

# EFECTO DEL USO DE AZÚCAR COMO ADITIVO SOBRE EL TIEMPO DE FRAGUADO Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO

*por* Jhoysi Julissa Chilón Ramos

---

**Fecha de entrega:** 29-may-2023 08:40p.m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 2104900704

**Nombre del archivo:** tesis\_juli\_chilon.docx (227.21K)

**Total de palabras:** 8094

**Total de caracteres:** 41885

**1**  
**UNIVERSIDAD CATOLICA DE TRUJILLO**  
**BENEDICTO XVI**  
**FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA**  
**PROGRAMA DE ESTUDIOS PROFESIONAL DE**  
**INGENIERIA CIVIL**



“EFECTO DEL USO DE AZÚCAR COMO ADITIVO SOBRE EL TIEMPO DE FRAGUADO Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO”

TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

**AUTOR**

Br. Chilón Ramos, Jhoysi Julissa

**ASESOR**

Mg. Luis Alberto Alva Reyes

ORCID: 0000-0003-2232-6784

**1**  
**LÍNEA DE INVESTIGACION**

Vivienda, saneamiento y transporte

**TRUJILLO-PERU**  
**2023**

**AUTORIDADES UNIVERSITARIAS**

**Monseñor Dr. Héctor Miguel Cabrejos Vidarte, O.F.M.**

Fundador y Gran Canciller de la UCT Benedicto XVI

**Dr. Luis Miranda Díaz**

Rector

**Dra. Mariana Silva Balarezo**

Vicerrectora Académica

**Dr. Francisco Espinoza Polo**

Vicerrector de Investigación

**Mg. Breitner Guillermo Díaz Rodríguez**

Decano de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura

**Mons. Ricardo Exequiel Angulo Bazauri**

Gerente de Desarrollo Institucional

**CPC Alejandro García Flores**

Gerente de Administración y Finanzas

**Dra. Teresa Reategui Marin**

Secretaria General

### **APROBACION DEL ASESOR**

Yo Mg. Luis Alberto Alva Reyes con DNI N° 42013371 como asesor del trabajo de investigación “EFECTO DEL USO DE AZÚCAR COMO ADITIVO SOBRE EL TIEMPO DE FRAGUADO Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO” desarrollado por la bachiller Chilón Ramos, Jhoysi Julissa con DNI N° 71790703, del Programa Profesional de Ingeniería Civil, considero que dicho trabajo de investigación reúne los requisitos tanto técnicos como científicos y corresponden con las normas establecidas en el reglamento de titulación de la Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI y en normativa para la presentación de trabajos de investigación de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura.

Por tanto, autorizo la presentación del mismo ante el organismo pertinente para que sea sometido a evaluación por la comisión de la clasificación designado por el Decano de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura.



Mg. Luis Alberto Alva Reyes

**ASESOR**

## DEDICATORIA

### **A Dios**

*Por guiarme siempre en cada paso que realizo cada día, por darme la salud y fuerza para seguir adelante, así mismo sabiduría para poder cumplir una de mis metas de manera satisfactoria, por darme la luz y mostrarme el camino a seguir en momentos difíciles.*

### **A mis padres**

*Por siempre ser el soporte principal tanto en mi vida profesional como en mi vida personal. Eterna gratitud a mis padres Julio Chilon Urcia y Zoila Ramos Carrascal por haberme inculcado y enseñado valores como son la perseverancia, así mismo el amor al trabajo, la comprensión a mis semejantes y sobre todo por el apoyo incondicional a lo largo de mi vida en todo momento y gracias a ello voy logrando cada uno de mis objetivos, agradezco sus ganas de motivarme siempre para afrontar cualquier obstáculo y seguir en la carrera para alcanzar todas mis metas.*

### **A mi familia**

*A mis Hermanos, mi tía Elizabeth Chilon Urcia y demás familiares quienes siempre me brindaron toda su confianza y soporte en esta etapa de mi ardua vida como estudiante; el proceso para lograrlo no fue sencillo, pero gracias a su apoyo, a su amor y comprensión se logró el objetivo. Les agradezco sus ganas de motivarme día a día, gracias por formar parte de mi formación profesional.*

**Jhoysi Chilon Ramos**  
**Autora**

## AGRADECIMIENTO

*A Dios en primer lugar, el gran hacedor y guía de mi camino, quien siempre me ha acompañado en todo momento y no permitió que me rinda, por darme sabiduría, fuerza y lo primordial que es la salud y por darme el valor de continuar siempre, día a día para lograr mi cumplir con este gran reto de mi formación como profesional.*

*A mis padres, quienes nos mi mayor motivación para continuar todos los días, por ser el pilar de mis sueños, por las enseñanzas, los consejos, la confianza y sobre todo por inculcarme buenos valores y principios y gracias a ello soy una persona e bien.*

*A mis docentes, quienes han compartir sus conocimientos e innumerables experiencias, en especial a mi asesor el Ing. Luis A. Alva Reyes quien en todo momento mostró apoyo y por toda la confianza depositada en mi persona, por toda su paciencia su paciencia y sobre todo por ser mi guía a lo largo de esta investigación, donde se plasmó su experiencia y conocimiento en el campo de los materiales aplicados a la ingeniería civil*

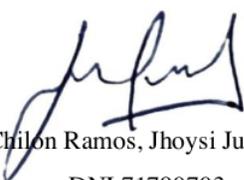
**Jhoysi Chilon Ramos**  
**La Autora**

## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, Chilón Ramos, Jhoysi Julissa <sup>1</sup> con DNI N° 71790703, estudiante de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura y del Programa de Estudios Ingeniería Civil de la Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI, doy fe que he seguido rigurosamente los procedimientos académicos y administrativos emanados por la citada Universidad para la elaboración y sustentación del trabajo de investigación titulado: “EFECTO DEL USO DE AZÚCAR COMO ADITIVO SOBRE EL TIEMPO DE FRAGUADO Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO” <sup>3</sup>, el cual consta de un total de 35 páginas, en las que se incluye 03 tablas y 06 figuras, más un total de 16 páginas en apéndices y/o anexos. <sup>1</sup>

Dejo constancia de la originalidad y autenticidad de la mencionada investigación y declaro bajo juramento en razón a los requerimientos éticos, que el contenido de dicho documento corresponde a mi autoría respecto a redacción, organización, metodología y diagramación. Asimismo, garantizo que los fundamentos teóricos están respaldados por el referencial bibliográfico, asumiendo un mínimo porcentaje de omisión involuntaria respecto al tratamiento de cita de autores, lo cual es de mi entera responsabilidad. Se declara también que el porcentaje de similitud o coincidencia es de 18%, el cual es aceptado por la Universidad Católica de Trujillo. La autora

La autora



Chilón Ramos, Jhoysi Julissa  
DNI 71790703

# INDICE DE CONTENIDO

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS .....	2
APROBACION DEL ASESOR.....	3
DEDICATORIA .....	4
AGRADECIMIENTO.....	5
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD .....	6
ÍNDICE DE TABLAS .....	8
RESUMEN.....	9
ABSTRACT .....	10
I. INTRODUCCIÓN .....	11
II. METODOLOGÍA .....	18
2.1. Enfoque, tipo .....	18
2.2. Diseño de investigación .....	18
2.3. Objeto de estudio.....	18
2.4. Técnicas e instrumentos de recojo de datos / equipos de laboratorio.....	19
2.4.1. Instrumentos de recojo de datos .....	19
2.4.2. Técnicas de recojo de datos.....	19
2.4.3. Equipos de laboratorio de recojo de datos.....	20
2.5. Técnicas de procesamiento y análisis de la información.....	20
2.6. Aspectos éticos en investigación.....	20
III. RESULTADOS.....	21
3.1.1. Determinación del efecto del uso de azúcar como aditivo sobre el tiempo de fraguado y resistencia a la compresión del concreto.....	21
3.1.2. Análisis de la variación del tiempo de fraguado con respecto al porcentaje de azúcar usado como aditivo en un concreto .....	22
3.1.3. Análisis de la variación de la resistencia a la compresión con respecto al porcentaje de azúcar usado como aditivo en un concreto.....	23
3.1.4. Determinación del porcentaje de azúcar usado como aditivo que mejora la resistencia a la compresión de concretos .....	24
3.2. Prueba de hipótesis.....	25
5.2.1. Determinación del efecto del uso de azúcar como aditivo sobre el tiempo de fraguado y resistencia a la compresión del concreto.....	25

