



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Resistencia a la Compresión del Concreto de $F'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$ Sustituyendo el Cemento
por Ceniza de Aguaymanto, Cajamarca, 2022**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL**

AUTOR:

Villena Chavez, Gianfrank Cristopher (orcid.org/0000-0002-4627-1856)

ASESOR:

Ing. Barrantes Mann, Luis Alfonso Juan (orcid.org/0000-0002-2026-0411)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LÍNEA DE ACCIÓN DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA - PERÚ

2022

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación a mis queridos hermanos los cuales me han brindado apoyo incondicional, a mi novia que me ayudó de manera absoluta y que se ha convertido en un apoyo fundamental en mi vida, a mi querida madre Alicia Violeta Chávez Bustamante, quien a lo largo del tiempo me ha demostrado un amor único e incondicional, gracias a ella es que he obtenido los logros personales y profesionales que me ayudan a seguir adelante el transcurso de la vida cotidiana.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi madre, a mi novia, hermanos y amigos cercanos, los cuales de manera constante fueron un soporte y guía en el presente trabajo de esta investigación, de igual manera a los colegas y compañeros de educación universitaria que me brindaron su apoyo de la mejor manera con lo cual no tengo duda que el presente trabajo tiene la calidad esperada, agradezco también a los especialistas de los laboratorios en los cuales se desarrollaron los ensayos de manera óptima y transparente.

Índice de Contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de Contenidos.....	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vii
Resumen	ix
Abstract	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	6
III. METODOLOGÍA.....	17
3.1. Tipo y diseño de la investigación.....	17
3.2. Variables y operacionalización.....	18
3.3. Población, muestra y muestreo.....	20
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	21
3.5. Procedimientos.....	22
3.6. Método de análisis de datos.....	30
3.7. Aspectos éticos.....	30
IV. RESULTADOS.....	31
V. DISCUSIÓN.....	31
VI. CONCLUSIONES.....	32
VII. RECOMENDACIONES	32
REFERENCIAS.....	83
ANEXOS.....	88

Índice de tablas

Tabla 1. Cuadro de operacionalización	24
Tabla 2. Probetas utilizadas para ensayo de compresión	25
Tabla 3. Cantidad de materiales por metro cúbico	44
Tabla 4. Composición química de cemento portland tipo I.....	44
Tabla 5. Composición química de ceniza de Aguaymanto.....	45
Tabla 6. Análisis granulométrico Agregado Fino.....	53
Tabla 7. Análisis granulométrico Agregado Grueso.....	54
Tabla 8. Contenido de Humedad Agregado Fino.....	55
Tabla 9. Contenido de Humedad Agregado Grueso.....	56
Tabla 10. Gravedad específica y Absorción Agregado Fino.....	57
Tabla 11. Gravedad específica y Absorción Agregado Grueso.....	58
Tabla 12. Peso Unitario Suelto del Agregado Fino.....	58
Tabla 13. Peso Unitario Compactado del Agregado Fino.....	59
Tabla 14. Peso Unitario Suelto del Agregado Grueso.....	59
Tabla 15. Peso Unitario Compactado del Agregado Grueso.....	60
Tabla 16. Resistencia a la Compresión - Probeta Patrón.....	60
Tabla 17. Promedio Resistencia a la Compresión Probeta Patrón a los 7, 14 y 28 días	61
Tabla 18. Resistencia a la Compresión - Probeta con Sustitución al 1%.....	62
Tabla 19. Promedio Resistencia a la Compresión Probeta con Sustitución al 1% a los 7, 14 y 28 días.....	63
Tabla 20. Resistencia a la Compresión - Probeta con Sustitución al 3%.....	64
Tabla 21. Promedio Resistencia a la Compresión Probeta con Sustitución al 3% a los 7, 14 Y 28 días.....	65
Tabla 22. Resistencia a la Compresión - Probeta con Sustitución al 5%.....	66
Tabla 23. Promedio Resistencia a la Compresión Probeta con Sustitución al 5% a los 7, 14 Y 28 días.....	67
Tabla 24. Resistencia a la Compresión promedio alcanzada en cada diseño.....	68
Tabla 25. Ensayo Aire Atrapado.....	70
Tabla 26. Ensayo de Exudación.....	71
Tabla 27. Peso Unitario del concreto en estado fresco.....	73
Tabla 28. Estadísticos Descriptivos.....	75

Tabla 29. Prueba de Normalidad.....	76
-------------------------------------	----

Índice de figuras

Figura 1. Componentes del Concreto	12
Figura 2. Clasificación del Concreto	13
Figura 3. Control de Calidad del Concreto	15
Figura 4. Clasificación de los agregados	16
Figura 5. Empresas cementeras y ubicación	18
Figura 6. Empresas cementeras y tipos que producen	18
Figura 7. Límites permisibles para el agua	19
Figura 8. Composición del aguaymanto	21
Figura 9. Control de calidad de Concreto (Cono)	28
Figura 10. Tipo 1 de Fractura	33
Figura 11. Tipo 2 de Fractura	34
Figura 12. Tipo 3 de Fractura	34
Figura 13. Tipo 4 de Fractura	35
Figura 14. Tipo 5 de Fractura	35
Figura 15. Tipo 6 de Fractura	36
Figura 16. Mapa Geográfico del Perú	39
Figura 17. Provincia de extracción del aguaymanto.....	40
Figura 18. Zona de extracción del aguaymanto.....	40
Figura 19. Tallo, hojas y fruto de Aguaymanto.....	41
Figura 20. Sembríos de Aguaymanto en Zona de Extracción.....	41
Figura 21. Sembríos de Aguaymanto en Zona de Extracción.....	42
Figura 22. Proceso de Secado de Aguaymanto.....	42
Figura 23. Ceniza de Aguaymanto.....	43
Figura 24. Mezcla de Ceniza de Aguaymanto y Cemento.....	43
Figura 25. Composición química de cemento portland tipo I.....	45
Figura 26. Composición química de ceniza de Aguaymanto.....	46
Figura 27. Cantera “Ruben”.....	47
Figura 28. Elaboración de pizarra en laboratorio de Ensayo de Materiales.....	48
Figura 29. Laboratorio de Ensayo de Materiales.....	49
Figura 30. Moldes para probetas cilíndricas.....	49
Figura 31. Moldes para pruebas de calidad del concreto.....	50

Figura 32. Prensa Hidráulica usada en ensayo a la compresión.....	50
Figura 33. Prensa Hidráulica con espécimen de prueba.....	51
Figura 34. Especimen de prueba siendo introducido al pozo de curado.....	51
Figura 35. Especímenes de prueba en poza de curado.....	52
Figura 36. Tesista junto a especímenes de prueba en poza de curado.....	52
Figura 37. Ensayo de compresión a especímenes elaborados.....	53
Figura 38. Curva Granulométrica agregado fino.....	54
Figura 39. Curva Granulométrica agregado grueso.....	55
Figura 40. Promedio Resistencia a la Compresión Probeta Patrón a los 7, 14 y 28 días.....	61
Figura 41. Promedio Resistencia a la Compresión Probeta con Sustitución al 1% a los 7, 14 y 28 días	63
Figura 42. Promedio Resistencia a la Compresión Probeta con Sustitución al 3% a los 7, 14 y 28 días	65
Figura 43. Promedio Resistencia a la Compresión Probeta con Sustitución al 5% a los 7, 14 y 28 días	67
Figura 44. Resistencia a la Compresión promedio alcanzada en cada diseño....	69
Figura 45. Promedio de Contenido de Aire.....	70
Figura 46. Ensayo de Exudación.....	72
Figura 47. Peso Unitario del concreto en estado fresco.....	73

Resumen

El trabajo de investigación que aquí se presenta, tuvo por finalidad el conocer la importancia de reemplazar el cemento por la utilización de las cenizas de Aguaymanto, el cual es una materia prima que tiene gran producción en el distrito de Bambamarca, perteneciente a la región de Cajamarca, el objetivo que tiene la investigación es conocer la resistencia a la compresión del concreto con la sustitución ya mencionada y con ello comprobar que la ceniza de aguaymanto es un insumo que puede ser utilizado de manera positiva en la industria de la construcción.

Con respecto a la metodología, esta investigación fue de carácter aplicada y experimental, para ello se realizaron ensayos en laboratorio para de esta manera poder definir las propiedades mecánicas, de igual manera conocer la influencia de la sustitución de las cenizas en las propiedades físicas del concreto para así determinar cuan viable es su uso.

Se realizaron los ensayos de compresión en especímenes cilíndricos, 12 muestras siguiendo el patrón común de resistencia $F'c=175\text{Kg/cm}^2$, luego se sustituyó cemento por ceniza de aguaymanto en distintos porcentajes (1%, 3% y 5%) para cada una se tomaron 12 especímenes, es así que se examinaron 48 probetas en total y se analizaron a los 7, 14 y 28 días. Luego de este proceso se determinó que la sustitución del 3% resulto de gran manera favorable en el incremento de la resistencia a la compresión, esto en un 12.52% del $F'c$ base. Así mismo se comprobó que las propiedades en estado fresco con sustitución al 3% también tienden a tener una mejoría en general. Se concluyó que la sustitución de ceniza de aguaymanto en porcentajes menores al 5% favorecen de manera positiva, al incremento a la resistencia a compresión del cemento.

Palabras clave: Ceniza, aguaymanto, resistencia a la compresión, sustitución.

Abstract

The research work presented here had the purpose of knowing the importance of replacing cement by the use of Aguaymanto ashes, which is a raw material that has great production in the district of Bambamarca, belonging to the region of Cajamarca, the objective of the research is to know the compressive strength of concrete with the aforementioned substitution and thereby verify that aguaymanto ash is an input that can be used positively in the construction industry.

Regarding the methodology, this research was of an applied and experimental nature, for which laboratory tests were carried out in order to define the mechanical properties, as well as to know the influence of the substitution of ashes on the physical properties of concrete. in order to determine how viable its use is.

Compression tests were carried out on cylindrical specimens, 12 samples following the common pattern of resistance $F'c=175\text{Kg/cm}^2$, then cement was replaced by golden ash in different percentages (1%, 3% and 5%) for each one. 12 specimens were taken, thus a total of 48 specimens were examined and analyzed at 7, 14 and 28 days. After this process, it was determined that the substitution of 3% resulted in a very favorable way in the increase of the compressive strength, this in 12.52% of the base $F'c$. Likewise, it was found that the properties in the fresh state with 3% substitution also tend to have an improvement in general.

It was concluded that the substitution of aguaymanto ash in percentages less than 5% positively favors the increase in the compressive strength of the cement.

Keywords: Ash, aguaymanto, compressive strength, substitution.

I. INTRODUCCIÓN

En base a los previos conocimientos que tenemos a cerca del cemento se determina que es un material costoso el cual influye de manera notable en las actividades diarias de edificación, por lo cual factores como transporte, energía eléctrica, etc. generan que el valor de este material sea elevado, debido a que este es uno de los materiales más empleados en la industria de la construcción se planteó esta tesis como alternativa de innovación; por tanto, se propone como una opción distinta, el uso de cenizas de hojas y tallo de aguaymanto, para así sustituir este material a un porcentaje del peso del cemento. De esta manera favorecemos a la disminución de su alto costo. En base a lo ya mencionado, y en relación con las debidas necesidades que requerimos específicamente, es considerado como indispensable un adecuado estudio de las principales características del mortero cuando existe una sustitución de cenizas de hojas y tallo de aguaymanto, de la misma manera cómo influye éste a la elaboración de la mezcla en cuanto a propiedades como trabajabilidad, resistencia, durabilidad y su importancia en las obras de albañilería en general.

En el Perú no se han realizado estudios con un aditivo de este tipo, de tal manera se plantea analizar y mejorar la resistencia a compresión requerida que es usada en obras de ingeniería, pues ya es conocido que en nuestra problemática es común la elaboración de mezclas de concreto que alcancen resistencia a compresión de $F'c=175\text{Kg/cm}^2$, por lo tanto, este vendría a ser un tema novedoso y cubriría muchas necesidades en general de las obras de ingeniería. Tomando en cuenta la problemática existente, en la tesis desarrollada habrá una determinación y comparación de la resistencia de un concreto patrón que tiene una resistencia de $F'c=175\text{Kg/cm}^2$, con otro de concreto reemplazando al cemento por ceniza de las hojas y tallos extraídos del Aguaymanto en Bambamarca - Cajamarca en determinados porcentajes de esta manera se logrará tener los requisitos para que la resistencia óptima sea una característica de este concreto.

A la fecha en la región Cajamarca se cuenta con una extensa producción de "Aguaymanto", gracias a ello se "incrementa la productividad del aguaymanto a

través de la extensión de paquetes agronómicos apropiados y sistemas de tutorado en los productores de los distritos de Sorochuco, Huasmín, Celendín, Bambamarca, región Cajamarca” conocido en la zona comúnmente como tomatillo (Los Andes Cajamarca, 2018). Por ello se concluye que el uso de tallos y hojas de aguaymanto como opción para el presente proyecto es viable.

El presente proyecto es una tesis experimental, en la cual se realizó el diseño bloques completo al azar, para lo cual se elaborarán 48 probetas. La técnica que será empleada es la observación y las fichas técnicas como instrumentos para el correcto análisis de los resultados. Las resistencias se determinaron a los 7, 14, y 28 días de curado. Una vez obtenidos los resultados de los ensayos a la compresión a las probetas con sustitución de ceniza de Aguaymanto, se espera que las resistencias por encima de los $F'_c=175\text{Kg/cm}^2$ y que cumplan con las mejores especificaciones técnicas ASTM para así, hacer uso de manera práctica del material utilizado como sustituyente y aplicarlo en los distintos rubros de construcción de la ciudad de Cajamarca, para solucionar de esta manera los problemas ya mencionados.

