166.00	1138.23	9.13	1.1417
2	7200	120	84.9	1160.90	1090.60	1167.10	1139.53	10.43	1.3042
3	10800	180	103.9	1161.80	1091.20	1168.30	1140.43	11.33	1.4167
4	14400	240	120.0	1165.50	1092.00	1169.00	1142.17	13.07	1.6333
5	18000	300	134.2	1166.30	1093.10	1170.70	1143.37	14.27	1.7833
6	21600	360	147.0	1166.80	1094.00	1171.10	1143.97	14.87	1.8583
7	25200	420	158.7	1167.20	1095.10	1173.40	1145.23	16.13	2.0167
8	28800	480	169.7	1167.90	1096.20	1174.20	1146.10	17.00	2.1250
9	32400	540	180.0	1168.40	1097.60	1174.60	1146.87	17.77	2.2208
10	36000	600	189.7	1168.90	1098.00	1175.30	1147.40	18.30	2.2875
11	39600	660	199.0	1169.50	1099.00	1176.60	1148.37	19.27	2.4083
12	43200	720	207.8	1170.10	1100.30	1177.00	1149.13	20.03	2.5042
13	46800	780	216.3	1171.10	1100.40	1179.30	1150.27	21.17	2.6458
14	50400	840	224.5	1172.00	1103.90	1179.40	1151.77	22.67	2.8333
15	54000	900	232.4	1173.10	1104.00	1181.00	1152.70	23.60	2.9500
16	57600	960	240.0	1174.20	1104.10	1182.00	1153.43	24.33	3.0417
17	61200	1020	247.4	1175.60	1104.10	1183.10	1154.27	25.17	3.1458
18	64800	1080	254.6	1176.30	1104.20	1183.30	1154.60	25.50	3.1875
19	68400	1140	261.5	1176.80	1105.40	1183.30	1155.17	26.07	3.2583
20	72000	1200	268.3	1177.00	1105.60	1184.00	1155.53	26.43	3.3042
21	75600	1260	275.0	1177.00	1106.10	1184.20	1155.77	26.67	3.3333
22	79200	1320	281.4	1177.20	1106.20	1185.00	1156.13	27.03	3.3792
23	82800	1380	287.7	1177.40	1106.20	1185.00	1156.20	27.10	3.3875
24	86400	1440	293.9	1177.60	1106.40	1185.20	1156.40	27.30	3.4125
48	172800	2880	415.7	1177.60	1106.40	1185.20	1156.40	27.30	3.4125
72	259200	4320	509.1	1177.60	1106.40	1185.20	1156.40	27.30	3.4125

Fuente: Elaboración Propia.

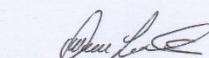


Coordinador de Laboratorio
Carrera de Ingeniería Civil

Tabla 50: Succión de adoquines al 3%.

HORA	Testigo Tiempo		Tiempo (s ^{1/2})	Muestras			Promedio masa (g)	Diferencia masa (g)	l (mm)
	Segundos	Minutos		1 masa (g)	2 masa (g)	3 masa (g)			
	0	-	0	1100.40	1132.60	1139.50	1124.17	0.00	0.0000
0.5	1800	30	42.4	1105.50	1136.20	1143.70	1128.47	4.30	0.5375
1	3600	60	60.0	1106.40	1137.20	1144.80	1129.47	5.30	0.6625
2	7200	120	84.9	1107.50	1138.80	1145.50	1130.60	6.43	0.8042
3	10800	180	103.9	1108.60	1139.60	1146.40	1131.53	7.37	0.9208
4	14400	240	120.0	1109.60	1140.50	1147.10	1132.40	8.23	1.0292
5	18000	300	134.2	1110.30	1141.10	1148.60	1133.33	9.17	1.1458
6	21600	360	147.0	1111.40	1142.00	1149.60	1134.33	10.17	1.2708
7	25200	420	158.7	1112.00	1143.60	1150.90	1135.50	11.33	1.4167
8	28800	480	169.7	1113.10	1144.50	1151.80	1136.47	12.30	1.5375
9	32400	540	180.0	1114.80	1145.10	1152.30	1137.40	13.23	1.6542
10	36000	600	189.7	1115.70	1146.90	1153.00	1138.53	14.37	1.7958
11	39600	660	199.0	1116.10	1147.90	1154.40	1139.47	15.30	1.9125
12	43200	720	207.8	1117.40	1148.30	1155.60	1140.43	16.27	2.0333
13	46800	780	216.3	1118.10	1149.90	1156.10	1141.37	17.20	2.1500
14	50400	840	224.5	1119.20	1150.00	1157.10	1142.10	17.93	2.2417
15	54000	900	232.4	1120.00	1151.00	1158.20	1143.07	18.90	2.3625
16	57600	960	240.0	1121.10	1152.40	1159.40	1144.30	20.13	2.5167
17	61200	1020	247.4	1122.30	1153.20	1160.50	1145.33	21.17	2.6458
18	64800	1080	254.6	1122.50	1153.80	1160.80	1145.70	21.53	2.6917
19	68400	1140	261.5	1123.30	1154.40	1161.60	1146.43	22.27	2.7833
20	72000	1200	268.3	1123.30	1154.60	1162.80	1146.90	22.73	2.8417
21	75600	1260	275.0	1123.30	1155.40	1163.00	1147.23	23.07	2.8833
22	79200	1320	281.4	1123.30	1155.40	1164.00	1147.57	23.40	2.9250
23	82800	1380	287.7	1123.30	1155.40	1164.00	1147.57	23.40	2.9250
24	86400	1440	293.9	1123.30	1155.40	1164.00	1147.57	23.40	2.9250
48	172800	2880	415.7	1123.30	1155.40	1164.00	1147.57	23.40	2.9250
72	259200	4320	509.1	1123.30	1155.40	1164.00	1147.57	23.40	2.9250