3.2.2. Análisis de la variación del tiempo de fraguado con respecto al porcentaje de azúcar usado como aditivo en un concreto .....	26
3.2.3. Análisis de la variación de la resistencia a la compresión con respecto al porcentaje de azúcar usado como aditivo en un concreto.....	27
3.2.4. Determinación del porcentaje de azúcar usado como aditivo que mejora la resistencia a la compresión de concretos .....	28
IV. DISCUSIÓN .....	29
V. CONCLUSIONES .....	30
VI. RECOMENDACIONES .....	31
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	32

### ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Efecto del uso de azúcar como aditivo sobre el tiempo de fraguado y resistencia a la compresión del concreto .....	21
Figura 2 Variación del tiempo de fraguado final con respecto al porcentaje de azúcar usado como aditivo en un concreto.....	22
Figura 3 Variación de la resistencia a la compresión con respecto al porcentaje de azúcar usado como aditivo en un concreto .....	23
Figura 4 Porcentaje de azúcar usado como aditivo que mejora la resistencia a la compresión de concretos .....	24
Figura 5 Efecto del uso de azúcar como aditivo sobre el tiempo de fraguado del concreto	25
Figura 6 Efecto del uso de azúcar como aditivo sobre la resistencia a la compresión del concreto .....	25

### ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Variación del tiempo de fraguado con respecto al porcentaje de azúcar usado como aditivo en un concreto .....	26
Tabla 2 ANOVA para la resistencia a compresión del concreto con la uso de azúcar como aditivo .....	27
Tabla 3 Variación del tiempo de fraguado con respecto al porcentaje de azúcar usado como aditivo en un concreto.....	27

## 2 RESUMEN

El objetivo general de esta investigación fue el determinar el efecto del uso de azúcar como aditivo sobre el tiempo de endurecimiento y resistencia al aplastamiento del concreto, teniendo que se utilizó un total de 112 muestras (105 probetas cilíndricas de concreto y 7 muestras de pasta de cemento) todas estas con diferentes porcentajes de azúcar como aditivo (0% (grupo control), 0.02; 0.04; 0.06; 0.08; 0.1 y 0.2%). Para el caso la resistencia al aplastamiento se utilizó una prensa hidráulica y para el tiempo de fraguado final se trabajó con la aguja e Vicat. Al finalizar la realización de los ensayos mencionados, se procesó los datos obtenidos y se procedió a realizar la evaluación estadística mediante ANOVA unidireccional, así mismo se utilizó la pos prueba de Tukey y gráficas y tablas estadísticas. Finalmente se tiene existe un efecto del uso de azúcar como aditivo sobre el tiempo de endurecimiento y resistencia al aplastamiento del concreto, teniendo que conforme varían los porcentajes añadidos de azúcar usados como aditivo, el tiempo de fraguado aumenta levemente hasta el 0.08%, posterior a este porcentaje, el tiempo de fraguado aumenta de manera exponencial; por otro lado al analizar la resistencia al aplastamiento del concreto, se tiene un aumento de esta hasta el 0.08% de azúcar, con porcentajes mayores a este la resistencia a la compresión descende.

5 **Palabras clave:** azúcar, resistencia a la compresión, tiempo de fraguado, aditivo,

**ABSTRACT**

The general objective of this investigation was to determine the effect of the use of sugar as an additive on the hardening time and resistance to crushing of the concrete, having used a total of 112 samples (105 cylindrical concrete specimens and 7 samples of paste). cement) all of these with different percentages of sugar as an additive (0% (control group), 0.02; 0.04; 0.06; 0.08; 0.1 and 0.2%). For the case of resistance to crushing, a hydraulic press was used and for the final setting time, a Vicat needle was used. At the end of the aforementioned tests, the data obtained was processed and the statistical evaluation was carried out using one-way ANOVA, likewise the Tukey post-test and graphs and statistical tables were used. Finally, there is an effect of the use of sugar as an additive on the hardening time and resistance to crushing of the concrete, having that as the added percentages of sugar used as an additive vary, the setting time increases slightly up to 0.08%, after this percentage, the setting time increases exponentially; On the other hand, when analyzing the resistance to crushing of the concrete, there is an increase of this up to 0.08% of sugar, with percentages greater than this, the resistance to compression decreases.

**Keywords:** sugar, compressive strength, setting time, additive

## I. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, las actividades de construcción se llevan a cabo a través de parámetros y procedimientos establecidos, por ejemplo tenemos el contenido de agua o la temperatura a la cual se hace un vaciado; al variar uno de estos, por la acción climática, por ejemplo, generan fallas en el concreto y mortero como son fisuras y reducciones de resistencia (Usman et al., 2016). Este tipo de situaciones han generado un sin número de propuestas de mejora, tanto de los materiales, costos, procesos y tecnologías constructivas; una de estas propuestas es el uso de aditivos que generen variaciones en el concreto y pueda subsistir a pesar de las variaciones climáticas o de otras condiciones a las que está expuesto (Kudoli, 2017); sin embargo hay que tener en cuenta otro factor, la sostenibilidad de los recursos, es por esta razón que se busca que las alternativas de mejora de nuevos materiales estén enfocados en el preservar y contribuir a la preservación de nuestro medio ambiente mediante la economía circular con sus modelos de negocio, de esta forma lograr los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), para ser más específicos, contribuir al objetivo 11 según el cual se debe buscar el tener Ciudades y comunidades sostenibles (Organización de las Naciones Unidas, [ONU], s.f.)

Cada vez más en Latinoamérica se tiene la necesidad de generar proyectos de vivienda para gente de escasos recursos económicos, convirtiéndose en proyectos de interés para la sociedad, esta es la esta razón por la que estas han incrementado de manera notable en cuanto a cantidades por diversos países, por razones obvias como son la variada geografía presente, estas viviendas se edifican en diversas zonas sísmicas, así mismo cuentan con climas variados. La distribución de este tipo de viviendas requiere que se construyan varios módulos habitacionales, además, deben cumplir con la demanda social y especialmente que sean de costos reducidos ya que muchas de ellas son para gente de escasos recursos económicos, por lo tanto, estas viviendas se deben construir de manera muy rápida y ser económicas, sin perder la mejor calidad posible (Carrillo, Echeverri y Aperador, 2015). Se debe tener en cuenta que no sólo se busca que las personas tengan un lugar donde vivir, sino también que este lugar sea un lugar seguro ya que la salud de las personas incluso depende de las condiciones en las que se encuentran sus viviendas, problemas no sólo de salud física (patologías alérgicas y respiratorias por presencia de mohos por ejemplo), sino también mental (ansiedad y depresión por no contar con condiciones básicas en su vivienda) se pueden presentar por diversos factores asociados a

las condiciones físicas de la vivienda (Novoa et al., 2014), es por esta razón que se busca mejorar los materiales a ser usados mediante el uso de aditivos, que aceleren el tiempo de construcción y reduzcan costos sin afectar la calidad del material.

Esta realidad se observa no sólo en países como Colombia, México y Chile, sino también en nuestro país se presenta esta necesidad, la de generar viviendas masivas, de baja altura (entre uno y dos niveles), seguras y sobre todo que sean de bajo costo para que de esta forma personas con bajo poder adquisitivo puedan obtener un lugar donde habitar, el gran problema es que si se emplea el proceso tradicional de construcción en este tipo de viviendas, las metas respecto a la cantidad de viviendas implementadas anualmente no se cumplirán debido a falta de trabajadores y operarios y a su vez la que el proceso se retrase, haciendo que se eleven los precios de una vivienda (Carrillo, Alcocer y Aperador, 2013), otro factor a tener en cuenta es el uso de aditivos o materiales industrializados y de alto costo, es por esta razón que se propone el uso del azúcar como un aditivo natural, para lo cual se debe evaluar su comportamiento respecto al tiempo de endurecimiento y la resistencia al aplastamiento del concreto.