Frente a la problemática mencionada surge el siguiente problema: ¿Cómo influye la sustitución de cemento por de ceniza de Aguaymanto en la resistencia a la compresión del concreto?, y problemas específicos ¿De qué manera influye la sustitución de cemento por el 1%, 3% y 5% de ceniza de aguaymanto en la resistencia a la compresión del concreto? y ¿Influye de manera positiva la sustitución de cemento por el 1%, 3% y 5%% de ceniza de aguaymanto en la consistencia del concreto en estado fresco?

Teniendo como objetivo general mejorar las propiedades mecánicas del concreto con la sustitución de cemento por ceniza de Aguaymanto y como objetivos específicos conocer la resistencia a la compresión del concreto con la sustitución del 1%, 3% y 5% de la ceniza de Aguaymanto y conocer de qué manera influye la sustitución del 1%, 3% y 5% de la ceniza de Aguaymanto en la consistencia del concreto en estado fresco.

La presente tesis tiene su fundamentación científica en la teoría de la tecnología del concreto, de igual manera en los principios considerados como básicos de la resistencia de materiales utilizados en el rubro de la construcción, así como en los distintos estudios científicos que recientemente han sido realizados sobre la resistencia del concreto con la incorporación de agregados en porcentajes determinados para así desarrollar mejoras en las propiedades de este material.

De esta manera la hipótesis respectiva es que la sustitución del cemento por ceniza de Aguaymanto en un concreto de resistencia patrón de $F'c=175\text{Kg/cm}^2$ mejora de manera general la resistencia a la compresión del concreto, de igual manera las hipótesis específicas: la sustitución del cemento por ceniza de Aguaymanto en un 1%, 3% y 5% en un concreto de $F'c=175\text{Kg/cm}^2$ incrementa en 5%, 8% y 10% la resistencia a la compresión del concreto; y: la sustitución del cemento por ceniza de Aguaymanto en un 1%, 3% y 5% en un concreto de $F'c=175\text{Kg/cm}^2$ mejora la consistencia del concreto en estado fresco.

La creación de la presente Tesis se justifica ya que, entre los problemas principales que existen actualmente tenemos el exceso de producción de cemento el cual unido a otros aditivos con distintas funciones aplicándolas en el concreto generan mucha contaminación, otro aspecto a tener en cuenta es el elevado costo perjudicando a la sociedad económicamente. En esta investigación busca un buen sustituyente para mejorar el costo y referido a la calidad mecánica, haciendo referencia a la resistencia a la compresión, de darse la investigación positivamente sería un gran aporte para ingeniería civil pues se trabajó con un material extraído de la naturaleza y de bajo costo.

En lugar donde se realizó la investigación (Bambamarca – Cajamarca) existe una abundante cantidad de producción de plantaciones de “Tomatillo”, este insumo de manera general es usado por los pobladores de manera comercial en el cual el fruto es aprovechado, dejando como desechos a las hojas y tallos. De tal manera es que utilizando esta materia orgánica recolectada del Aguaymanto hemos ayudado a reducir la contaminación ambiental y contribuir al desarrollo de la experimentación en la sociedad.

Se busca utilizar las cenizas de hojas y tallo de Aguaymanto para poder lograr una estructura que cumpla con las especificaciones técnicas y resistencia adecuada. De esta manera se podría dar solución a la problemática suscitada en la ciudad de Cajamarca que se halla muy cerca al lugar del cual será extraída la materia prima para la sustitución de parte del cemento en que será utilizado para la elaboración del concreto. Distintas investigaciones han comprobado lo factible que resulta la adición de componentes naturales en el concreto para mejorar sus propiedades mecánicas para evitar el excesivo uso y costo del cemento, lo cual justifica de enorme manera la investigación que se plantea realizar.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes Internacionales

Mittri et al. (2018) en su artículo científico “Assessment of the pozzolanic activity of ornamental stone waste after heat treatment and its effect on the mechanical properties of concretes”. Publicado en la Revista Ibracon de Estruturas e Materiais, 11, 1186-1207. En el trabajo efectuado se evalúa las propiedades puzolánicas de los residuos de procesamiento de piedra ornamental tratados térmicamente a 1200°C (RBROTT), además del respectivo análisis de la influencia de este material referido a la resistencia mecánica del hormigón producido con 5% y 10% de adición en relación al cemento. masa. En cuanto a la actividad puzolánica, el RBROTT resultó prometedor, habiendo presentado características químicas y físicas propias de los materiales puzolánicos. En cuanto a los hormigones producidos con la adición de RBROTT, hubo un aumento significativo de la resistencia mecánica, especialmente para los hormigones con un 10% de adición. Por tanto, existen hitos que muestran que las adiciones de materiales en forma de ceniza favorecen el mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto.

Cao et al. (2021). “Recent progress of utilization of activated kaolinitic clay in cementitious construction materials”. *Composites Part B: Engineering*, 108636. En este artículo se plantea el desarrollo de una alternativa ecológica que pueda sustituir parcial o completamente al cemento Portland ordinario (OPC) como material de construcción práctico con baja huella de CO₂ es un tema importante para los investigadores durante décadas. El uso de materiales puzolánicos artificiales, p. Ej. las cenizas volantes, la escoria, el humo de sílice, etc. no pueden satisfacer la demanda a gran escala de reemplazo de cemento. La arcilla caolinítica, con su alta reactividad puzolánica después de la activación y abundantes recursos en todo el mundo, se considera un material cementante suplementario (SCM) prometedor para el cemento. Estudios recientes han abordado que la

utilización de arcilla caolinítica calcinada como SCM puede mejorar eficazmente las propiedades de los productos de cemento. Este artículo presenta una revisión exhaustiva del progreso de la investigación sobre arcilla caolinítica activada como SCM en la última década. Introduce sistemáticamente las propiedades esenciales, el mecanismo de activación y evaluar de qué manera se elabora puzolánicamente la arcilla caolinítica. La aplicación de arcilla calcinada en dos sistemas cementosos diferentes (cemento mezclado con arcilla calcinada y cemento de arcilla calcinada con piedra caliza) se revisa desde los aspectos de trabajabilidad, propiedades mecánicas y propiedades de durabilidad a largo plazo con la discusión del mecanismo. Finalmente, se realiza la discusión del impacto en el ámbito ambiental y económico de la aplicación de arcilla calcinada en diferentes sistemas cementosos. Por el sustento dado en esta investigación se resuelve que la adición de materiales naturales representa un indicador positivo relacionado a la mejoría de la resistencia a la compresión del concreto.

Hurtado Figueroa et al. (2018, November). en su artículo “Verificación de la resistencia a la compresión entre un hormigón convencional y su adición de 5, 10 y 15% en volumen de cenizas volantes en sustitución del árido fino”, desarrollaron un estudio en el cual se realizó un análisis comparativo en relación a la resistencia a la compresión de una mezcla que contenía concreto convencional además de ello se realizó una adición experimental de 5, 10 y 15% de cenizas volantes en relación al volumen del agregado fino. Para ello, las cenizas volantes tuvieron su procedencia de la termoeléctrica Termotasajero que se ubica en una ciudad de Cúcuta al norte de Santander en Colombia, los estudios previos que fueron realizados con respecto a las cenizas volantes en laboratorios termoeléctricos, se obtuvieron resultados los cuales se aprovecharon para clasificar las cenizas. Con respecto a lo que fueron los resultados en los ensayos de compresión para las mezclas en las cuales se experimentó se comparó con los resultados del hormigón convencional, de esta manera se evidenció una superioridad con respecto a la resistencia de las mezclas experimentales en etapas tempranas (7 días). Luego, en las pruebas realizadas el día 14 se observó una diferencia mínima

en cuanto a la comparación de las mezclas. Por último, la prueba que fue realizada en el día 28 mostró una superioridad sobre la mezcla convencional la cual obtuvo una ventaja de 2.03 Megapascales con respecto a las fortalezas de las mezclas experimentales. Se nota, de manera evidente que la adición o sustitución de materiales distintos al cemento dan resultados muy favorables y prometedores con los cuales se puede discernir que es útil y rentable su uso como alternativa complementaria al cemento.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Huaquisto Cáceres, S., & Belizario Quispe, G. (2018) en su artículo "Utilización de la ceniza volante en la dosificación del concreto como sustituto del cemento" realizan un estudio en la Ilo donde se produce energía eléctrica a base de carbón y debido a este proceso se genera un residuo denominado ceniza volante el cual es un material que contamina el medio ambiente, este producto se utilizó como adición junto al cemento y así elaborar concreto en las obras civiles de distinto índole, de esta manera; el estudio tuvo como objetivo, realizar una mezcla adecuadamente dosificada de concreto realizando la adición de ceniza volante para que así haya una disminución de la resistencia y a su vez apoye en cuanto a disminuir la contaminación en el medio ambiente. El material utilizado, así como el método empleado se desarrollaron con adicionando la ceniza volante en los siguientes porcentajes 2.5%, 5.0%, 10.0% y 15.0% las respectivas roturas se efectuaron a los 7, 14, 28 y 90 días. Finalmente, los resultados indicaron que se obtuvieron resultados que fueron en promedio de 221kg/cm² con respecto a un concreto normal, asimismo para concreto con un porcentaje de 2.5 de ceniza volante la resistencia fue de 223kg/cm², para el 5.0% la resistencia fue de 231kg/cm², asimismo para el 10.0% se obtuvo 200 kg/cm² y 192kg/cm² para el 15% de uso de ceniza volante respectivamente. Por tanto y en base a los resultados obtenidos, la mencionada ceniza se debe utilizar como una alternativa de sustitución al cemento en valores porcentuales que sean menores al 10%, si se considera una cantidad más alta en cuanto a este valor, hay una disminución de la resistencia del concreto lo cual nos hace concluir que resulta perjudicial en cuanto a pruebas

y obras de construcción y de igual manera al realizar los controles de calidad respectivos.

Jaime Huertas, M. Á., & Portocarrero Regalado, L. A. (2018) en el desarrollo de su tesis “Influencia de la cascarilla y ceniza de cascarilla de arroz sobre la resistencia a la compresión de un concreto no estructural” desarrollan una investigación en la cual la finalidad de la tesis fue estudiar el comportamiento que presentó la cascarilla de arroz y de igual manera estudiar el comportamiento que presentó la ceniza de cascarilla de arroz (CCA) estos insumos en relación a las diferentes propiedades físico-mecánicas del concreto que son utilizados en los distintos campos de la industria de la construcción para una correcta ejecución de obras de múltiple utilidad, por lo cual, de esta manera se contribuiría con la disminución de la contaminación para un correcto cuidado del medio ambiente. Se efectuó la sustitución del cemento por cascarilla de arroz y ceniza de cascarilla de arroz (CCA) los porcentajes que fueron utilizados son: 8%, 12% y 16% en referencia a la totalidad de la masa del cemento con su respectivo diseño de mezcla, así se determinaron los distintos comportamientos de las muestras obtenidas y analizadas. En cuanto a los ensayos de asentamiento que se dan en el concreto fresco y para determinar la resistencia a la compresión de las probetas cilíndricas, se dieron las pruebas bajo los lineamientos de las normas ASTM y NTP. Luego del desarrollo de los experimentos en los resultados finales del proyecto se comprobó la validez de la utilización del uso de la ceniza de cascarilla de arroz como sustituyente del cemento, el porcentaje óptimo propuesto en el estudio fue del 8%, con el cual se obtuvo una resistencia de 231 Kg/cm². Con respecto al estudio ya mencionado se concluye que la sustitución de cemento por elementos naturales en determinados porcentajes favorece una resistencia por encima de la normalmente utilizada.

Chávez Bazán, C. H. (2017) en su tesis “Empleo de la ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA) como sustituto porcentual del agregado fino en la elaboración del concreto hidráulico” en este estudio se realizó una

verificación en la cual se determinó que incluir las adiciones al concreto permitieron el mejoramiento del material respectivo, gracias a esto se logró que cada estructura donde es utilizado tenga una resistencia mayor, de igual manera sea más durable y a su vez que cumpla con las exigencias que en la época actual el rubro de la construcción exigen. En cuanto a la ceniza de bagazo de caña de azúcar es obtenida como un subproducto residual de los desechos que hay en todo el proceso de elaboración del azúcar. Los residuos ya mencionados son usados como combustible para de esta manera calentar las calderas en las cuales el azúcar es producido. En el estudio realizado se plantea a su vez que la utilización de estas cenizas puede tener uso en distintas ramas, la principal y más conocida es la agricultura, y en cuanto a la construcción tendría un gran potencial de aprovechamiento. El sílice que existe en gran porcentaje podría ser utilizado ya sea como sustituto o como adición del material cementante; a pesar de ello en la investigación realizada se utilizó a manera de agregado fino. La investigación mencionada tuvo como objetivo principal la determinación de la influencia que se da al adicionar el material de la ceniza de bagazo de caña de azúcar en el concreto de $f'c = 250 \text{ Kg/cm}^2$ de esta manera se obtendría una dosificación óptima que favorezca el utilizar el material sugerido. Es así que se efectuaron diseños de mezcla utilizando dosificaciones del 1%, 3% y 5% de ceniza de bagazo de caña de azúcar con respecto al volumen absoluto del agregado fino que se utilizó y además la mezcla patrón. Por último, en la investigación mencionada, se determinó como conclusión que la influencia dada por la adición de la ceniza de bagazo de caña de azúcar con respecto a la resistencia a compresión del concreto contribuyó de forma positiva, puesto que presento un aumento de 21.88%, y a su vez la dosificación óptima hallada es de 3.24% con respecto al volumen absoluto de agregado fino. Por tanto, se deduce que la adición de productos o sub productos tomados de la naturaleza favorecen en gran medida el incremento de la resistencia a la compresión del concreto.