Fuente: Elaboración Propia.

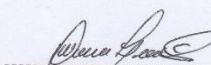


Coordinador de Laboratorio
Carrera de Ingeniería Civil

Tabla 51: Succión de adoquines al 6%.

HORA	Testigo Tiempo		Tiempo (s ^{1/2})	Muestras			Promedio masa (g)	Diferencia masa (g)	I (mm)
	Segundos	Minutos		1 masa (g)	2 masa (g)	3 masa (g)			
	0	-	0	1198.3	1025.5	1176.60	1133.47	0.00	0.0000
0.5	1800	30	42.4	1204.10	1031.40	1177.00	1137.50	4.03	0.5042
1	3600	60	60.0	1205.10	1032.70	1177.20	1138.33	4.87	0.6083
2	7200	120	84.9	1206.30	1032.80	1178.10	1139.07	5.60	0.7000
3	10800	180	103.9	1208.60	1033.10	1178.20	1139.97	6.50	0.8125
4	14400	240	120.0	1209.20	1033.90	1178.20	1140.43	6.97	0.8708
5	18000	300	134.2	1210.70	1034.50	1178.20	1141.13	7.67	0.9583
6	21600	360	147.0	1211.10	1035.10	1178.20	1141.47	8.00	1.0000
7	25200	420	158.7	1211.60	1036.50	1178.30	1142.13	8.67	1.0833
8	28800	480	169.7	1212.00	1037.20	1178.40	1142.53	9.07	1.1333
9	32400	540	180.0	1212.10	1038.10	1178.40	1142.87	9.40	1.1750
10	36000	600	189.7	1212.15	1039.30	1178.50	1143.32	9.85	1.2312
11	39600	660	199.0	1212.20	1040.30	1178.80	1143.77	10.30	1.2875
12	43200	720	207.8	1212.80	1041.60	1179.00	1144.47	11.00	1.3750
13	46800	780	216.3	1214.10	1042.70	1179.00	1145.27	11.80	1.4750
14	50400	840	224.5	1214.20	1043.70	1179.00	1145.63	12.17	1.5208
15	54000	900	232.4	1214.30	1045.75	1179.10	1146.38	12.92	1.6146
16	57600	960	240.0	1215.10	1045.80	1179.10	1146.67	13.20	1.6500
17	61200	1020	247.4	1216.10	1045.30	1179.10	1146.83	13.37	1.6708
18	64800	1080	254.6	1217.00	1045.20	1179.10	1147.10	13.63	1.7042
19	68400	1140	261.5	1217.30	1045.20	1179.20	1147.23	13.77	1.7208
20	72000	1200	268.3	1218.10	1045.30	1179.20	1147.53	14.07	1.7583
21	75600	1260	275.0	1218.20	1045.30	1179.20	1147.57	14.10	1.7625
22	79200	1320	281.4	1218.40	1045.30	1179.30	1147.67	14.20	1.7750
23	82800	1380	287.7	1218.40	1045.40	1179.30	1147.70	14.23	1.7792
24	86400	1440	293.9	1218.40	1045.40	1179.30	1147.70	14.23	1.7792
48	172800	2880	415.7	1218.40	1045.4	1179.30	1147.70	14.23	1.7792
72	259200	4320	509.1	1218.40	1045.4	1179.30	1147.70	14.23	1.7792

Fuente: Elaboración Propia.

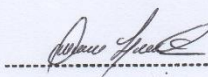


Coordinador de Laboratorio
Carrera de Ingeniería Civil

Tabla 52: Succión de adoquines al 9%.