Por lo antes expuesto, el uso de aditivos naturales reducirá el costo del concreto, esto debido a que actualmente se utilizan aditivos químicos ya que estos mejoran las propiedades del concreto, pero lamentablemente su uso eleva el costo por metro cúbico de concreto puesto en obra, por eso se propone el uso del azúcar como aditivo natural; a la vez se tecnológicamente debido a que se propone que para elaborar y/o diseñar concreto, se usen materiales nuevos, materiales alternativos, aditivos naturales que poseen la misma capacidad de alterar las propiedades del concreto tal como lo hacen los aditivos químicos comerciales reduciendo también los costos, lamentablemente se tiene escasa información del uso de estos materiales alternativos con los que se busca cumplimiento de los ODS, generando el uso de materiales naturales y sostenibles que reemplacen a los materiales industrializados que normalmente se usan en las diferentes industrias, en este caso la industria de la construcción.

Para realizar un mejor trabajo, se revisaron experiencias previas de otros investigadores, como por ejemplo a Usman et al. (2016) quienes escribieron el artículo “The impact of sugar on setting-time of Ordinary Portland Cement (OPC) paste and compressive strength of concrete” donde buscaron realizar una investigación respecto a el impacto que tiene la adición de azúcar en el tiempo de endurecimiento de un cemento Portland ordinario y la resistencia al aplastamiento del concreto, para esto usaron cristales

de azúcar disuelta en agua en diversas concentraciones de cero; <sup>6</sup> cero punto cero cinco; cero punto cero seis; cero punto cero ocho; cero punto diez; cero punto veinte; cero punto cuarenta; cero punto sesenta; cero punto ochenta y uno por ciento en peso de cemento, además se evaluó la resistencia al aplastamiento a los tres, siete, veintiuno y veintiocho días; como resultados obtuvieron que a la reducción de los tiempos de fraguado comienza con un 0,08% de azúcar, mientras que el fraguado rápido ocurre del cero punto dos al uno por ciento mientras que los incrementos de resistencia se dan con el cero punto cero seis por ciento de azúcar a los siete y veintiocho días. El estudio finalmente recomienda que el azúcar se usa como aditivo retardante, sin embargo, cuando se usa en cantidad excesiva invierte esa propiedad

Asimismo, Kawade et al. (2017) escribieron el artículo titulado <sup>2</sup> “Experimental study of effect of sugar on properties of concrete” para esto usaron diferentes porcentajes de azúcar como aditivo, siendo estos: <sup>14</sup> cero; cero punto cero cinco; cero punto uno; cero punto quince; cero punto dos y cero punto veinticinco por ciento disuelto en agua con respecto al peso de cemento, se buscó retardar el tiempo de fragua del concreto así como aumentar la resistencia al aplastamiento de esto. Para finalizar, se concluyó que la propiedad evaluada mejora y que efectivamente aumenta el tiempo de fraguado (se retarda) por lo que se recomienda el uso del azúcar como aditivo en mezclas de concreto.

Otro investigador fue Kudoli (2017), quien en su estudio titulado “Enhancing properties of concrete by sugar” buscó aumentar la resistencia y trabajabilidad de un concreto adicionando azúcar a la mezcla, así como modificar el tiempo de fraguado de este. El aditivo (azúcar) se agregó al concreto en los niveles de dosificación de cero; cero punto cero treinta; cero punto cero seis y cero punto ciento veinticinco por ciento teniendo que se mejoró la resistencia al aplastamiento del concreto, así como la trabajabilidad del concreto, <sup>12</sup> así mismo se logró retrasar el tiempo de fraguado, sin embargo, con porcentajes mayores al cero punto cero seis por ciento de azúcar, <sup>12</sup> la resistencia al aplastamiento comienza a descender respecto al porcentaje adicionado.

<sup>9</sup> Se tiene también a Al Khafaji y Ruddock (2018) desarrollaron la investigación “Study the retardant effect of using different sugar's types on setting time and temperature of cement paste” utilizaron una relación a/c de cero punto treinta y cinco y tres tipos diferentes de azúcar (granular, rubia y morena) en porcentajes de cero punto cinco; uno punto cinco; dos punto cinco y cinco por ciento sobre el peso de cemento, utilizaron la aguja de Vicat y termocuplas para medir la temperatura producida por las reacciones

exotérmicas presentes en concreto. Se obtuvo que en proporciones de cero punto cinco y uno punto cinco por ciento de azúcar funciona como un retardante, pero en proporciones de dos punto cinco y cinco por ciento actúan como un acelerante; por otro lado, al agregar el azúcar el calor de hidratación aumentó hasta picos de hasta treinta y tres punto ochenta y nueve grados Celsius con un contenido de azúcar de uno punto cinco por ciento, siendo este la proporción óptima a ser usada como retardante del tiempo de fraguado de las pastas de cemento.

También Pathak y Rai (2020) desarrollaron la investigación titulada “<sup>2</sup>Effect of sugar on various properties of concrete” en esta buscaron modificar la resistencia a compresión y el tiempo de endurecimiento del concreto usando un cemento Portland ordinario, para esto usaron diferentes concentraciones de azúcar, las cuales fueron cero; <sup>6</sup>cero punto cero cuatro; cero punto cero seis; cero punto cero ocho y cero punto diez por ciento de azúcar disuelta en agua con relación al peso de cemento, finalmente se tiene que el cero punto cero seis por ciento de solución incrementa la resistencia al aplastamiento del concreto, pudiendo usar también esta como <sup>3</sup>aditivo retardante.

Ahmad et al. (2020) en su artículo titulado “<sup>3</sup>Effect of sugar dosage on setting time, microstructure and strength of Type I and Type V Portland cements” buscaron estudiar el tiempo de endurecimiento así como la compresión de dos cementos Portland diferentes (tipo uno y tipo cinco) con respecto a diferentes dosificaciones de azúcar que funcionan como aditivos retardantes, para esto elaboraron probetas de mortero de asentamiento, finalmente se midieron las propiedades mediante ensayos de compresión, tiempo de fraguado así como el examen microestructural mediante el microscopio electrónico de barrido, como resultados indican que el cero punto cero cinco por ciento de azúcar en peso con relación al cemento, aumentó el tiempo de fraguado (retardó), sin embargo si pasa este porcentaje, el tiempo de fraguado se acelera en ambos tipos de cemento, por otro lado, indican que el rango de azúcar a usar para mejorar la resistencia al aplastamiento debería de ser entre cero punto cero cinco y cero punto uno por ciento de azúcar adicionada.

Otros investigadores a citar son también Azad et al. (2020) quienes redactaron el artículo “<sup>2</sup>Effect of sugar on setting time of cement and compressive strength of concrete” inicialmente realizaron una búsqueda bibliográfica para determinar los porcentajes y parámetros a usar en la investigación, las mezclas usadas tuvieron una relación a/c de cero punto cincuenta y seis y proporción uno: uno punto veinticuatro: dos punto treinta y nueve y fueron curados en agua por siete, catorce y veintiocho. Se armaron cilindros de

6  
doscientos milímetros de altura y cien milímetros de diámetro con cero; cero punto cero uno; cero punto cero dos; cero punto cero tres; cero punto cero cuatro; cero punto cero cinco; cero punto cero seis; cero punto cero ocho; cero punto uno; cero punto dos y cero punto tres por ciento de azúcar en peso de cemento; se obtuvo que hasta un cero punto uno por ciento de azúcar esta actúa como retardante del tiempo de fraguado y que con un cero punto cero ocho por ciento se obtuvo la máxima resistencia al aplastamiento del concreto.