Castillo, R., Alujas, A. & Martinera, J. (2011) ejecutaron un estudio para la Revista Ingeniería de Construcción Vol.26 N°1 titulado “Estudio de la adición de arcillas calcinadas en durabilidad de hormigones.” El cual tuvo como objetivo la evaluación de las propiedades mecánicas y físicas, a su vez la durabilidad de los microhormigones, para ello utilizaron arcillas calcinadas y molidas las cuales fueron sustituidas en un porcentaje del 30% con respecto al peso del Cemento Portland ordinario (CPO). El material usado fue un suelo arcilloso, el que presentaba de manera básica caolinita y montmorillonita, estas materias usadas eran muy impuras en general. En cuanto al molido del material, fue desarrollado durante 60 minutos para que así la finura de este disminuya hasta alcanzar valores inferiores al cemento. Luego se desarrolló la preparación de los materiales la cual consistió en calcinarlos a 900 °C por 60 minutos, todo este proceso se dio bajo condiciones controladas en cuanto a temperatura pues fue ejecutado en un horno de laboratorio con la totalidad de los protocolos adecuados, luego se molieron los materiales durante 2 horas en un molino de bolas que albergaba 600 litros, como paso final fabricaron probetas de microhormigón con medidas de 4x4x16 cm, todos estos procedimientos se ejecutaron en base a la norma cubana NC 54-207, manteniendo 30% de sustitución del cemento por las adiciones finalmente, para el diseño de mezcla se usó cemento cubano P350, el cual es atribuido como como tipo I según clasificación de la norma americana ASTM C150-02 y tiene una resistencia a la compresión de 35 MPa en un periodo de 28 días, para concluir se obtuvieron como resultados en las pruebas desarrolladas valores a los 28 días que resultaron superiores a los 45 MPa, a su vez en el sistema AS-900 se obtuvieron valores máximos de aproximadamente 80 MPa, este resultado reforzó los resultados obtenidos anteriormente en morteros para llegar a la conclusión que este hecho indica que materiales de este tipo pueden ser usados como adiciones minerales de manera efectiva en sustitución del cemento. Se concluye que estudios de adición de los distintos materiales resultan productivos de una manera óptima en cuanto al desarrollo de adición de materiales de manera puzolánica y que estos materiales pueden ser tranquilamente utilizados

como sustitución del cemento y a su vez favorecen en gran medida el incremento de la resistencia a la compresión del concreto.

Rodríguez Soberón, N. C. (2017) en su tesis "Diseño de concreto $F' C = 250$ kg/cm² reforzado con cascarilla de café en la ciudad de Jaén" efectuó un estudio que representa una iniciativa para que su investigación sirva para la que los residuos generados por la agricultura sean utilizados de una manera productiva, des esta manera es que se puede tomar estos residuos como algo novedoso y así ser utilizado en el ámbito de los que son conocidos como materiales para una correcta construcción y que son utilizados de manera convencional, es así que, la cascarilla de café tanto como la ceniza obtenida luego de ser incinerada fueron utilizados como productos de estudio. El trabajo de investigación ya mencionado tuvo como principal objetivo el estudio de la influencia de la incorporación porcentual de ceniza y cascarilla de café, en relación a la resistencia a la compresión del concreto. La materia prima de la zona utilizada nos sirvió óptimamente para el desarrollo del estudio, se realizaron ensayos de manera comparativa, tomando un concreto patrón, sin adiciones de ningún tipo y concretos con porcentajes del 1%, 2% y 3% en cuestión a los casos de la fibra y 5%, 10% y 15% con respecto a los casos de la ceniza, los porcentajes utilizados tuvieron relación con respecto al cemento. En cuanto al concreto patrón fue tuvo un diseño de 250 kg/cm². Las propiedades estudiadas del concreto fueron la trabajabilidad, también se estudió el peso unitario del concreto tanto en estado fresco como en estado endurecido, la resistencia a la compresión, fisuras halladas y estudios en cuanto a la tracción indirecta. Los ensayos fueron realizados a 07 y 14 días, para obtener unos resultados como parámetro, y a 28 días para así hallar determinar la resistencia última. De acuerdo a los resultados, en relación al concreto en estado fresco pudo determinar que incorporar cascarilla y ceniza, nos afirman que la trabajabilidad sufre una disminución con respecto a la muestra patrón, se cumple también que una cantidad mayor de adición de la fibra y a una cantidad mayor de ceniza disminuye la trabajabilidad del concreto en los siguientes porcentajes -26.19% y -54.76%, ello tomado con

respecto del concreto que no presenta adiciones. Por otro lado, en cuestión al análisis del peso unitario del concreto fresco y endurecido hay una disminución mayor del porcentaje en concreto con adición de cascarilla que de aquel con ceniza. En cuanto al concreto endurecido se determinó que la adición de cascarilla de café disminuyó la resistencia a compresión en un porcentaje de -7.90% y de igual manera en la resistencia a tracción en un -4.62% estudios comparados en relación con el concreto patrón diseñado. Por el contrario, la adición de ceniza refleja algo positivo, pues aumenta la resistencia en el concreto en un porcentaje del 8.65% en dosificaciones mayores. Con respecto al estudio ya mencionado se puede concluir que la sustitución de cemento por elementos naturales en determinados porcentajes favorece una resistencia por encima de la normalmente utilizada.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. El Concreto

Se afirma que: “El concreto puede definirse como la mezcla de un material aglutinante, un material de relleno, agua y eventualmente aditivos, que al endurecerse forma un todo compacto y después de cierto tiempo es capaz de soportar grandes esfuerzos de compresión” (Sánchez de Guzmán, 2001, p19).

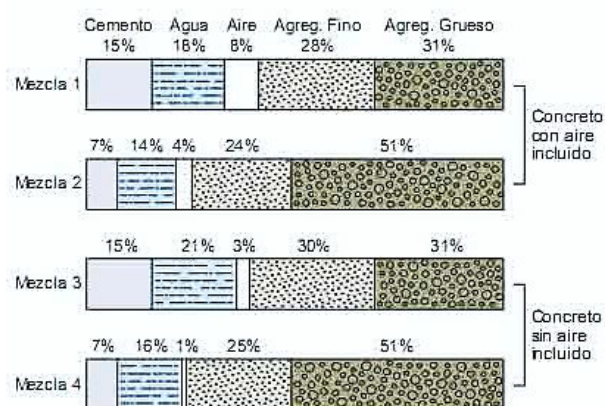


Figura 1. Componentes del concreto.

Fuente: Sánchez de Guzmán (2001).

Como se puede observar, en la figura 2 se ha elaborado de manera resumida una clasificación del concreto en cuestión a ciertas características específicas para luego asignarles un determinado tipo.

Clasificación del concreto	
Clasificación	Tipos
A Por el peso específico	-Ligero, cuyo peso unitario se encuentre entre 1200 – 2000 Kg/m ³ -Normal, cuyo peso unitario se encuentre entre 2000 – 2800 Kg/m ³ -Pesado, cuyo peso unitario se encuentre entre > 2800 Kg/m ³
B Según su aplicación	-Simple: Concreto sin ninguna armadura. Buena resistencia a compresión -Armado: Con acero. Buena resistencia a compresión y a flexión -Pretensado: Resistencia a tracción de viguetas -Pos tensado: Resistencia a tracción: se introducen fundas
C Por su composición	-Ordinario -Ciclópeo: con áridos de 50 cm -Cascores: Hormigón de desechos y ladrillos -Inyectado: en un molde el agregado y le metemos la pasta árido > 25 mm -Con aire incorporado: en el hormigón se le inyecta aire > 6 % -Ligero: 1,2 – 2 = 2 N/mm ² Pesado: áridos de densidad muy grande -Refractario: resistente a altas temperaturas (cemento de aluminato cálcico), etc.
D Por su resistencia	-Convencional: 10 % agua, 15 % cemento, 35 % arena, 40 % grava -De alta resistencia: 5 % agua, 20 % cemento, 28 % arena, 41 % grava, 2 % adiciones, 2 % aditivos

Figura 2. Información recuperada del libro de Torres, A, Cachay, R. (2004).

Fuente: Pacheco L. (2017).

2.2.1.1. Propiedades del Concreto

Con respecto a las diferentes propiedades que se pueden catalogar para el concreto tenemos:

Se establece que: “Las cuatro propiedades principales del concreto son: trabajabilidad, cohesividad, resistencia y durabilidad” (IMCYC, 2004).

Con respecto a las características que tiene el concreto, estas pueden variar en grados considerables, mucho depende del control de los ingredientes utilizados para su elaboración. Por lo cual, para trabajar con una estructura que sea específica, resulta mucho más económico utilizar un concreto que cumpla con las necesidades exactas en relación a sus características.

a) Trabajabilidad.

Con respecto a la trabajabilidad Azhar, S. (2021) nos manifiesta que la trabajabilidad del concreto es una propiedad del concreto fresco que se refiere a la facilidad con la que se puede colocar, consolidar y acabar el

hormigón. Se mide comúnmente usando una prueba de asentamiento donde más concreto fluido produce un asentamiento más alto.

b) Durabilidad.

Se establece que: “La durabilidad del concreto puede definirse como la capacidad del hormigón para resistir la acción de la intemperie, el ataque químico y la abrasión mientras mantiene sus propiedades de ingeniería deseadas” (Lalitha, et al., 2020, p3).

c) Impermeabilidad.

Referente a ello Han, et al., (2020) afirman que la impermeabilidad se refiere a la propiedad del hormigón que no puede ser impregnado por agua, aceite y otros líquidos con presión. Desempeña un papel importante en la durabilidad del hormigón. Además, también afecta directamente la resistencia a las heladas y la anticorrosión del hormigón.

d) Resistencia.

La resistencia según Frederick (1992) es una propiedad que, en cuestión al concreto, en una gran cantidad de oportunidades, es algo preocupante. De manera general se logra determinar por la resistencia final en base a una probeta en compresión sometida a una determinada carga. Puesto que, la resistencia del concreto tiende a aumentar en un largo periodo de tiempo, se toma como medida más común la resistencia a la compresión a los 28 días pues es considerado como el periodo óptimo para estudios de resistencia.

Por otra parte, el concreto también presenta propiedades mecánicas las cuales se encuentran relacionadas con su comportamiento en estado endurecido, asimismo estas propiedades son de suma importancia para el diseño estructural del concreto. (Acuña Giraldo, C. E., & Caballero Huaylla, H. R., 2018)

Fundamentalmente se desarrollan estudios relacionados a la resistencia a la compresión del concreto con el fin de determinar ciertos parámetros que sean favorables a determinadas investigaciones.

Hernández et al. (2018), manifiestan en cuanto a la resistencia a la compresión del concreto, que propiamente como se describe su nombre, es aquella capacidad del concreto de resistir a cierto fenómeno descrito como el aplastamiento que se ve comúnmente en todos los materiales que son utilizados para la elaboración de todo tipo de estructura, iniciando por las reticulares. Efectuar un ensayo de compresión en muestras cilíndricas brinda información de las propiedades mecánicas del material, también de su comportamiento detallado ante cargas estáticas o de ser el caso en cargas que ascienden gradualmente en el tiempo. También, se analiza ante cargas dinámicas, pero sucede que a veces es más probable una carga sostenida en el tiempo que una carga sísmica o dinámica en su defecto, de todas formas, ese es otro ensayo. Sin embargo, no se puede despreciar la característica de cómo se comportaría el concreto ante fuerzas sísmicas partiendo de cómo se comporta ante cargas estáticas. La meta del ensayo es encontrar y comprobar la resistencia del material, las diferentes características, el módulo de elasticidad, el porqué de su comportamiento y rectificar las normas técnicas colombianas NTC.



Figura 3. Control de Calidad del Concreto.

FUENTE: Control de Calidad del Concreto Patiño, O., & Méndez, R. (2017).

2.2.1.2. Agregados para el concreto

La define para los agregados que se pueden describir como aquellos elementos inertes, ya sea de origen natural o artificiales que se unen al concreto y son aquellos que conforman una pasta, para de esta manera conformar una estructura resistente. Estos agregados cuentan con distintas estructuras y tamaños, para desarrollar un estudio óptimo, tienen límites que se rigen en base a la NTP 400.011.

Se manifiesta que: “Los agregados son la fase discontinua del concreto y son materiales que están embebidos en la pasta y que ocupan aproximadamente el 75 % del volumen de la unidad cúbica de concreto” (Sánchez de Guzmán, 2001, p22).

Clasificación de los agregados

Clasificación de los agregados	Concepto
A Por su naturaleza	Naturales (agregado fino, grueso, hormigón) o artificiales (escorias de altos hornos)
B Por su densidad	De peso específico normal (entre 2,5 a 2,75), ligeros (< 2,5), pesados (> a 2,75)
C Por su origen, forma y textura superficial	-Por su origen (aluviales, coluviales, glaciares, canteras, etc.). -Por su forma (angular, sub angular, sub redondeada, redondeada, muy redondeada) -Por su textura (lisa, áspera, granular, vitrea, cristalina)
D Por el tamaño del agregado	Agregados gruesos y agregados finos

Figura 4. Clasificación de los agregados.

Fuente: Torres, A, Cachay, R. (2004).

2.2.1.2.1. Agregado Fino

De Brito, J., & Saikia, N. (2012) manifiestan que, en cuanto al agregado fino, lo conforman aquellas partículas menores a la malla N° 4 (4.75mm) el que presenta un módulo de finura óptimo para ser unido a los demás materiales del concreto. De igual manera se describe como agregado fino al que proviene de la desintegración artificial o natural de componentes que se mezclan al cemento y que logran pasar por el 6 tamiz N.T.P. 9.5 mm. (3/8”).

Este agregado fino antes descrito debe cumplir de manera estricta con los límites que se han establecido en la Norma Técnica Peruana. Con lo referido al agregado fino este puede ser conformado ya sea de arena extraída de manera natural o manufacturada, o de ser propio el caso de una combinación de ambas. Así mismo, sus partículas serán limpias, de perfiles preferentemente compactos, resistentes, angulares y duros. En cuanto a cuan limpio debe ser este agregado fino deberá estar libre de alguna cantidad de polvo que resulte perjudicial, pizarras, álcalis, materia orgánica, terrones, partículas escamosas o blandas, esquistos, sales u otras sustancias dañinas que de cierta manera puedan dañar la mezcla con los demás componentes del concreto.