HORA	Testigo Tiempo		Tiempo (s ^{1/2})	Muestras			Promedio masa (g)	Diferencia masa (g)	I (mm)
	Segundos	Minutos		1 masa (g)	2 masa (g)	3 masa (g)			
	0	-	0	1089.80	1110.10	1070.00	1089.97	0.00	0.0000
0.5	1800	30	42.4	1092.20	1113.00	1072.12	1092.44	2.47	0.3092
1	3600	60	60.0	1093.50	1114.20	1072.20	1093.30	3.33	0.4167
2	7200	120	84.9	1094.70	1115.32	1072.29	1094.10	4.14	0.5171
3	10800	180	103.9	1094.90	1115.40	1072.40	1094.23	4.27	0.5333
4	14400	240	120.0	1095.00	1115.48	1072.80	1094.43	4.46	0.5575
5	18000	300	134.2	1095.10	1115.56	1073.63	1094.76	4.80	0.5996
6	21600	360	147.0	1095.25	1115.60	1074.20	1095.02	5.05	0.6313
7	25200	420	158.7	1095.32	1115.70	1074.90	1095.31	5.34	0.6675
8	28800	480	169.7	1095.42	1115.80	1076.00	1095.74	5.77	0.7217
9	32400	540	180.0	1095.55	1115.90	1076.10	1095.85	5.88	0.7354
10	36000	600	189.7	1095.70	1116.00	1076.20	1095.97	6.00	0.7500
11	39600	660	199.0	1095.80	1116.15	1076.30	1096.08	6.12	0.7646
12	43200	720	207.8	1096.90	1116.22	1076.40	1096.51	6.54	0.8175
13	46800	780	216.3	1097.00	1116.33	1077.00	1096.78	6.81	0.8513
14	50400	840	224.5	1098.10	1116.38	1078.50	1097.66	7.69	0.9617
15	54000	900	232.4	1099.20	1116.47	1079.60	1098.42	8.46	1.0571
16	57600	960	240.0	1100.30	1116.60	1080.80	1099.23	9.27	1.1583
17	61200	1020	247.4	1101.30	1116.70	1081.90	1099.97	10.00	1.2500
18	64800	1080	254.6	1102.50	1116.80	1082.00	1100.43	10.47	1.3083
19	68400	1140	261.5	1103.10	1116.90	1083.10	1101.03	11.07	1.3833
20	72000	1200	268.3	1104.40	1117.00	1084.40	1101.93	11.97	1.4958
21	75600	1260	275.0	1105.30	1117.10	1085.60	1102.67	12.70	1.5875
22	79200	1320	281.4	1106.10	1117.10	1086.60	1103.27	13.30	1.6625
23	82800	1380	287.7	1106.80	1117.10	1086.60	1103.50	13.53	1.6917
24	86400	1440	293.9	1106.90	1117.10	1086.60	1103.53	13.57	1.6958
48	172800	2880	415.7	1106.90	1117.10	1086.60	1103.53	13.57	1.6958
72	259200	4320	509.1	1106.90	1117.10	1086.60	1103.53	13.57	1.6958

Fuente: Elaboración Propia.

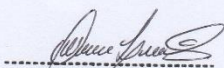


Coordinador de Laboratorio
Carrera de Ingeniería Civil

Tabla 53: Succión de adoquines al 12%

HORA	Testigo Tiempo		Tiempo (s ^{1/2})	Muestras			Promedio masa (g)	Diferencia masa (g)	I (mm)
	Segundos	Minutos		1 masa (g)	2 masa (g)	3 masa (g)			
	0	-	0	1115.70	1071.00	989.90	1058.87	0.00	0.0000
0.5	1800	30	42.4	1118.10	1073.90	997.70	1063.23	4.37	0.5458
1	3600	60	60.0	1118.80	1074.00	1000.20	1064.33	5.47	0.6833
2	7200	120	84.9	1119.30	1074.10	1001.50	1064.97	6.10	0.7625
3	10800	180	103.9	1119.80	1074.20	1002.80	1065.60	6.73	0.8417
4	14400	240	120.0	1120.50	1074.30	1003.40	1066.07	7.20	0.9000
5	18000	300	134.2	1120.10	1074.40	1004.00	1066.17	7.30	0.9125
6	21600	360	147.0	1120.20	1074.50	1004.05	1066.25	7.38	0.9229
7	25200	420	158.7	1120.30	1074.65	1004.80	1066.58	7.72	0.9646
8	28800	480	169.7	1120.40	1074.70	1005.60	1066.90	8.03	1.0042
9	32400	540	180.0	1120.50	1074.80	1005.90	1067.07	8.20	1.0250
10	36000	600	189.7	1120.60	1074.90	1006.60	1067.37	8.50	1.0625
11	39600	660	199.0	1120.70	1075.00	1007.00	1067.57	8.70	1.0875
12	43200	720	207.8	1120.80	1075.10	1008.10	1068.00	9.13	1.1417
13	46800	780	216.3	1120.90	1075.15	1009.40	1068.48	9.62	1.2021
14	50400	840	224.5	1121.00	1075.23	1010.60	1068.94	10.08	1.2596
15	54000	900	232.4	1121.10	1075.28	1011.60	1069.33	10.46	1.3075
16	57600	960	240.0	1121.20	1075.33	1011.60	1069.38	10.51	1.3138
17	61200	1020	247.4	1121.30	1075.40	1012.50	1069.73	10.87	1.3583
18	64800	1080	254.6	1121.40	1075.50	1012.60	1069.83	10.97	1.3708
19	68400	1140	261.5	1121.40	1075.60	1012.60	1069.87	11.00	1.3750
20	72000	1200	268.3	1121.40	1075.80	1012.60	1069.93	11.07	1.3833
21	75600	1260	275.0	1121.40	1076.00	1012.60	1070.00	11.13	1.3917
22	79200	1320	281.4	1121.40	1076.00	1012.70	1070.03	11.17	1.3958
23	82800	1380	287.7	1121.40	1076.00	1013.00	1070.13	11.27	1.4083
24	86400	1440	293.9	1121.40	1076.00	1013.00	1070.13	11.27	1.4083
48	172800	2880	415.7	1121.40	1076.00	1013.00	1070.13	11.27	1.4083
72	259200	4320	509.1	1121.40	1076.00	1013.00	1070.13	11.27	1.4083