Finalmente Bhalerao et al. (2022) con la investigación “Impact of sugar on setting time and compression strength of concrete” buscaron el usar al azúcar como retardante del fraguado del concreto, se prepararon mezclas de proporción uno: uno: dos en probetas cúbicas de quince centímetros de arista y curadas en agua por siete y veintiocho días, se usó cero; uno y uno punto dos por ciento de azúcar diluida en agua con relación al peso de cemento; finalmente se tuvo que la trabajabilidad aumentó conforme disminuye el porcentaje de azúcar usado, en el caso del tiempo de fraguado, este aumento con respecto aumenta el azúcar añadida, finalmente la resistencia a la compresión aumentó con uno punto dos por ciento de azúcar.

A la vez se tuvo que revisar bibliografía básica respecto a los términos frecuentes a ser usados en la investigación, esto sirvió para un mejor entendimiento de estos, tenemos por ejemplo la definición de azúcar, según Cabezas-Zabala *et al.* (2015) es un carbohidrato simple, puede ser monosacárido, disacárido o alcohol azucarado; brinda sabor dulce a los alimentos y en industrias alimentarias se usa para mejorar el sabor, la textura y también sirve como conservante alimenticio. Así mismo, el concreto es el material de construcción más común. Está compuesto por cemento, arena como agregado fino, roca triturada como agregado grueso y agua; existen variedades de concreto especializados para mejorar la vida útil de los edificios y proporcionar rendimientos satisfactorios en los entornos agresivos (Venu et al., 2009); los aditivos son materiales que se agregan antes o durante el mezclado del concreto para modificar una o más de las propiedades que posee el concreto tanto en su estado de plasticidad (fresco) como en su estado de mayor endurecimiento. Pueden actuar química o físicamente, tanto en líquido como en polvo y se agregan al concreto en base a cálculos de diseño de mezcla siendo la composición de estos de aproximadamente de cero punto cero dos a <sup>12</sup> cero punto cinco por ciento del total de la masa del concreto (Tabatabaei y Tabatabaei, 2019)

Según lo anterior, se tiene que, el aditivo retardante en ACI 116R se define como

un aditivo que provoca una disminución en la tasa de hidratación del cemento hidráulica y alarga el tiempo de fraguado (Farzam et al. 2005). El mecanismo de los retardadores se basa en ralentizar el crecimiento de  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  modificando el crecimiento o morfología de los cristales, esto ocurre a través de la adsorción de los componentes del retardador por las partículas de cemento y la formación de una película protectora que frena la velocidad de hidratación de los componentes del cemento (Neville, 2011), este afecta el tiempo de fraguado, que es el tiempo en el que la pasta de cemento endurece completamente, existen dos tiempos de fraguado, el inicial que es el tiempo medido desde que le agregamos agua al cemento, con lo cual se forma una pasta, hasta que esta comienza a perder su plasticidad y el tiempo de fragua final que se registra desde el momento en que se añadió agua a la mezcla de cemento y agregados hasta el momento en que esta pasta de cemento logra perder toda su plasticidad y empieza a ganar fuerza (ASTM C191, 2008); esto a su vez afecta la resistencia a la compresión que es la fuerza de falla aplicada, la cual se divide por el área transversal de la sección calibrada (Broughton, 2012); este valor es un aspecto importante en el diseño de estructuras de concreto (Thandavamoorthy, 2015)

Posterior a la revisión bibliográfica, se identificaron y definieron las variables de la siguiente manera: Azúcar como aditivo, siendo la variable independiente, y por otro lado el tiempo de fraguado y la resistencia a la compresión como variables dependientes, así mismo, se planteó el siguiente problema general: ¿Existe efecto del uso de azúcar como aditivo sobre el tiempo de fraguado y resistencia a la compresión del concreto?, así como los problemas específicos ¿Existe variación del tiempo de fraguado con respecto al porcentaje de azúcar usado como aditivo en un concreto?, ¿Existe variación de la resistencia a la compresión con respecto al porcentaje de azúcar usado como aditivo en un concreto? y ¿Cuál es el porcentaje de azúcar usado como aditivo que mejora la resistencia a la compresión de un concreto?

A su vez, estos problemas llevaron a plantear las siguientes hipótesis: H0: No existe efecto del uso de azúcar como aditivo sobre el tiempo de fraguado y resistencia a la compresión del concreto y H1: Si existe efecto del uso de azúcar como aditivo sobre el tiempo de fraguado y resistencia a la compresión del concreto como hipótesis generales, y como hipótesis específicas tenemos para el objetivo específico 1 H0: No existe variación del tiempo de fraguado con respecto al porcentaje de azúcar usado como aditivo en un concreto y H1: Si existe variación del tiempo de fraguado con respecto al porcentaje de azúcar usado como aditivo en un concreto; para el objetivo específico 2 H0: No existe variación de la

resistencia a la compresión con respecto al porcentaje de azúcar usado como aditivo en un concreto y <sup>1</sup> HI: Si existe variación de la resistencia a la compresión con respecto al porcentaje de azúcar usado como aditivo en un concreto; finalmente para el objetivo específico 3, no aplica hipótesis.

Finalmente, se plantearon los siguientes objetivos: determinar el efecto del uso de azúcar como aditivo sobre <sup>3</sup> el tiempo de fraguado y resistencia a la compresión del concreto como objetivo general y como objetivos específicos: Analizar la variación del tiempo de fraguado con respecto al porcentaje de azúcar usado como aditivo en <sup>4</sup> un concreto, analizar la variación de la resistencia a la compresión con respecto al porcentaje de azúcar usado como aditivo en un concreto y <sup>1</sup> determinar el porcentaje de azúcar usado como aditivo que mejora la resistencia a la compresión de concretos.

## II. METODOLOGÍA

### 2.1. Enfoque, tipo

Analizando la parte metodológica se puede decir que <sup>1</sup> la investigación realizada es del tipo aplicada, experimental y cuantitativa, manipula la variable independiente para obtener cambios en la variable dependiente

### 2.2. Diseño de investigación

Presenta un diseño experimental puro ya que posee un grupo testigo (control) y mantienen la manipulación de la variable independiente en su totalidad. Teniendo una variable independiente y dos dependientes, estas variables se definen de la siguiente manera:

**Variable independiente:** Azúcar como aditivo. Se medirán en los siguientes porcentajes en peso respecto al cemento: 0% (grupo control), 0.02; 0.04; 0.06; 0.08; 0.1 y 0.2%

**Variables dependientes:** Tiempo de fraguado. Se medirá con el tiempo de endurecimiento final en minutos y Resistencia a la compresión. Se medirá en kilogramo por centímetro cuadrado

### 2.3. Objeto de estudio

Para la presente investigación se tuvo en cuenta lo siguiente:

**Universo objetivo:** concreto con aditivos

**Universo Muestral:** concreto con azúcar como aditivo

**Muestra de estudio:** estuvo conformada por ciento cinco probetas de concreto ( $f'c$  doscientos diez kilogramos por centímetro cuadrado) y siete probetas de pasta de cemento con diferentes porcentajes de azúcar como aditivo, esto hace un total de ciento doce muestras con las que se realizarán los ensayos de compresión (norma ASTM C39) y tiempo de fraguado (norma NTP 334.006) distribuidas de la siguiente manera:

0% de azúcar: 15 probetas compresión, 1 probeta tiempo de fraguado

0.02% de azúcar: 15 probetas compresión, 1 probeta tiempo de fraguado

0.04% de azúcar: 15 probetas compresión, 1 probeta tiempo de fraguado

0.06% de azúcar: 15 probetas compresión, 1 probeta tiempo de fraguado

0.08% de azúcar: 15 probetas compresión, 1 probeta tiempo de fraguado

0.1% de azúcar: 15 probetas compresión, 1 probeta tiempo de fraguado

0.2% de azúcar: 15 probetas compresión, 1 probeta tiempo de fraguado

## <sup>2</sup> 2.4. Técnicas e instrumentos de recojo de datos / equipos de laboratorio

### 2.4.1. Instrumentos de recojo de datos

En esta investigación se usaron formatos elaborados bajo norma como instrumentos que apoyarán en el recojo de los datos. Las normas a utilizar en este caso son: <sup>1</sup> ASTM C39 “Compression Testing Concrete Cylinders” en el caso de la medición de la compresión y <sup>8</sup> NTP 334.006 “CEMENTOS. Determinación del tiempo de fraguado del cemento hidráulico utilizando la aguja de Vicat” para el caso del tiempo de edurecimiento