2.2.1.2.2. Agregado Grueso

Se denomina agregado grueso a la porción del agregado retenido en el tamiz 4.75 mm (N° 4). Dicho agregado deberá de proceder de la trituración de roca o de grava o por una combinación de ambas: sus fragmentos deben de ser limpios, resistentes y durables, sin exceso de partículas planas, alargadas, blandas o desintegrables. Estará exento de polvo, terrones de arcilla u otras sustancias objetables que puedan afectar la calidad de la mezcla de concreto (Janardhanan, K., & Mohana, E.,2018).

2.2.2. Cemento

El cemento tiene propiedades hidrófilas, además cuenta con características adherentes y de cohesión, estas mencionadas propiedades favorecen a que se acoplen agregados minerales, es así que se da la formación de un nuevo material con resistencia y durabilidad que sean las adecuadas.

Según la Normas Técnicas Peruanas (2011) NTP 334.001: “el cemento Portland es un cemento hidráulico producido mediante la pulverización del Clinker compuesto esencialmente por silicatos de calcio hidráulicos y que

contiene generalmente una o más de las formas sulfato de calcio como adición durante la molienda”.

2.2.2.1. Cementos que pueden ser adquiridos en Perú

El Perú, cuenta en el presente con varias empresas productoras de cemento, estas son descritas junto a su ubicación en la siguiente figura.

Empresas cementeras

Empresa cementera	Ubicación
Lima S.A.	Atocongo - Lima
Pacasmayo S.A.A.	Pacasmayo- La Libertad
Andino S.A.	Condorcocha – Tarma (Junin)
Yura S.A.	Yura - Arequipa
Cemento Sur S.A.	Caracote – Juliaca (Puno)
Rioja S.A.	Pucallpa - Ucayali

Figura 5. Empresas cementeras y ubicación.

Fuente: Torres, A, Cachay, R. (2004).

De igual manera, la Figura 6 nos muestra cuales son los diferentes tipos de cementos que son producidos por las empresas productoras de cemento antes mencionadas.

Empresas cementeras, tipos de cementos que produce

Empresa cementera	Cementos que produce
Lima S.A.	Sol I, Sol II, Atlas IP
Pacasmayo S.A.A.	Pacasmayo I, II, V, MS, IP, ICo
Andino S.A.	Andino I, II, V, IP
Yura S.A.	Yura I, IP, IPM, Cemento de Albañilería
Cemento Sur S.A.	Rumi I, II, V, IPM
Rioja S.A.	Cemento Portland Tipo IPM

Figura 6. Empresas cementeras y tipos que producen.

Fuente: Torres, A, Cachay, R. (2004).

2.2.3. Agua

Con respecto al agua en cuanto a lo que se refiere a su uso para el concreto sirve reaccionando químicamente, como material cementante se encuentra presente en la mezcla de concreto, con ello se logra como finalidad:

- Realizar una conformación de tipo gel.
- Otorgar que esta mezcla del concreto disponga de propiedades las cuales son:

En un estado fresco contribuir en cuanto a la trabajabilidad, así como en la colocación de la misma; por otro lado, en estado endurecido ayudar en cuanto al proceso de curación, es así que la lleguen a convertir en un producto que cumpla con las propiedades y características que se requieran.

Pacheco L. (2017) afirma que, a pesar de que no se efectúen los correctos ensayos al agua con el fin de determinar su calidad, es posible emplear aguas que formen parte de la mezcla como las que son consideradas potables en una población, de la misma manera pueden utilizarse aquellas con las cuales se ha realizado mezclas funcionales. En caso contrario, se puede realizar la elaboración de testigos de concreto con el fin de evaluar el comportamiento de estos, realizando luego la contrastación con testigos elaborados con agua potable tomándolos de manera control. Este procedimiento no debe diferir en relación a la prueba de resistencia a la compresión en un porcentaje menor al 90 % en relación al tomado como testigo control.

En cuanto a la calidad tomada como requisito fundamental, la NTP 334.088 (Normas Técnicas Peruanas, 2015), en base a la tabla tomada a continuación, nos indica cuales son los límites considerados como permisibles para el agua que forma parte de la mezcla y a su vez del curado, de esta manera se tiene consideración de aptas a aquellas que pertenezcan a los límites permisibles.

Límites permisibles para el agua de mezcla y curado según la norma NTP 339.088

Descripción	Limite permisible		
Sólidos en suspensión (residuo insoluble)	5000	ppm	Máximo
Materia Orgánica	3	ppm	Máximo
Alcalinidad (NaHCO ₃)	1000	ppm	Máximo
Sulfatos (ion SO ₄)	600	ppm	Máximo
Cloruros (ion Cl ⁻)	1000	ppm	Máximo
pH	5 a 8	ppm	Máximo

Figura 7. Límites Permisibles para el agua.

Fuente: Torres, A, Cachay, R. (2004).

2.2.4. Aguaymanto

El Aguaymanto es una planta que también es conocida con los nombres de uchuva o ushun, es herbácea y forma parte de la familia solanaceae, por ello es que, posee ciertas características que son similares a las de otras plantas como las de tabaco, papa y otras, aunque su crecimiento se desarrolla de manera arbustiva. Esta planta arbustiva cuenta con una raíz fibrosa que ha sido encontrada a una profundidad de más de 60 cm con respecto al suelo. En cuestión a su tallo es de color verde y algo quebradizo, presenta vellosidades que son de textura agradable hacia el tacto humano. Sus hojas son enteras, tienen similitud a la forma de un corazón y la disposición de estas es de manera alterna.

Su conformación floral cuenta con cinco sépalos hermafroditas, tiene también una corola de color amarillo y conformación tubulosa. Con respecto a lo concerniente a su fruto tiene forma de globo tiene textura carnosa y es una baya jugosa, en cuanto a sus medidas tiene un diámetro que tiene un rango de entre 1,25 y 2,5 cm, su peso oscila entre los 4 y 10 g; se recubre por un cáliz conformado por cinco sépalos son su mecanismo de protección frente a los insectos, algunos pájaros y otros patógenos e incluso a aquellas condiciones climáticas que lleguen a ser extremas. La pulpa tiene un sabor ácido azucarado.

Actualmente, en cuanto a lo concerniente a Perú destaca la producción de este fruto en las siguientes regiones: Lambayeque, Ayacucho, Lima, Junín, Huánuco, Cusco, Áncash, La Libertad y Cajamarca.

Ramírez, T. & Anibar, W. (2015) afirman que *Physalis peruviana* L. "Aguaymanto" es una planta que presenta una formidable fuente en cuanto a los siguientes componentes: con respecto a vitamina A un total de 1460mg por cada 100g, en cuestión a proteínas un total de 1900mg por cada 100g, su presencia en lípidos es de 0,5g por cada 100g y por último minerales en un total de 55,41mg por cada 100g. De igual manera, se valora por su elevado contenido de activos biofitoquímicos y ácido ascórbico (vitamina C) en un total de 43,00mg por cada 100g los cuales le otorgan una capacidad

antioxidante muy elevada, ello le permite neutralizar la acción oxidante de aquellos radicales libres que se puedan generar en nuestro organismo. Este estudio tuvo como objetivo principal proporcionar una información actual y con una base científicamente comprobada sobre las diferentes características químicas y físicas así como nutricionales de la *Physalis peruviana* L o comúnmente llamada "Aguaymanto", esto con el fin de mejorar su desarrollo en industrias nutracéuticas y farmacéuticas; de esta manera se logrará promover su consumo y evidenciar el impacto de esta planta en cuanto a la salud humana, en cuanto a sus propiedades medicinales, se le otorgan las siguientes: actividad anti-inflamatoria, ayuda frente a las dolencias hepáticas, puede ser usado también como anti-séptico e inmunosupresor asociado al tratamiento de varias enfermedades, entre las cuales se puede mencionar el cáncer, dolencias asociadas a diabetes, , hepatitis, dermatitis malaria, asma, y otras.

Compuesto	%	Compuesto	%
C14:0 (mirístico)	Trazas	Ácidos grasos saturados	10,50
C16:0 (palmitico)	6,5	Ácidos grasos monoinsaturados	12,50
C16:1 ω -7 (palmitoleico)	0,5	Dienos totales	76,70
C17:0 (margárico)	0,1	Trienos totales	0,30
C17:1 (margaroleico)	Trazas		
C18:0 (esteárico)	3,1		
C18:1 ω -9 (oleico)	11,3		
C18:1 ω -7 (cis-vaccénico)	0,6		
18:2 ω -6 (linoleico)	76,7		
18:3 ω -3 (linolénico)	0,3		
C20:0 (araquídico)	0,4		
C20:1 (eicosenoico)	0,1		
C22:0 (behénico)	0,2		
C24:0 (lignocérico)	0,2		

Figura 8. Composición del Aguaymanto.

Fuente: Chasquibol, N, & Yácono J. (2017).

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y Diseño de la Investigación

3.1.1 Tipo de Investigación:

Lozada, J. (2014) hace mención que “La investigación aplicada busca la generación de conocimiento con aplicación directa a los problemas de la sociedad o el sector productivo. Esta se basa fundamentalmente en los hallazgos tecnológicos de la investigación básica, ocupándose del proceso de enlace entre la teoría y el producto” (p. 34).

En cuanto al tipo de investigación es Aplicada, pues aquellos conocimientos obtenidos nos ayudarán a dar solución a determinados problemas que tienen relación con la industria de la construcción como: cuidado del medio ambiente y la reducción de costos para la población utilizando así hojas y tallos, de igual manera se porque se ha planteado un problema al cual se pretende dar un tipo de solución pues se realizará la evaluación de la resistencia lograda en el momento que se sustituye cierto porcentaje de cemento y es reemplazado por ceniza de hoja de aguaymanto “*Physalis peruviana*”.

3.1.2 Diseño de la Investigación:

Agudelo G. et al. (2008) plantean que: “Un experimento es una investigación en la cual el investigador manipula y controla una o más variables independientes y observa la o las variables dependientes para medir las variaciones concomitantes” (p. 2)

La presente investigación será ejecutada de manera experimental puesto que se realizará un proceso en el cual se hará el estudio de un diseño convencional del concreto ($F'c = 175Kg/cm^2$) y tendrá su comparación respectiva con el nuevo diseño elaborado con la sustitución de manera porcentual por las cenizas de aguaymanto “*Physalis peruviana*”, el estudio casi en su totalidad se concentrará en relación a las pruebas que serán realizadas en un determinado laboratorio el cual permita las pruebas mecánicas que sean necesarias en las que el investigador tendrá contacto

con los ensayos realizados y así enfocarlos hacia los objetivos que han sido planeados.

3.2 Variables y operacionalización

Espinoza Freire, E. E. (2018), explica que, la operacionalización de las variables tiene su referencia en cuanto a la desintegración de aquellos elementos que conforman la configuración de la hipótesis y a las variables de manera especial y precisa; la operacionalización tiene su fin cuando se desglosan las variables en ciertas dimensiones y a su vez estas son traducidas en determinados indicadores que ayudan a la observación directa tanto como a su medición. De igual manera, afirma que en cuanto a la operacionalización de las variables es algo primordial pues a través de ellas se logra precisar los aspectos y elementos que posteriormente son cuantificados, gracias a ello se logra conocer y registrar los avances para llegar a conclusiones respectivas.

Para la presente investigación se han tomado en cuenta las siguientes variables:

- Variable Independiente: Ceniza de Aguaymanto.
- Variable Dependiente: Resistencia a la compresión del concreto.

Tabla 1. Cuadro de Operacionalización.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
V1: CENIZA DE AGUAYMANTO VARIABLE INDEPENDIENTE	Ramírez, T. & Anibar, W. (2015) afirman que Physalis peruviana L. "Aguaymanto" es una planta que presenta una formidable fuente en cuanto a componentes como vitaminas, proteínas, lípidos y minerales. De igual manera, se valora por su elevado contenido de activos biofitoquímicos y ácido ascórbico los cuales le otorgan una capacidad antioxidante muy elevada. El Aguaymanto es una planta herbácea y forma parte de la familia solanaceae, por ello es que, posee ciertas características que son similares a las de otras plantas como las de tabaco, papa y otras.	Ya que existen múltiples estudios que acreditan que la sustitución o adición de elementos naturales (locales o regionales) favorecen al incremento de las propiedades mecánicas del concreto, por tanto, se realizara la sustitución del cemento en 1, 3 y 5% por ceniza de aguaymanto. (Definición propia)	Porcentaje de la ceniza de aguaymanto	Porcentaje de sustitución del 1 %
				Porcentaje de sustitución del 3 %
				Porcentaje de sustitución del 5 %
V2: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO. VARIABLE DEPENDIENTE	Según Ruiz, R, & Vasallo, M. (2018) "Las propiedades mecánicas del concreto se encuentran relacionadas con el comportamiento del mismo en estado endurecido, asimismo estas propiedades mecánicas son de suma importancia de diseño estructural del concreto" (p. 27)	"Se desarrollan estudios comparativos para la determinación a la resistencia a la compresión del concreto mediante ensayos de laboratorio realizados a cilindros y viguetas a las edades de 7, 14 y 28 días, las cuales arrojan resultados verídicos permitiendo establecer un análisis comparativo" (Sarta Forero, H. N. & Silva Rodríguez, J. L.,2017)	Características físicas	Trabajabilidad
				Cohesividad
				Resistencia
				Durabilidad

















































Fuente: Elaboración propia.