Fuente: Elaboración Propia.

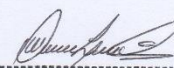


Coordinador de Laboratorio
Carrera de Ingeniería Civil

Tabla 54: Succión de adoquines al 15%

Testigo Tiempo			Tiempo (s ^{1/2})	Muestras			Promedio masa (g)	Diferencia masa (g)	I (mm)
HORA	Segundos	Minutos		1 masa (g)	2 masa (g)	3 masa (g)			
	0	-	0	1150.00	1142.20	1117.90	1136.70	0.00	0.0000
0.5	1800	30	42.4	1152.10	1146.40	1119.80	1139.43	2.73	0.3417
1	3600	60	60.0	1152.90	1147.50	1120.30	1140.23	3.53	0.4417
2	7200	120	84.9	1154.00	1148.20	1120.40	1140.87	4.17	0.5208
3	10800	180	103.9	1154.50	1149.10	1120.70	1141.43	4.73	0.5917
4	14400	240	120.0	1155.10	1149.40	1120.80	1141.77	5.07	0.6333
5	18000	300	134.2	1156.30	1149.50	1120.80	1142.20	5.50	0.6875
6	21600	360	147.0	1157.60	1149.90	1120.90	1142.80	6.10	0.7625
7	25200	420	158.7	1157.80	1150.20	1121.00	1143.00	6.30	0.7875
8	28800	480	169.7	1158.30	1150.50	1122.00	1143.60	6.90	0.8625
9	32400	540	180.0	1158.50	1150.70	1122.50	1143.90	7.20	0.9000
10	36000	600	189.7	1158.90	1151.20	1123.00	1144.37	7.67	0.9583
11	39600	660	199.0	1159.00	1152.30	1123.00	1144.77	8.07	1.0083
12	43200	720	207.8	1160.00	1152.40	1123.00	1145.13	8.43	1.0542
13	46800	780	216.3	1160.50	1152.60	1123.00	1145.37	8.67	1.0833
14	50400	840	224.5	1161.00	1153.00	1123.00	1145.67	8.97	1.1208
15	54000	900	232.4	1161.20	1153.20	1123.00	1145.80	9.10	1.1375
16	57600	960	240.0	1161.30	1153.90	1123.00	1146.07	9.37	1.1708
17	61200	1020	247.4	1161.90	1154.00	1123.00	1146.30	9.60	1.2000
18	64800	1080	254.6	1161.90	1154.50	1123.00	1146.47	9.77	1.2208
19	68400	1140	261.5	1162.00	1154.90	1123.00	1146.63	9.93	1.2417
20	72000	1200	268.3	1162.00	1155.00	1123.00	1146.67	9.97	1.2458
21	75600	1260	275.0	1162.00	1155.00	1123.10	1146.70	10.00	1.2500
22	79200	1320	281.4	1162.10	1155.10	1123.10	1146.77	10.07	1.2583
23	82800	1380	287.7	1162.10	1155.10	1123.10	1146.77	10.07	1.2583
24	86400	1440	293.9	1162.10	1155.10	1123.10	1146.77	10.07	1.2583
48	172800	2880	415.7	1162.10	1155.10	1123.10	1146.77	10.07	1.2583
72	259200	4320	509.1	1162.10	1155.10	1123.10	1146.77	10.07	1.2583

Fuente: Elaboración Propia.



Coordinador de Laboratorio
Carrera de Ingeniería Civil