### 2.4.2. Técnicas de recojo de datos

Como meta principal para <sup>18</sup> la presente investigación se tuvo que <sup>3</sup> determinar el efecto del uso de azúcar como aditivo sobre <sup>3</sup> el tiempo de fraguado y <sup>3</sup> resistencia a la compresión del concreto, para esto, se hicieron 105 testigos de concreto y 7 <sup>3</sup> muestras de pasta de cemento con diferentes porcentajes de azúcar como aditivo (estas según cada porcentaje de azúcar a evaluar: 0; 0.02; 0.04; 0.06; 0.08; 0.1 y 0.2%; dividiéndose en 15 probetas para compresión y 1 para tiempo de fraguado por cada porcentaje) y se midió la resistencia a compresión tal como indica la Norma ASTM C39 y el tiempo de fraguado bajo la NTP 334.006

Para la realización del procesamiento experimental se procedió a diluir azúcar en agua según los siguientes porcentajes: 0; 0.02; 0.04; 0.06; 0.08; 0.1 y 0.2%, estos son porcentajes en peso en relación al cemento por mezcla; las mezclas se elaboraron en una proporción 1:2:2 y con una relación a/c de 0.65

Se mezclaron los materiales base (cemento y arena) y se agregó el agua con el azúcar diluida dependiendo de cada porcentaje a utilizar, luego de esto se vació en moldes cilíndricos de 6x12” y se sacó un poco de muestra para ser evaluado mediante aguja de Vicat (tiempo de fraguado), las probetas de concreto se dejarán curar en agua por un tiempo de 28 días, después de este se pesarán y se someterán a ensayo de compresión para su posterior análisis de resultados; todo el proceso experimental, desde la elaboración de los testigos,

hasta la ejecución de los ensayos y posterior toma de resultados, se realizó en el Laboratorio de Materiales de la UCT.

#### **2.4.3. Equipos de laboratorio de recojo de datos**

**Prensa hidráulica digital (ACCU-TEK 500):** la cual sirvió para poder romper los testigos cilíndricos sometidos a aplastamiento

**Aguja de Vicat:** permitió la medida del tiempo de fraguado de la mezcla

**Trompo:** con el cual se pudo mezclar los materiales constituyentes del concreto con los distintos porcentajes de azúcar añadida

**Balanza 30 kg:** utilizada para pesar la cantidad de material a utilizar

#### **2.5. Técnicas de procesamiento y análisis de la información**

Para esto se tuvo que utilizar los softwares Ms. Excel y SPSS, estos mencionados softwares nos ayudaron en la toma y procesamiento de los datos, el análisis se realizará mediante estadística descriptiva e inferencial: tablas y figuras, ANOVA unidireccional, pos prueba de Tukey

#### **2.6. Aspectos éticos en investigación**

Los datos obtenidos no se manipularon ni alteraron de ninguna forma, teniendo que la recolección de estos se hizo de la manera más fidedigna posible respetando la ética investigativa propuesta por las entidades internacionales así como la misma Universidad Católica de Trujillo

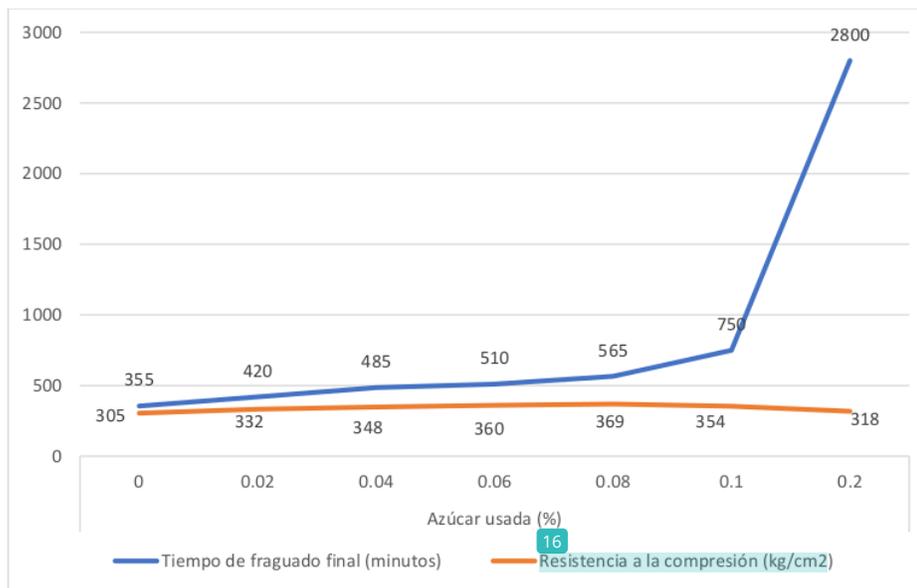
### III. RESULTADOS

#### 3.1. Descripción de resultados

##### 3.1.1. Determinación del efecto del uso de azúcar como aditivo sobre el tiempo de fraguado y resistencia a la compresión del concreto

**Figura 1**

Efecto del uso de azúcar como aditivo sobre el tiempo de fraguado y resistencia a la compresión del concreto



Nota: Datos obtenidos en el laboratorio de Materiales de la UCT

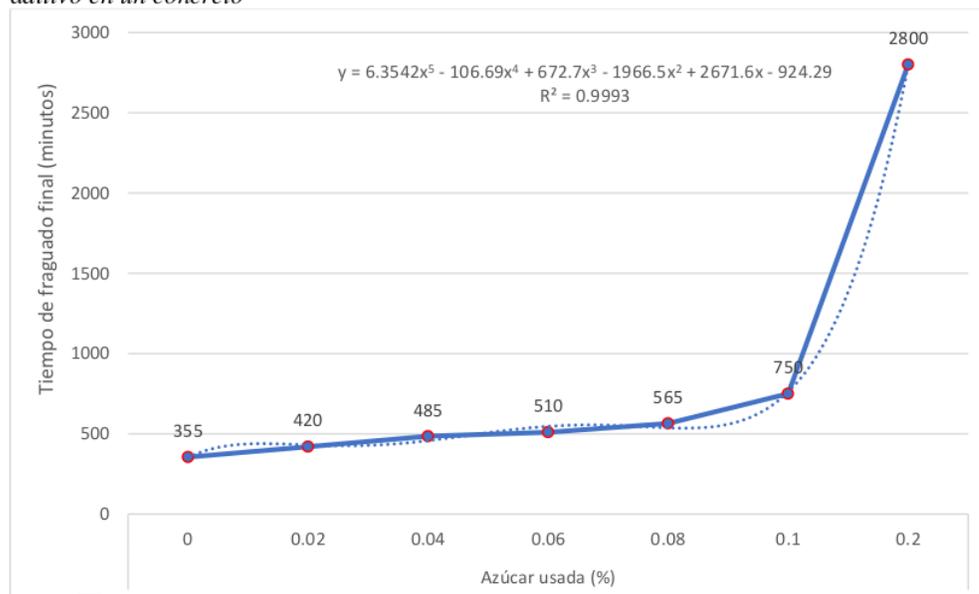
La figura 1 nos muestra la variación de la cantidad de azúcar (porcentaje) empleado como aditivo, el tiempo de fraguado aumenta levemente con porcentajes menores al 0.08%, posterior a este porcentaje, se eleva de manera exponencial; por otro lado en el caso de la resistencia al aplastamiento, se tiene un aumento de esta hasta el 0.08% de azúcar, con porcentajes mayores a este la resistencia a la compresión descende, sin embargo todos los valores obtenidos son superiores a la resistencia de diseño (210 kilogramos por centímetro cuadrado)

### 3.1.2. Análisis de la variación del tiempo de fraguado con respecto al porcentaje de azúcar usado como aditivo en un concreto

Este objetivo se logró extrayendo una muestra de pasta (cemento, azúcar y agua), esta se colocó en la aguja de Vicat y se procedió a realizar las mediciones necesarias para cada uno de los porcentajes de azúcar, los resultados podemos observarlos de manera gráfica en la figura 2:

**Figura 2**

Variación del tiempo de fraguado final con respecto al porcentaje de azúcar usado como aditivo en un concreto

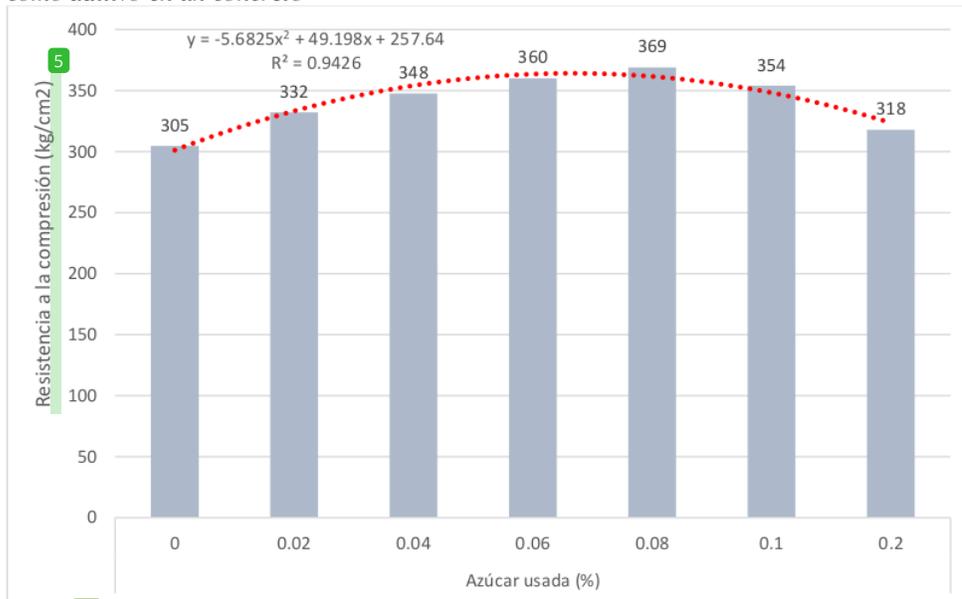


Nota: Resultados obtenidos en el laboratorio de Materiales de la UCT

Como se mencionó con anterioridad, la figura 2 nos da una guía de cómo varía el tiempo de fraguado final de la pasta, esta variación corresponde a una ecuación polinómica de grado 5 ( $y = 6.3542x^5 - 106.69x^4 + 672.7x^3 - 1966.5x^2 + 2671.6x - 924.29$ ;  $R^2 = 0.9993$ ), la cual implica que inicialmente presenta un aumento del tiempo de fraguado leve hasta que llega el 0.1% donde ya presenta una pendiente más elevada y con el 0.2% de azúcar usada como aditivo la pendiente se torna más brusca teniendo un aumento del tiempo de fraguado de un 688% respecto al de la pasta sin azúcar añadida

**3.1.3. Análisis de la variación de la resistencia a la compresión con respecto al porcentaje de azúcar usado como aditivo en un concreto**

**Figura 3**  
*Variación de la resistencia a la compresión con respecto al porcentaje de azúcar usado como aditivo en un concreto*

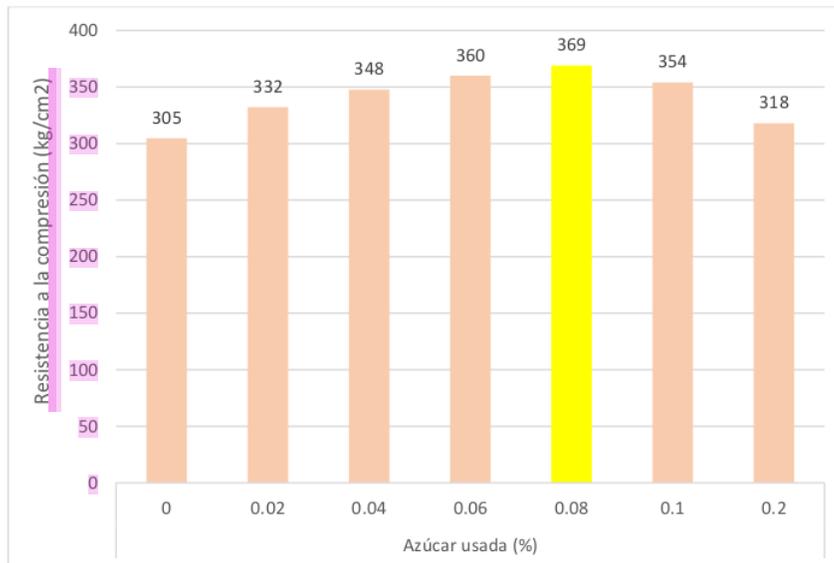


**Nota:** Resultados obtenidos en el laboratorio de Materiales de la UCT

La figura 3 nos presenta cómo varía la resistencia al aplastamiento conforme va en aumento el porcentaje de azúcar usada como aditivo en el concreto, tenemos que inicialmente la resistencia aumenta hasta un valor de 369 kg/cm<sup>2</sup> correspondiente al 0.08% de azúcar, sin embargo, posterior a este valor, la resistencia desciende hasta un valor de 318 kg/cm<sup>2</sup> para un 0.2% de azúcar. El comportamiento descrito corresponde a una ecuación grado dos, es decir una ecuación polinómica  $y = -5.6825x^2 + 49.198x + 257.64$ ;  $R^2 = 0.9426$

### 3.1.4. Determinación del porcentaje de azúcar usado como aditivo que mejora la resistencia a la compresión de concretos

**Figura 4** Porcentaje de azúcar usado como aditivo que mejora la resistencia a la compresión de concretos



*Nota:* Datos obtenidos experimentalmente

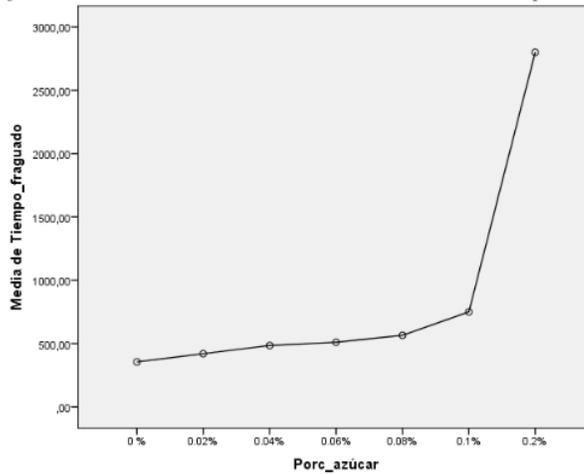
Se tiene que para un porcentaje de cero punto cero ocho por ciento de azúcar usada como aditivo, la resistencia al aplastamiento al finalizar el fraguado, es decir a los 28 días es de 369 kg/cm<sup>2</sup>, esto es un 21% mayor respecto al concreto con 0% de azúcar (305 kilogramos por centímetro cuadrado) e incluso un 76% mayor respecto a la resistencia de diseño (210 kilogramos por centímetro cuadrado); esto se observa en la figura 4

### 3.2. Prueba de hipótesis

#### 3.2.1. Determinación del efecto del uso de azúcar como aditivo sobre el tiempo de fraguado y resistencia a la compresión del concreto

**Figura 5**

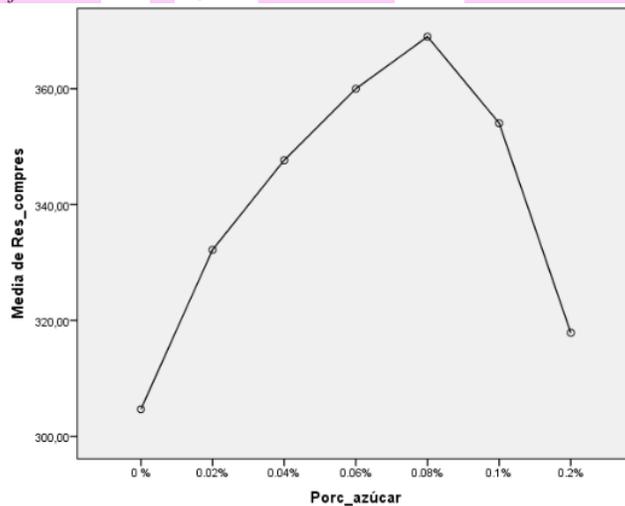
*Efecto del uso de azúcar como aditivo sobre el tiempo de fraguado del concreto*