3.3 Población, muestra y muestreo

3.3.1 Población

La población al conjunto de probetas constituidas por una cantidad de 48, 12 probetas con un diseño de $F'c = 175Kg/cm^2$ sometidas a un ensayo de compresión, 12 probetas sustituyendo el 1 % de cemento por ceniza de aguaymanto cilíndricas de 15x30 cm sometidas al ensayo de compresión bajo la norma y 12 probetas sustituyendo el 3 % de cemento por ceniza de aguaymanto cilíndricas de 15x30 cm sometidas al ensayo de tracción bajo la norma y 12 probetas sustituyendo el 5 % de cemento por ceniza de aguaymanto cilíndricas de 15x30 cm sometidas al ensayo de tracción bajo la norma analizadas a los 7, 14 y 28 días (NTP 339.034).

Tabla 2. Probetas utilizadas para ensayo de compresión.

DIAS DE CURADO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO $F'c = 175 Kg/cm^2$ CON SUSTITUCIÓN DE CENIZA AGUAYMANTO "PHYSALIS PERUVIANA"			
	Probeta Patrón	Probeta con porcentaje de sustitución 1%	Probeta con porcentaje de sustitución 3%	Probeta con porcentaje de sustitución 5%
7	P1 	P1 	P1 	P1 
	P2 	P2 	P2 	P2 
	P3 	P3 	P3 	P3 
	P4 	P4 	P4 	P4 
14	P1 	P1 	P1 	P1 
	P2 	P2 	P2 	P2 
	P3 	P3 	P3 	P3 
	P4 	P4 	P4 	P4 
28	P1 	P1 	P1 	P1 
	P2 	P2 	P2 	P2 
	P3 	P3 	P3 	P3 
	P4 	P4 	P4 	P4 

Fuente: Elaboración propia.

3.3.2 Muestra

La muestra será conformada por 48 probetas de concreto, 12 probetas con un diseño de $F'c = 175Kg/cm^2$ sometidas a un ensayo de compresión, 12 probetas sustituyendo el 1 % de cemento por ceniza de aguaymanto cilíndricas de 15x30 cm sometidas al ensayo de compresión bajo la norma (NTP 339.034) y 12 probetas sustituyendo el 3 % de cemento por ceniza de aguaymanto cilíndricas de 15x30 cm sometidas al ensayo de tracción bajo la norma (NTP 339.034) y 12 probetas sustituyendo el 5 % de cemento por ceniza de aguaymanto cilíndricas de 15x30 cm sometidas al ensayo de tracción bajo la norma (NTP 339.034) analizadas a los 7, 14 y 28 días.

3.3.3 Muestreo

“Una muestra es un subconjunto de una población y encuestamos las unidades de la muestra con el objetivo de aprender sobre toda la población. Sin embargo, la teoría del muestreo se desarrolló básicamente para muestreo probabilístico, donde todas las unidades de la población tienen probabilidades positivas conocidas”. (Vehovar, V., Toepoel, V., & Steinmetz, S., 2016).

El muestreo considerado para ésta investigación será no probabilístico debido a que se tomará en cuenta el criterio del investigador en base a los objetivos que tiene trazados para solucionar el problema planteado. También es censal pues en esta investigación la muestra es toda la población.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Torres, M., Salazar, F. G., & Paz, K. (2019) manifiestan que: Una investigación es científicamente válida al estar sustentada en información verificable, que dé una respuesta a aquello que se quiere demostrar con la respectiva hipótesis formulada. Por esto, es imprescindible la realización de un proceso que recolecte datos de forma planificada y que tenga claros los objetivos en cuanto al nivel y profundidad de la información a recolectar. En este artículo se presenta una serie de criterios que se deben considerar para el diseño de las herramientas con relación a la recolección de información,

de igual manera, aquellos métodos de recolección para que de esta manera se logre realizar una investigación que tenga resultados confiables.

Para esta investigación la técnica de recolección de datos será la observación ya que se realizarán ensayos en el laboratorio donde se analizarán los resultados obtenidos mediante observación para la correcta determinación del objeto de estudio.

Fernández Collado et al. (2014) en su artículo Metodología de la Investigación sostienen “Los instrumentos son los medios en el cual el investigador utiliza para tomar toda la información recolectada” (p. 199)

Los instrumentos de recolección de datos usados para esta investigación serán las fichas técnicas de recolección de datos, en las cuales se registrará la información recolectada durante la observación de la realización de los ensayos según las normas técnicas vigentes (NTP).

3.5 Procedimientos para la recolección de datos

Se realizará un trabajo de gabinete en el cual se recopilará la información adecuada de investigaciones previas tales como tesis, revistas, artículos y libros científicos de los últimos 7 años para de ésta manera tener marcados hitos importantes para así solucionar la problemática planteada y establecer los objetivos necesarios para llevar a cabo un proyecto de investigación óptimo.

En campo se procederá a recolectar los materiales necesarios, es decir obtención de las hojas y tallo de aguaymanto que abunda en ciertas partes de la región Cajamarca, éstos serán sometidos a temperaturas que acrediten un comportamiento puzolánico, para sustituir de manera parcial al cemento que será utilizado en los ensayos establecidos.

3.5.1 Ensayos de Laboratorio

3.5.1.1 Concreto en estado fresco

La mezcla de concreto tendrá que cumplir con las debidas especificaciones técnicas y de esta manera exista una buena trabajabilidad, y en el momento del mezclado, todos los materiales que sean utilizados deberán ser mezclados hasta obtener un producto compacto y homogéneo.

Asentamiento ASTM C – 143 / NTP 339.035

De acuerdo a la norma se buscará para todos los ensayos que correspondan, un asentamiento que sea constante y que este dentro de un rango de 3" a 4", de esta manera se conseguirá una consistencia que sea plástica y trabajable en relación al concreto fresco referido con el grado de fluidez.

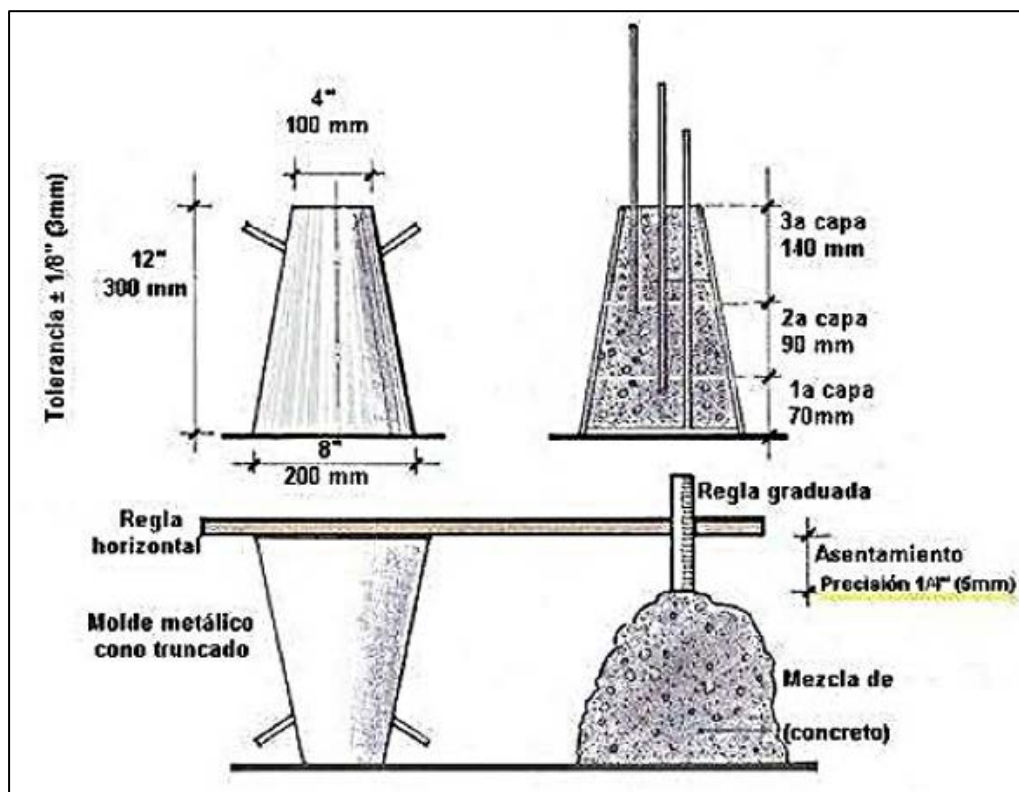


FIGURA 9. Control de calidad de concreto.

Fuente: (DINO)

Especímenes para la resistencia a compresión ASTM C-31 / NTP 339.033.

Sobre la resistencia a la compresión simple se sabe que es aquella característica mecánica considerada como fundamental en el concreto, en base a lo importante que implica esta propiedad, es de sobre manera importante dentro de estructuras convencionales de concreto reforzado, la manera en la cual es expresada es por lo general en kg/cm². Las probetas de menor tamaño en su elaboración son más fáciles de realizar, así como de manipular en campo y en laboratorio, en cuanto al diámetro del cilindro que se utilice como mínimo debe ser tres veces el tamaño máximo nominal con respecto al agregado grueso que se utilice en el concreto. Este ensayo referido a la resistencia se ejecutará cumplidos los 7, 14 y 28 días de curado, deben ser al menos 3 probetas para obtener un promedio que permita analizar y concluir los respectivos resultados.

Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. La Norma Técnica Peruana NTP 400.012

En cuanto a la muestra tomada de agregado seco, la cual es conocida y en la que se trabaja, se separa a través de un conjunto de tamices los cuales constan progresivamente de aberturas de mayor a menor, para de esta manera determinar la distribución con respecto al tamaño de las partículas analizadas.

Aparatos Utilizados.

Balanzas: Se utilizarán balanzas para el ensayo de los agregados: fino, grueso y global que deberán contar con la exactitud y aproximación mencionada a continuación:

En cuanto al agregado fino, contará con una aproximación de 0,1 g con exactitud a 0,1 g o 0,1 % en base a la masa de la que es tomada como muestra, alguno que sea de valor mayor, y este dentro del respectivo rango de uso.

En cuanto al agregado grueso o agregado global, contará con una aproximación y exactitud a 0,5 g o 0,1 % en base a la masa de la que es tomada como muestra, alguno que sea de valor mayor, y este dentro del respectivo rango de uso.

Ensayos con cilindros de concreto para resistencia a compresión ASTM C-39 / NTP 339.034 Normas:

a) ASTM C39: Es el método realizado como prueba estándar con respecto a la resistencia a la compresión en probetas cilíndricas elaboradas de concreto.

b) NTP 339.034: Es el método de ensayo el cual se ha normalizado en cuanto a la resistencia a la compresión del concreto y su determinación en base a los parámetros especificados en la respectiva norma, ello efectuado para muestras cilíndricas.

Definición:

Marrufo (2015) lo define como la acción de aplicar cierta carga de compresión axial a cilindros que han sido elaborados y moldeados para la determinación de este factor de resistencia o extracciones diamantinas sometidas a cierta velocidad que de igual manera ha sido normalizada, estos valores en un rango que ha sido prescrito durante el lapso la falla. Luego esta resistencia a la compresión del espécimen cilíndrico se calcula por división de la carga máxima que se alcanza a lo largo del ensayo, entre la respectiva área de la sección recta del espécimen.

El resultado paramétrico que se obtiene es una propiedad de característica física principalmente y de manera frecuente se usa para diseñar estructuras, es expresada en kilogramos por cada centímetro cuadrado (kg/cm²), otra unidad de medida usada para este ensayo es en mega pascales (MPa).

Importancia:

Marrufo (2015) afirma que aquellos resultados obtenidos de las pruebas de Resistencia a Compresión son empleados de manera fundamental, para comprobar que la mezcla del concreto utilizada cumpla con lo que se requiere para determinar así la resistencia especificada ($f'c$) en base a lo que se requiera en el proyecto elaborado. Así mismo, se utiliza también para determinar el control de calidad de estas muestras experimentales, es así que se da una aceptación del concreto o se puede estimar que este cálculo ayuda a los elementos estructurales en los cuales se utilice la mezcla elaborada, también para definir de manera programada ciertos procesos constructivos a lo largo de la ejecución de cierta obra como son: remover encofrados, estructuras de puntales, etc.

Equipo a utilizar:

Marrufo (2015) manifiesta que la máquina utilizada en el ensayo deberá tener una capacidad que sea conveniente, así mismo, debe ser operada por energía y debe de permitir que exista una velocidad de carga sobre la probeta de $0,25 \pm 0,05$ MPa/s, de esta manera el ensayo se desarrollará de manera continua y sin intermitencia o algún detenimiento. Así mismo, la máquina del ensayo tendrá el equipamiento de dos bloques de acero con caras resistentes, de estos uno se asentará sobre una rótula, con ello se podrá acomodar a la parte superior del espécimen, el otro tendrá su apoyo sobre una base sólida en donde se asentará la parte inferior de la misma.

Especímenes para ensayo:

En cuanto a los especímenes para la resistencia del concreto in situ, en cuanto a la norma ASTM C31, esta especifica procedimientos para las respectivas pruebas de curado en campo. Los especímenes cilíndricos se someterán a ensayo en base a ASTM C39, el cual es el Método usado de manera general en Pruebas de Resistencia a la Compresión para Especímenes Cilíndricos de Concreto.

Procedimiento de ensayo:

- Marrufo (2015) nos manifiesta que, en el caso de especímenes cilíndricos, respectivamente curadas y moldeadas, es posible utilizar las siguientes dimensiones: 6" x 12" o 4" x 8", las probetas de menor tamaño, suelen ser más sencillas para su manipulación en el campo y de igual manera en el laboratorio, en cuanto al diámetro de las probetas, estas deben tener 3 veces el tamaño máximo nominal como mínimo en relación al agregado que se utiliza para la elaboración del concreto. De acuerdo a la ASTM C39 y la Norma Técnica 339.034 los especímenes deben ser evaluadas tan rápido como sea propicio una vez retiradas del proceso de curado, es decir, se deberán ensayar en condiciones húmedas que a su vez sean de manera superficial secas.

- Se medirá el diámetro que tengan las probetas con un micrómetro en dos posiciones que tengan un ángulo recto entre ellas, esto se efectuará a una altura media de la misma, las mediciones de estos diámetros se deberán promediar para de esta manera poder calcular el área de la sección.

- Para la colocación de los especímenes, antes de colocar estas probetas en los cabezales de la máquina en la cual se desarrollará el ensayo, se deberán limpiarán las caras que harán contacto con los bloques de acero, es decir la superior e inferior, de igual manera las del espécimen a evaluar. Luego se deben alinear los ejes de la probeta a ensayar en relación al centro de empuje de la máquina utilizada, con ello se evitará excentricidades.

- Se verificará que el marcador de carga de la máquina se encuentre en cero, de lo contrario, deberá efectuarse un reajuste. Luego se aplicará la carga de manera continua y uniforme, este procedimiento se efectuará hasta exista una falla de la probeta, para finalizar, se registrará que tipo de falla hubo y cuál fue la carga máxima que soporto la probeta antes de

fracturarse. Se calculará la Resistencia a Compresión, con la división de la carga máxima obtenida entre el área promedio de la sección ejecutada.

Tipos de fracturas que se dan en especímenes cilíndricos de concreto ASTM C-39 / NTP 339. 034.

Tipo 1 de Fractura:

Se observan conos notablemente bien formados en los extremos de la muestra, hay fisuras a través de los cabezales menores a 1 pulgada (25mm).

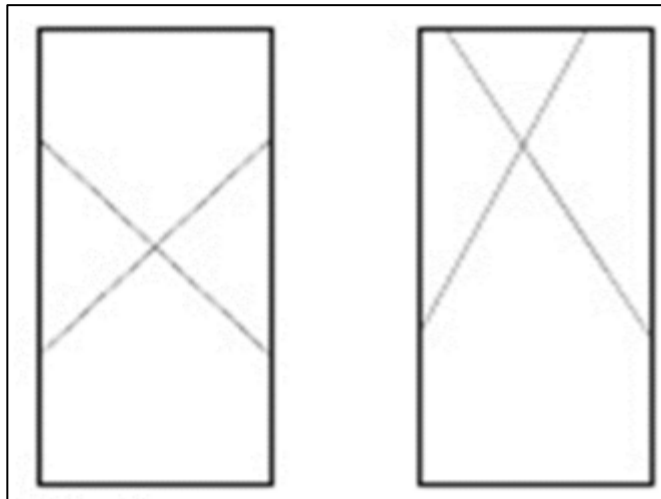


Figura 10. Tipo 1 de Fractura.

Fuente: NTP 339.034 / ASTM C-39

Tipo 2 de Fractura:

Se observan conos bien formados, pero solamente en un extremo, además de fisuras verticales observadas a través de los cabezales, ello no se observa en el otro extremo.

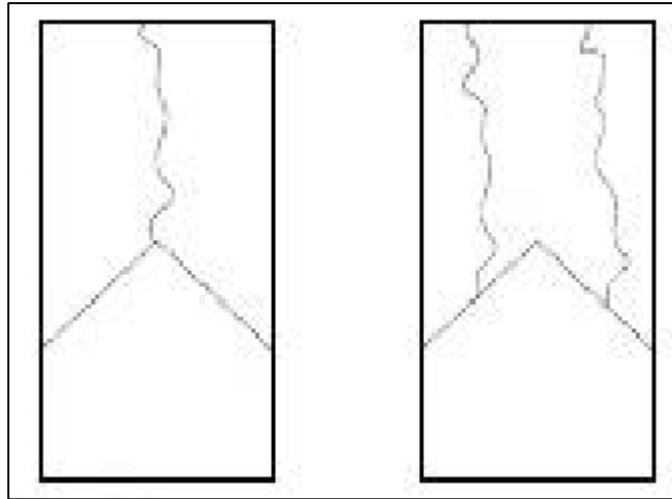


Figura 11. Tipo 2 de Fractura.

Fuente: NTP 339.034 / ASTM C-39

Tipo 3 de Fractura:

Se observan fisuras verticales de manera encolumnadas a través de los 2 extremos, así mismo se ven conos mal formados.

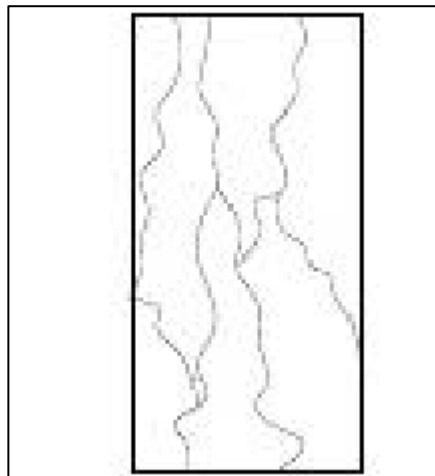


Figura 12. Tipo 3 de Fractura.

Fuente: NTP 339.034 / ASTM C-39

Tipo 4 de Fractura:

Se observa una fractura diagonal pero no fisuras a través de los extremos; se efectúan golpes de manera suave con un martillo para así distinguirla del tipo 1 de fractura.

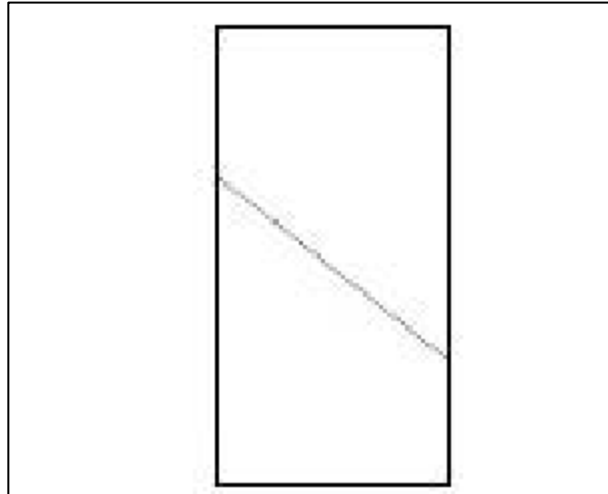


Figura 13. Tipo 4 de Fractura.
Fuente: NTP 339.034 / ASTM C-39

Tipo 5 de Fractura:

Se observan fracturas de manera diagonal en los lados de las partes superior o inferior, por lo general, ocurre de manera común con cabezales no adheridos.

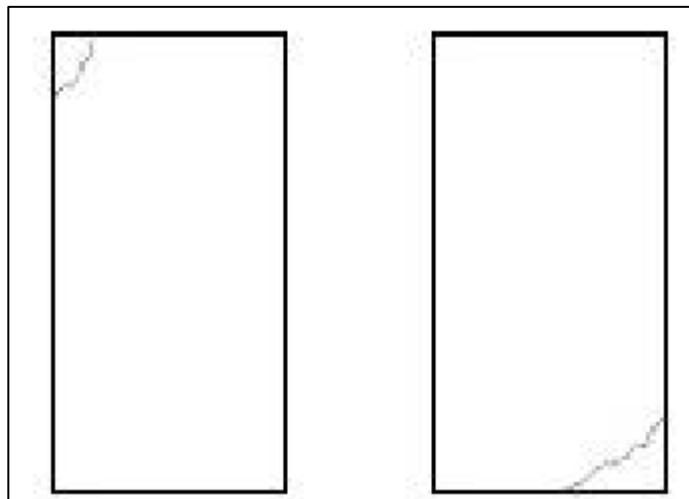


Figura 14. Tipo 5 de Fractura.
Fuente: NTP 339.034 / ASTM C-39

Tipo 6 de Fractura:

Se observa de manera muy similar a la de tipo 5 pero con la diferencia de que el extremo del cilindro es puntiagudo.

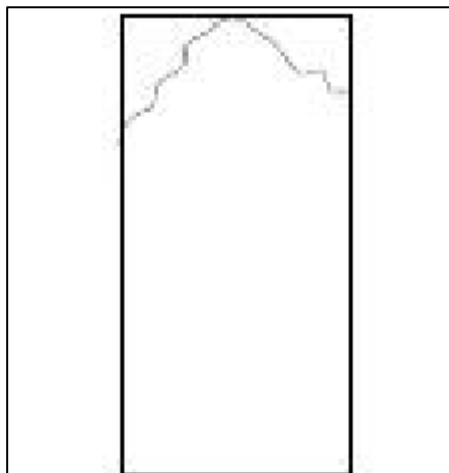


Figura 15. Tipo 6 de Fractura.

Fuente: NTP 339.034 / ASTM C-39

3.6 Método de análisis de datos

El presente proyecto de investigación se desarrollará mediante fichas de recolección de datos, las cuales serán procesadas en gabinete y en base a las cuales se analizarán las hipótesis planteadas con respecto a la sustitución de cemento por ceniza de aguaymanto, gracias a estos instrumentos se desarrollarán las conclusiones necesarias que favorezcan a la problemática a solucionar, en las fichas se registrará el tipo de ensayo, ubicación de la realización del estudio y los materiales utilizados.

3.7 Aspectos éticos

Los aspectos éticos que rigen la presente investigación serán los siguientes:

a) La información recolectada en la presente investigación fue obtenida de medios (revistas, artículos, libros, tesis, etc.) que acreditan la validez de los resultados obtenidos con el procedimiento mencionado.

- b) Se tomarán en consideración las normas técnicas peruanas (NTP) para garantizar las exigencias requeridas que avalen el correcto desarrollo de un proyecto perteneciente a la Facultad de Ingeniería y Arquitectura.
- c) De igual manera, se utilizará el referenciación perteneciente a la norma APA.
- d) Se utilizará la herramienta TURNITIN para contar con la transparencia adecuada que certifique la validez de los resultados obtenidos.

IV. RESULTADOS

4.1 Zona de Extracción del Aguaymanto

En lugar donde se realizó la extracción del aguaymanto (Chalapampa Bajo - Bambamarca – Cajamarca) existe una abundante cantidad de producción de plantaciones de “Tomatillo”, este insumo de manera general es usado por los pobladores de manera comercial en el cual el fruto es aprovechado, es así que se deja como desechos a las hojas y tallos. De esta manera es que utilizando esta materia orgánica recolectada del Aguaymanto hemos ayudado a reducir la contaminación ambiental y contribuir al desarrollo de la experimentación en la sociedad.

El método que has sido utilizado para la elaboración de cenizas aguaymanto es el siguiente:

- Se analizó y luego seleccionó la zona de la cual se extrajo la materia prima utilizada para el proyecto.
- Realizar la recolección del aguaymanto con el uso de machete y otras herramientas y luego se colocará lo extraído en un lugar determinado.
- Se separó la materia extraída para que tenga un secado óptimo.
- Mantener en un ambiente seco por un tiempo de 10 días y bajo sombra.
- Se utilizó bandejas metálicas para tener la correcta limpieza del material obtenido.
- Efectuar el tamizaje de la ceniza para que esta tenga la textura adecuada y así también efectuar separación de ciertos carbones.
- La temperatura óptima de calcinación es de 600°C de esta manera, toda nuestra ceniza adquiere propiedades puzolánicas y también se eliminan restos inorgánicos, esta calcinación tiene que ser ha sido efectuada por el laboratorio de la universidad en la cual se han desarrollado los ensayos respectivos.
- Tamizar el material obtenido como ceniza por la malla 200 para que tenga una óptima unión a los demás materiales del diseño de mezcla.

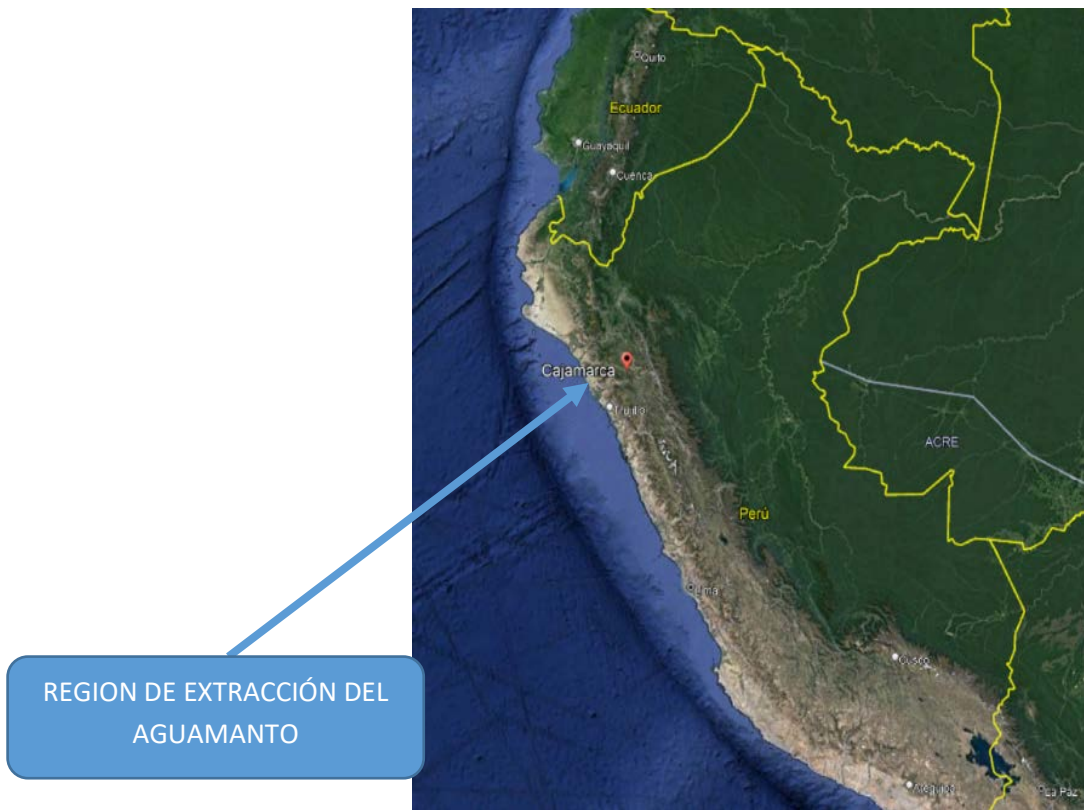


Figura 16. Mapa Geográfico del Perú.