Nota: Gráfica obtenida con IBM SPSS v22

**Figura 6**

*Efecto del uso de azúcar como aditivo sobre la resistencia a la compresión del concreto*



Nota: Gráfica obtenida con IBM SPSS v22

Las figuras 5 y 6 muestran cómo se genera un efecto en el tiempo de endurecimiento y la resistencia al aplastamiento respecto al porcentaje de azúcar usado como aditivo en el concreto, se puede observar que para cada porcentaje de azúcar, existe un valor diferente de tiempo de fraguado así como de resistencia a la compresión. Con lo indicado anteriormente, se rechaza la hipótesis nula H0 y se acepta la hipótesis alterna H1, teniendo que Si existe efecto del uso de azúcar como aditivo sobre el tiempo de fraguado y resistencia a la compresión del concreto

### 3.2.2. Análisis de la variación del tiempo de fraguado con respecto al porcentaje de azúcar usado como aditivo en un concreto

**Tabla 1**

*Variación del tiempo de fraguado con respecto al porcentaje de azúcar usado como aditivo en un concreto*

	Azúcar usada (%)						
	0	0.02	0.04	0.06	0.08	0.1	0.2
Tiempo de fraguado final (minutos)	355	420	485	510	565	750	2800
% de variación	0	18	37	44	59	111	689

*Nota:* Datos obtenidos experimentalmente

La tabla 1 nos indica la variación del tiempo de fraguado final de la pasta de cemento con y sin azúcar usada como aditivo medida en porcentajes, estos se calcularon respecto al valor inicial (0% de azúcar) teniendo que la variación va en aumento respecto también al aumento de porcentaje de azúcar usada como aditivo; con esto se rechaza H0 (hipótesis nula) y se acepta H1 (hipótesis alterna) Si existe variación del tiempo de fraguado con respecto al porcentaje de azúcar usado como aditivo en un concreto

**3.2.3. Análisis de la variación de la resistencia a la compresión con respecto al porcentaje de azúcar usado como aditivo en un concreto**

**Tabla 2**  
ANOVA para la resistencia a compresión del concreto con la uso de azúcar como aditivo

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	49388,229	6	8231,371	368,726	,000
Dentro de grupos	2187,733	98	22,324		
Total	51575,962	104			

Nota: Resultados obtenidos con IBM SPSS v22

**Tabla 3**  
Variación del tiempo de fraguado con respecto al porcentaje de azúcar usado como aditivo en un concreto

Porc. azúcar	N	Subconjunto para alfa = 0.05						
		1	2	3	4	5	6	7
0 %	15	304,6667						
0.2%	15		317,8667					
0.02%	15			332,2000				
0.04%	15				347,6667			
0.1%	15					354,0667		
0.06%	15						360,0000	
0.08%	15							369,0000
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 15,000.

Nota: Resultados obtenidos con IBM SPSS v22

En este caso se aplicó el Análisis de Varianza unidireccional (ANOVA) el cual cuenta con un  $\alpha$  de 0.05% (significancia), y la posprueba de Tukey, esto se puede observar en las tablas 2 y 3, en la tabla 2 se tiene el resultado del análisis realizado donde se obtuvo 0.00 como valor p (significancia), siendo este valor menor al nivel planteado (0.05), por lo que se rechaza H0 (hipótesis nula) y se acepta H1 (hipótesis alterna) con lo que se tiene que Si existe variación de la resistencia a la compresión con respecto al porcentaje de azúcar usado como aditivo en un concreto

Asimismo, en la tabla 3 se tiene el resultado de la posprueba aplicada, donde se observa la formación de siete grupos los cuales son diferentes entre si, con esto se infiere que la diferencia entre cada uno de los resultados es significativa

**1**  
**3.2.4. Determinación del porcentaje de azúcar usado como aditivo que mejora la resistencia a la compresión de concretos**

No aplica

#### IV. DISCUSIÓN

- La presente investigación obtuvo que existe un efecto del uso de azúcar como aditivo en el tiempo de fraguado y la resistencia a la compresión del concreto, teniendo que Usman et al.; Kawade et al.; Kudoli; Pathak y Rai; y Azad et al. presentan un comportamiento similar al obtenido, es decir retarda el tiempo de fragua y aumenta la resistencia hasta cierto porcentaje de azúcar adicionada, posterior a esto, la resistencia disminuye, sin embargo Al Khafaji y Ruddock tienen un resultado diferente en cuanto al tiempo de fraguado y esto se debe a que utilizaron porcentajes mayores a los trabajados en esta investigación.
- La variación del tiempo de fraguado respecto a la azúcar usada como aditivo indica que conforme aumenta el porcentaje de azúcar usada, aumenta el tiempo de fraguado, esto está de acuerdo con Azad et al.; Pathak y Rai; Kudoli; Kawade et al. y Usman et al.; sin embargo, son Azad et al. y Usman et al. quienes coinciden con que el 0.08% de azúcar es el punto de quiebre donde se empieza a obtener mayores valores de tiempo de fraguado, en el caso de los otros autores es el 0.06%, esto se debe a que el azúcar no es la misma en todos los lugares donde se realizó la investigación, teniendo pequeñas variaciones químicas o de proceso, las que finalmente se ven reflejadas en los resultados que se obtuvieron
- En el caso de la resistencia de concreto con azúcar usado como aditivo, se tiene que al aumentar la cantidad de azúcar utilizado (porcentaje), el valor de la resistencia también aumenta, sin embargo, hay un punto donde esta última alcanza su valor máximo y posteriormente empieza a descender; este mismo comportamiento es el observado por Ahmad et al.; Kudoli; Usman et al.; y Azad et al. quienes indicaron que el uso excesivo (valores mayores al 0.06% o 0.08%) generan un descenso en la Resistencia a la compresion del concreto.
- Finalmente, el porcentaje de azúcar con el que se obtuvo la mayor resistencia la compresión es el 0.08%, el cual coincide con la investigación de Azad et al.; sin embargo, se tiene que Kudoli; Usman et al.; Pathak y Rai obtuvieron que el mayor valor es el del 0.06% de azúcar, esto debido a variaciones mínimas de proceso o química interna del azúcar (esto depende de cada zona donde se produce)

## V. CONCLUSIONES

- Se tiene que existe un efecto del uso de azúcar como aditivo sobre <sup>3</sup> el tiempo de fraguado y resistencia a la compresión del concreto, se tiene que al variar el porcentaje de azúcar que se usa como aditivo, el tiempo de fraguado aumenta levemente hasta el 0.08%, posterior a este porcentaje, el tiempo de fraguado aumenta de manera exponencial; por otro lado para la <sup>2</sup> resistencia a la compresión, se tiene un aumento de esta hasta el 0.08% de azúcar, con porcentajes mayores a este la resistencia evaluada desciende.
- La variación del tiempo de fraguado con respecto al porcentaje de azúcar usado como aditivo en un concreto está representado por una ecuación de quinto grado ( $y = 6.3542x^5 - 106.69x^4 + 672.7x^3 - 1966.5x^2 + 2671.6x - 924.29$ ;  $R^2 = 0.9993$ ), teniendo que inicialmente presenta un aumento del tiempo de fraguado leve hasta que llega el 0.1% donde presenta una pendiente más elevada y con el 0.2% de azúcar usada como aditivo la pendiente se torna más empinada teniendo un aumento del tiempo de fraguado de un <sup>19</sup> 688% respecto al de la pasta sin azúcar añadida
- La variación de la resistencia a la compresión conforme aumenta la cantidad de azúcar usada como aditivo en el concreto (medida en porcentaje), tenemos que inicialmente la resistencia aumenta hasta un valor de 369 kg/cm<sup>2</sup> correspondiente al 0.08% de azúcar, sin embargo, posterior a este valor, la resistencia desciende hasta un valor de 318 kg/cm<sup>2</sup> para un 0.2% de azúcar teniendo que este comportamiento representa una ecuación de grado dos, la cual es  $y = -5.6825x^2 + 49.198x + 257.64$ ;  $R^2 = 0.9426$ .
- El porcentaje de azúcar usado como aditivo con <sup>1</sup> que se obtiene la mayor resistencia a la compresión de concreto es 0.08%, con este, la resistencia a la compresión al finalizar el fraguado del concreto (28 días) es de 369 kg/cm<sup>2</sup>, esto es un 21% mayor respecto al concreto con 0% de azúcar (305 kg/cm<sup>2</sup>) e incluso un 76% mayor respecto a la resistencia de diseño (210 kg/cm<sup>2</sup>)