Fuente: Elaboración propia.

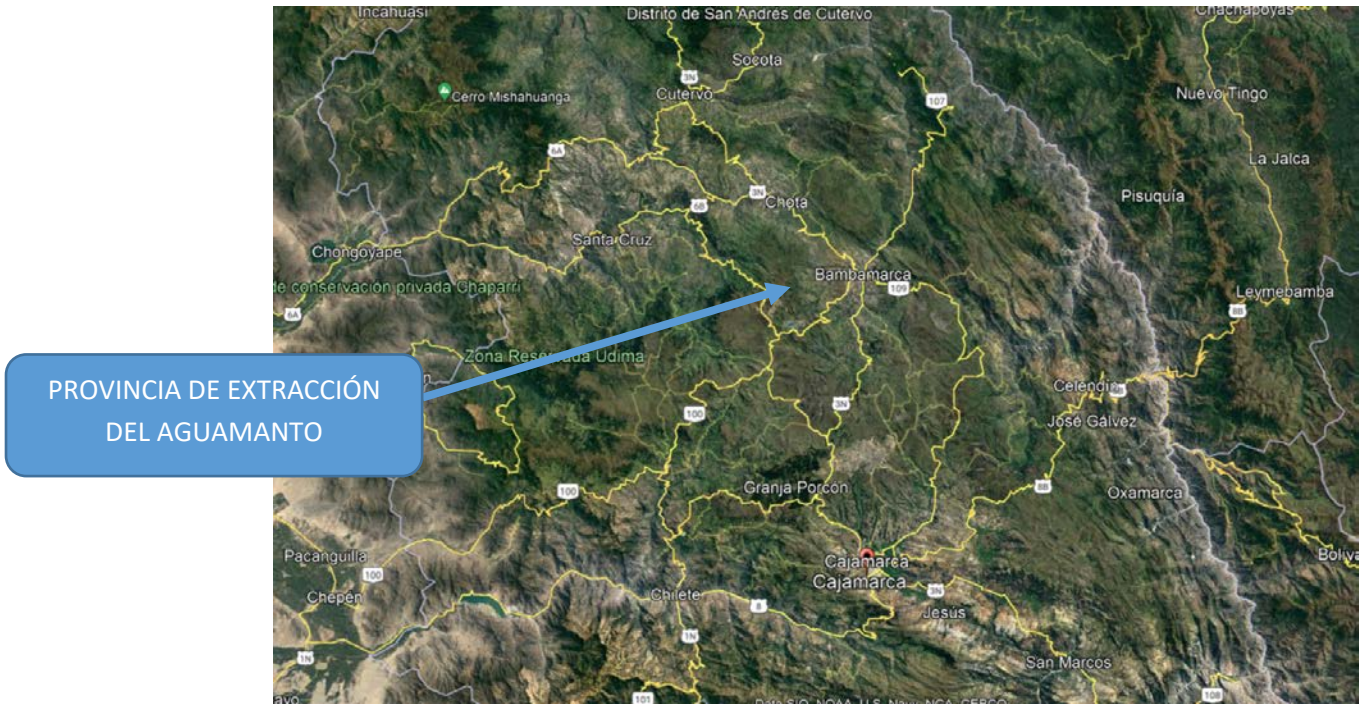


Figura 17. Provincia de Extracción del Aguaymanto.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 18. Zona de Extracción del Aguaymanto.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 19. Tallo, hojas y fruto de Aguaymanto.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 20. Sembríos de Aguaymanto en Zona de Extracción.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 21. Sembríos de Aguaymanto en Zona de Extracción.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 22. Proceso de Secado de Aguaymanto.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 23. Ceniza de Aguaymanto.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 24. Mezcla de Ceniza de Aguaymanto y Cemento.
Fuente: Elaboración propia.

4.2 Ensayos efectuados en el Laboratorio

Para proceder con los respectivos ensayos de laboratorio, se desarrolló el diseño de la mezcla de los elementos presentes en los especímenes cilíndricos que han sido analizados.

El diseño de la mezcla utilizado fue obtenido de acuerdo al método ACI (en el método del ACI se ha desarrollado un procedimiento de diseño de mezclas bastante simple el cual, basándose en algunas tablas elaboradas mediante ensayos de los agregados, nos permiten obtener valores de los diferentes materiales que integran la unidad cubica del concreto).

Tabla 3. Cantidad de materiales por metro cúbico

CANTIDAD DE MATERIALES POR METRO CÚBICO						
F'c (Kg/cm ²)	a/c	Cantidad Cemento (Kg)	Materiales por m ³			
			Cemento (Bolsas)	Arena (m ³)	Piedra (m ³)	Agua (m ³)
F'c=140 Kg/cm ²	0.82	238	5.60	0.30	0.92	0.184
F'c=175 Kg/cm ²	0.75	273.33	6.43	0.55	0.56	0.185
F'c=210 Kg/cm ²	0.68	309.825	7.29	0.52	0.90	0.186
F'c=240 Kg/cm ²	0.61	488.75	9.17	0.60	0.76	0.187

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4. Composición química de cemento portland tipo I.

COMPOSICION QUIMICA	RESULTADO (%)	METODO UTILIZADO
Óxido de Calcio	62.30%	Espectrometría de Fluorescencia de Rayos X
Óxido de Silicio	24.70%	
Óxido de Aluminio	5.52%	
Óxido de Fierro	3.41%	
Óxido de Magnesio	3.10%	
Óxido de Potasio	0.97%	

Fuente: Marin, A. (2019).

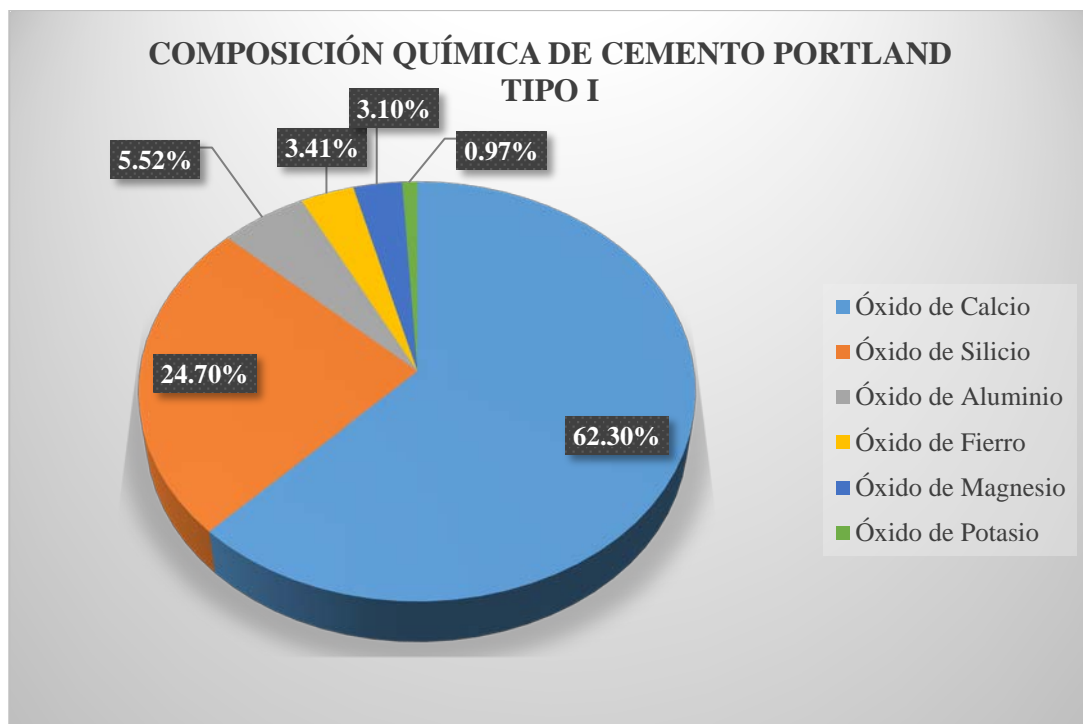


Figura 25. Composición química de cemento portland tipo I.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5. Composición química de ceniza de Aguaymanto.

COMPOSICIÓN QUÍMICA	RESULTADO (%)	MÉTODO UTILIZADO
Óxido de Calcio (CaO)	35.224%	Espectrometría de Fluorescencia de Rayos X
Dióxido de Silicio (SiO ₂)	31.739%	
Óxido de Magnesio (MgO)	13.816%	
Óxido de Potasio (K ₂ O)	11.131%	
Pentóxido de Fosforo (P ₂ O ₅)	4.154%	
Trióxido de Hierro (Fe ₂ O ₃)	1.321%	
Trióxido de Azufre (SO ₃)	1.024%	
Trióxido de Aluminio (Al ₂ O ₃)	0.854%	
Óxido de Manganeso (MnO)	0.582%	
Óxido de Bario (BaO)	0.065%	
Óxido de Zinc (ZnO)	0.023%	
Óxido de Cobre (CuO)	0.013%	

Fuente: Resultados de composición química de las cenizas de aguaymanto USP.

Composición química de ceniza de Aguaymanto

Se realizaron los análisis respectivos en base al método de Espectrometría de Energía Dispersiva (EDS), una vez finalizado este estudio se registró la composición química básica del material, para ello se tuvo en cuenta que existen componentes importantes en altos porcentajes como son: Calcio (Ca) y Silicio (Si) los cuales forman parte de componentes que tiene el cemento. Se concluye que los resultados obtenidos fueron buenos de acuerdo al análisis ya que podemos sostener que puede unirse al cemento de manera correcta y sin ninguna complicación.

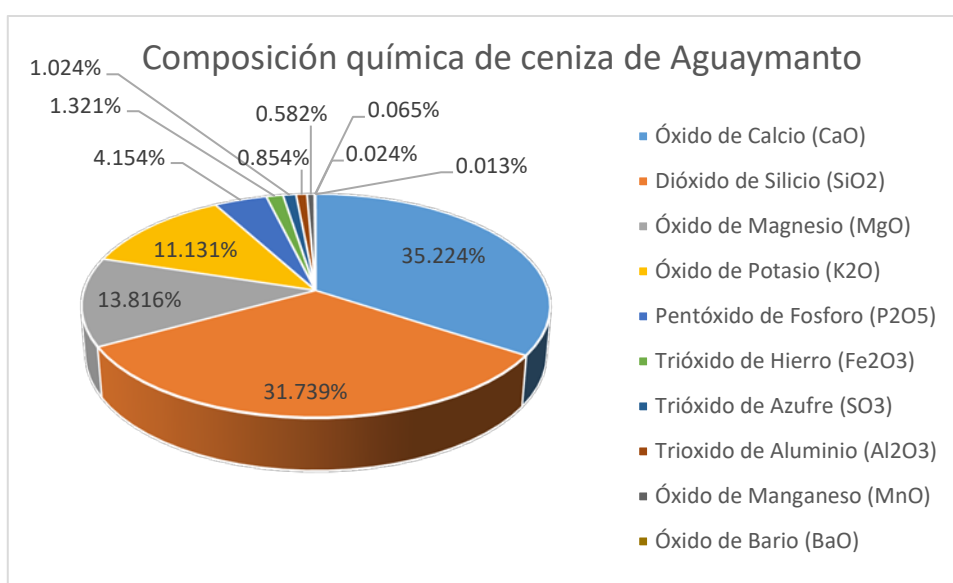


Figura 26. Composición química de ceniza de Aguaymanto.

Fuente: Elaboración propia.

DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS QUÍMICOS

- La presencia de Magnesio es un buen indicador pues este elemento siempre forma parte del proceso de fabricación de cemento, así mismo estas materias primas encontradas en el estudio resultan aportantes de Calcio, ambos elementos participan de manera activa tanto en las reacciones de calcinación como en la formación de fases mineralógicas de clinkerización.
- Por otro lado, se sabe que el potasio es un factor que influye negativamente en concreto, pero al tener silicio y calcio, estos factores disminuyen la reacción del potasio y así no perjudique al concreto.

- En cuanto al fierro este también es un elemento que en un porcentaje bajo es favorable en la combinación del concreto.

Agregados Utilizados

Agregado Fino

El agregado fino que ha sido utilizado en el presente proyecto fue recolectado de la Cantera “Ruben”; la cantera Rubén: es aquella que tiene su ubicación al norte de la ciudad de Chimbote, en cuanto a su área presenta una cantidad de 5 000 m² aproximadamente. En cuanto a su explotación, cuenta con más de 15 años de explotación aproximadamente, su proximidad es de unos 15 minutos con respecto a la ciudad de Chimbote.



Figura 27. Cantera “Ruben”

Fuente: Elaboración propia.

Agregado Grueso

El agregado grueso que ha sido utilizado en el presente proyecto fue recolectado de la Cantera “Ruben”; la cantera Rubén: es aquella que tiene su ubicación al norte de la ciudad de Chimbote, en cuanto a su área presenta una cantidad de 5 000 m² aproximadamente. En cuanto a su explotación, cuenta con más de 15 años de explotación aproximadamente, su proximidad es de unos 15 minutos con respecto a la ciudad de Chimbote.



Figura 27. Cantera "Ruben"

Fuente: Elaboración propia.



Figura 28. Elaboración de pizarra en laboratorio de Ensayo de Materiales.

Fuente: Elaboración propia.