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda evaluar porcentajes mayores de adición de azúcar, ya que algunos autores indican que puede presentar un comportamiento contrario al indicado en esta investigación
- Se recomienda realizar más pruebas de tiempo de fraguado, ya que por cuestiones de equipamiento, en esta investigación sólo se realizó una por cada porcentaje

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Ahmad, S.; Lawan, A. y Al-Osta, M. (2020) Effect of sugar dosage on setting time, microstructure and strength of Type I and Type V Portland cements. *Case Studies in Construction Materials*. 13(2020), 1-9.  
<https://doi.org/10.1016/j.cscm.2020.e00364>
- Al Khafaji, Z.S. y Ruddock, F. (2018) Study the retardant effect of using different sugar's types on setting time and temperature of cement paste. *International Journal of Civil Engineering and Technology*, 9 (1). 519-530
- ASTM C39/C39M (2017). *Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens*. ASTM.
- ASTM C191 (2008). *Standard Test Methods for Time of Setting of Hydraulic Cement by Vicat Needle*. ASTM.
- Azad, A.K.; Rahman, S. y Chowdhury, R.H. (2020) Effect of sugar on setting time of cement and compressive strength of concrete. [conferencia] *Proceedings of 2nd International Conference on Research and Innovation in Civil Engineering (ICRICE 2020)*
- Bhalerao, V.; Talware, K.; Pawar, M.; Sayyad, A. y Shirsath, S. (2022) Impact of sugar on setting time and compression strength of concrete. *International Journal of Advance Research and Innovative Ideas in Education*. 8(2), 4072-4078
- Broughton, W. (2012). *Adhesives in Marine Engineering*.  
<https://doi.org/10.1533/9780857096159.2.99>
- Cabezas-Zabala, C.; Hernández-Torres, B. y Vargas-Zárate, M. (2016) Azúcares adicionados a los alimentos: efectos en la salud y regulación mundial. Revisión de la literatura. *Revista de la Facultad de Medicina*, 64 (2). 319-329.  
<http://dx.doi.org/10.15446/revfacmed.v64n2.52143>
- Carrillo, J., Alcocer, S. y Aperador, W. (2013). Propiedades mecánicas del concreto para viviendas de bajo costo. *Ingeniería Investigación y Tecnología*, XIV (2), 285-298.  
[https://doi.org/10.1016/S1405-7743\(13\)72243-1](https://doi.org/10.1016/S1405-7743(13)72243-1)

- Carrillo, J., Echeverri, F. y Aperador, W. (2015). Evaluación de los costos de construcción de sistemas estructurales para viviendas de baja altura y de interés social. *Ingeniería Investigación y Tecnología*, XVI (4), 479-490. <https://doi.org/10.1016/j.riit.2015.09.001>
- Farzam, H.; Bollin, R; Howe, Marin, J.; Erlin, B y Isabelle, H. (2005). *Cement and Concrete Terminology Vol 116*. ACI Committee
- Kawade, A.; Kamthe, I. y Khemalasure (2017) Experimental study of effect of sugar on properties of concrete. *Journal of Structural & Transportation studies*. 2(1), 1-8
- Kudoli, B. (2017) Enhancing properties of concrete by sugar. *International Journal of Engineering Science Invention Research & Development*. III(XII), 789-792
- Neville, A.M. (2011). *Properties of concrete*. (4th ed.) London Pearson Education Limited
- Novoa, A., Bosch, J., Díaz, F., Malmusi, D., Darnell, M. y Trilla, C. (2014). El impacto de la crisis en la relación entre vivienda y salud. Políticas de buenas prácticas para reducir las desigualdades en salud asociadas con las condiciones de vivienda. *Gaceta Sanitaria*, 28(S1), 44-50. <https://doi.org/10.1016/j.gaceta.2014.02.018>
- NTP 334.006 (2013). *CEMENTOS. Determinación del tiempo de fraguado de un cemento hidráulica utilizando la aguja de Vicat*. INDECOPI.
- Organización de las Naciones Unidas [ONU] (s.f.) Objetivos de Desarrollo Sostenible. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- Pathak, S. y Rai, A. (2020) Effect of sugar on various properties of concrete. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*. 9(8), 7241- 7251
- Thandavamoorthy, T.S. (2015) Determination of concrete compressive strength: A novel approach. *Advances in Applied Science Research*,. 6(10), 88-96
- Usman, N.D.; Chom, H.A.; Salisu, C; Abubakar, H.O. y Gyang, J. B. (2016) The impact of sugar on setting -time of ordinary portland cement (OPC) paste and compressive strength of concrete. *FUTY Journal of the Environment*. 10(1), 107- 114

Venu, M.; Padmavathi, V. y Rao, P.N. (2009) Effect of admixtures in concrete mix design.  
[conferencia] *ACSGE 2009*. Pilani, India.  
[https://www.researchgate.net/publication/344418039\\_Effect\\_of\\_admixtures\\_in\\_concrete\\_mix\\_design](https://www.researchgate.net/publication/344418039_Effect_of_admixtures_in_concrete_mix_design)

# EFFECTO DEL USO DE AZÚCAR COMO ADITIVO SOBRE EL TIEMPO DE FRAGUADO Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO

## INFORME DE ORIGINALIDAD

20%

INDICE DE SIMILITUD

19%

FUENTES DE INTERNET

7%

PUBLICACIONES

13%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://repositorio.uct.edu.pe">repositorio.uct.edu.pe</a> Fuente de Internet	11%
2	<a href="http://repositorio.ucv.edu.pe">repositorio.ucv.edu.pe</a> Fuente de Internet	2%
3	<a href="http://repositorio.urp.edu.pe">repositorio.urp.edu.pe</a> Fuente de Internet	2%
4	Submitted to Universidad Catolica de Trujillo Trabajo del estudiante	1%
5	<a href="http://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	1%
6	<a href="http://boe.es">boe.es</a> Fuente de Internet	1%
7	<a href="http://repositorioacademico.upc.edu.pe">repositorioacademico.upc.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1%
8	Submitted to Universidad Privada Antenor Orrego Trabajo del estudiante	<1%

9	<a href="http://www.mdpi.com">www.mdpi.com</a> Fuente de Internet	<1 %
10	<a href="http://www.polodelconocimiento.com">www.polodelconocimiento.com</a> Fuente de Internet	<1 %
11	<a href="http://repositorio.untrm.edu.pe">repositorio.untrm.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
12	Urbina Zamorano Javier. "La contabilidad condominal, en los condominios del fraccionamiento rinconada de los reyes en el Distrito Federal, una herramienta de la administración para la toma de decisiones", TESIUNAM, 2015 Publicación	<1 %
13	Submitted to tec Trabajo del estudiante	<1 %
14	<a href="http://www.svs.cl">www.svs.cl</a> Fuente de Internet	<1 %
15	<a href="http://pdfs.semanticscholar.org">pdfs.semanticscholar.org</a> Fuente de Internet	<1 %
16	<a href="http://1library.co">1library.co</a> Fuente de Internet	<1 %
17	<a href="http://dspace.um.edu.mx">dspace.um.edu.mx</a> Fuente de Internet	<1 %
18	<a href="http://repositorio.upn.edu.pe">repositorio.upn.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 10 words

Excluir bibliografía

Activo