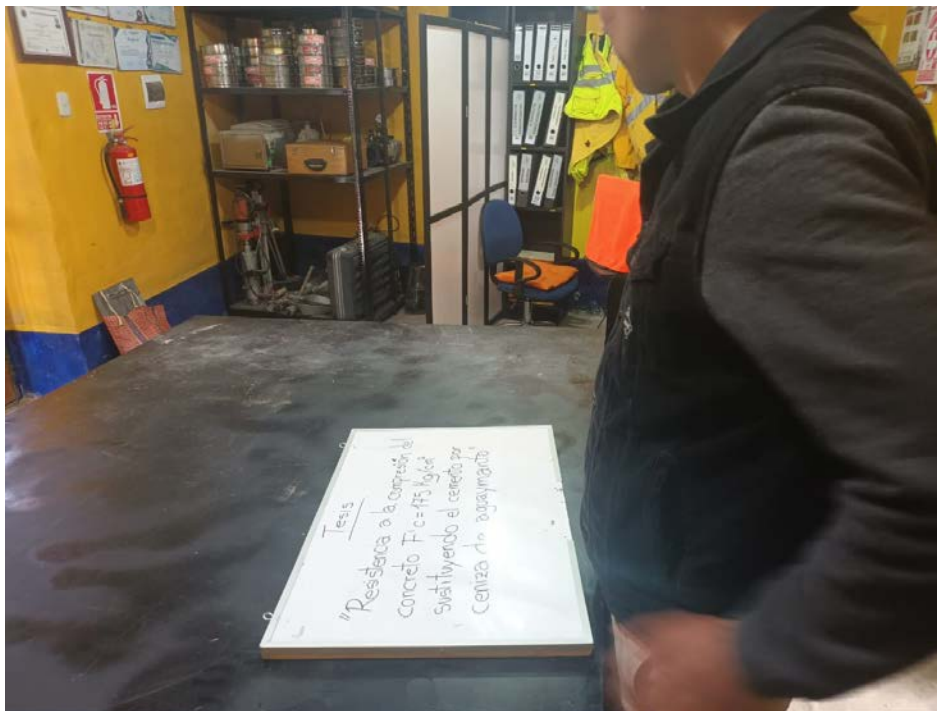


Figura 29. Laboratorio de Ensayo de Materiales.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 30. Moldes para probetas cilíndricas.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 31. Moldes para pruebas de calidad del concreto.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 32. Prensa Hidráulica usada en ensayo a la compresión.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 33. Prensa Hidráulica con espécimen de prueba.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 34. Espécimen de prueba siendo introducido al pozo de curado.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 35. Especímenes de prueba en poza de curado.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 36. Tesista junto a especímenes de prueba en poza de curado.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 37. Ensayo de compresión a especímenes elaborados.

Fuente: Elaboración propia.

Análisis Granulométrico Agregado Fino

Tabla 6. Análisis granulométrico Agregado Fino

ANALISIS GRANULOMETRICO AGREGADO FINO					
TAMIZ		Peso Retenido	%ret. Parcial	%ret. Acumulado	% Que pasa
N°	Abert.(mm)	(gr.)	(%)	(%)	(gr.)
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	6.60	0.70	0.70	99.30
N° 4	4.76	36.00	4.00	4.70	95.30
N° 8	2.36	87.60	9.70	14.50	85.50
N° 16	1.18	161.40	17.90	32.40	67.60
N° 30	0.60	169.40	18.80	51.20	48.80
N° 50	0.30	197.90	22.00	73.20	26.80
N° 100	0.15	167.40	20.80	94.00	6.00
N° 200	0.08	36.40	4.00	98.00	2.00
PLATO	ASTM C-117-04	17.80	2.00	100.00	0.00
TOTAL			900.50	100.00	

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y ensayo de Materiales USP.

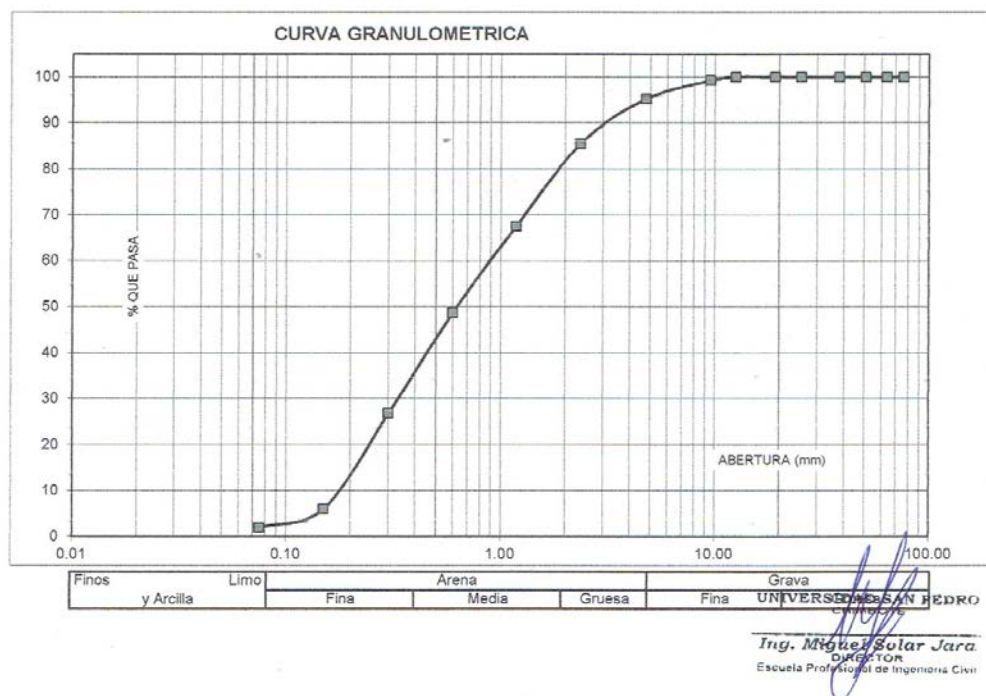


Figura 38. Curva Granulométrica agregado fino

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y ensayo de Materiales USP.

Análisis Granulométrico Agregado Grueso

Tabla 7. Análisis granulométrico Agregado Grueso

ANALISIS GRANULOMETRICO AGREGADO GRUESO					
TAMIZ		Peso Retenido	%ret. Parcial	%ret. Acumulado	% Que pasa
N°	Abert.(mm)	(gr.)	(%)	(%)	gr.)
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.100	427.50	47.40	47.40	52.60
1/2"	12.500	457.00	50.70	98.10	1.90
3/8"	9.520	16.60	1.80	100.00	0.00
N° 4	4.760	0.40	0.00	100.00	0.00
N° 8	2.360	0.00	0.00	100.00	0.00
N° 16	1.180	0.00	0.00	100.00	0.00
N° 30	0.600	0.00	0.00	100.00	0.00
N° 50	0.300	0.00	0.00	100.00	0.00
N° 100	0.150	0.00	0.00	100.00	0.00
N° 200	0.075	0.00	0.00	100.00	0.00
PLATO	ASTM C-117-04		0.00	100.00	0.00
TOTAL			901.50	100.00	

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y ensayo de Materiales USP.

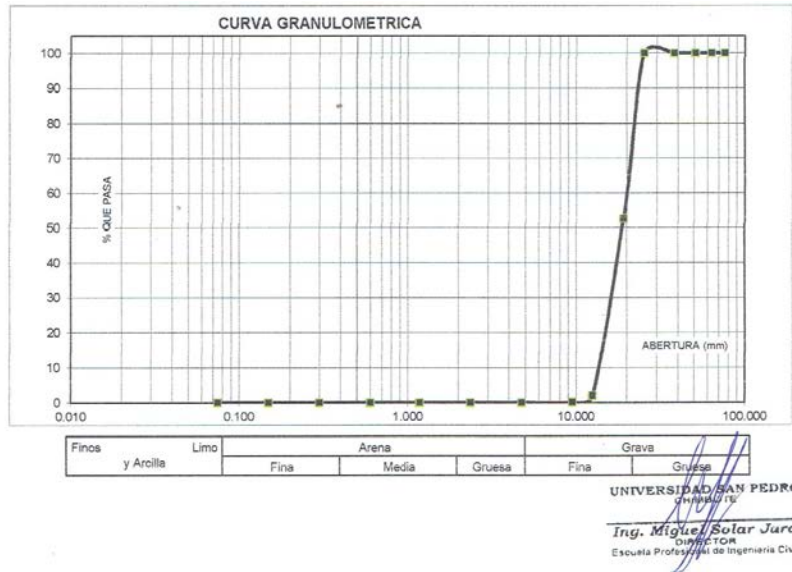


Figura 39. Curva Granulométrica agregado grueso

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y ensayo de Materiales USP.

Contenido de Humedad Agregado Fino

En este método se buscó someter a la muestra de agregado tomada para el estudio a un proceso de secado y una vez finalizado este procedimiento, se efectuó la comparación de su masa antes y después del mencionado estudio, de esta manera se determinó el porcentaje de humedad total de la muestra. En cuestión a este procedimiento, tiene una exactitud muy alta como para con ello desarrollar los estudios que con fines correspondientes se han elaborado en este proyecto, entre ellos ajustar la masa en la mezcla de concreto del estudio, para luego elaborar los especímenes y someterlos al ensayo de compresión respectivo.

Tabla 8. Contenido de Humedad Agregado Fino

CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO FINO		
PRUEBA N°	01	02
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	976.5	888.3
TARA + SUELO SECO (gr)	974.9	886.9
PESO DEL AGUA (gr)	1.6	1.4
PESO DE LA TARA (gr)	210,4	179
PESO DEL SUELO SECO (gr)	764.5	707.9
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.21	0.2
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)	0.2	

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y ensayo de Materiales USP.

Contenido de Humedad Agregado Grueso

En este método se buscó someter a la muestra de agregado tomada para el estudio a un proceso de secado y una vez finalizado este procedimiento, se efectuó la comparación de su masa antes y después del mencionado estudio, de esta manera se determinó el porcentaje de humedad total de la muestra. En cuestión a este procedimiento, tiene una exactitud muy alta como para con ello desarrollar los estudios que con fines correspondientes se han elaborado en este proyecto, entre ellos ajustar la masa en la mezcla de concreto del estudio, para luego elaborar los especímenes y someterlos al ensayo de compresión respectivo.

Tabla 9. Contenido de Humedad Agregado Grueso

CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO GRUESO		
PRUEBA N°	01	02
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	879.7	824
TARA + SUELO SECO (gr)	878.6	823.1
PESO DEL AGUA (gr)	1.1	0.9
PESO DE LA TARA (gr)	169.7	163.7
PESO DEL SUELO SECO (gr)	708.9	659.4
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.16	0.14
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)	0.15	

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y ensayo de Materiales USP.

Gravedad Específica y Absorción Agregado Fino

Con respecto a la gravedad específica, es de manera general aquella característica que se utiliza para calcular el volumen que es ocupado por el agregado en mezclas que lo contengan, en este caso se usó concreto de cemento portland, pero también se usa en concretos bituminosos y algunas otras mezclas que se analizan en base en un volumen absoluto.

En lo que refiere a la absorción en los agregados, es cuanto incrementa la masa de un agregado teniendo como factor al agua dentro de los poros del material, esto claro, sin tomar en cuenta el agua adherida a la superficie externa, se expresa de manera porcentual con respecto a la masa seca. Estos estudios son lo suficientemente exactos como para desarrollar los fines correspondientes en el presente estudio, tales como el ajuste del

volumen y masa absolutos de la mezcla del agregado fino a los demás componentes del concreto para luego elaborar los especímenes y someterlos al ensayo de compresión respectivo.

Tabla 10. Contenido de Humedad Agregado Fino.

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION AGREGADO FINO			
A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire) gr.	300.00	300.00
B	Peso de picnómetro + agua gr.	710.50	710.80
C	Volumen de masa + volumen de vacíos (A+B) cm ³	1010.50	1010.80
D	Peso de picnómetro + agua + material gr.	900.80	900.80
E	Volumen de masa + volumen de vacíos (C-D) cm ³	109.70	110.00
F	Peso de material seco en estufa gr.	296.50	296.50
G	Volumen de masa (E-(A-F))	106.20	106.50
H	P e. Bulk (Base Seca) F/E	2.703	2.695
I	P.e. Bufk (Base Saturada) A/E	2.735	2.727
J	P -e. Aparente (Base Seca) F/E	2.792	2.784
K	Absorción (%) ((D-A/A)x100)	1.18	1.18

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y ensayo de Materiales USP.

Gravedad Específica y Absorción Agregado Grueso

Con respecto a la gravedad específica, es de manera general aquella característica que se utiliza para calcular el volumen que es ocupado por el agregado en mezclas que lo contengan, en este caso se usó concreto de cemento portland, pero también se usa en concretos bituminosos y algunas otras mezclas que se analizan en base en un volumen absoluto.

En lo que refiere a la absorción en los agregados, es cuanto incrementa la masa de un agregado teniendo como factor al agua dentro de los poros del material, esto claro, sin tomar en cuenta el agua adherida a la superficie externa, se expresa de manera porcentual con respecto a la masa seca. Estos estudios son lo suficientemente exactos como para desarrollar los fines correspondientes en el presente estudio, tales como el ajuste del volumen y masa absolutos de la mezcla del agregado grueso a los demás componentes del concreto para luego elaborar los especímenes y someterlos al ensayo de compresión respectivo.

Tabla 11. Contenido de Humedad Agregado Grueso.

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION AGREGADO GRUESO				
A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire) gr.		887.90	865.20
B	Peso de picnómetro + agua gr.		577.50	564.70
C	Volumen de masa + volumen de vacíos (A+B) cm ³		310.40	300.50
D	Peso de picnómetro + agua + material gr.		884.10	861.40
E	Volumen de masa + volumen de vacíos (C-D) cm ³		306.60	296.70
F	Peso de material seco en estufa gr.		2.848	2.867
G	Volumen de masa (E-(A-F))		2.861	2.879
H	P e. Bulk (Base Seca) F/E		2.884	2.903
I	P.e. Bufk (Base Saturada) A/E		0.43	0.44

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y ensayo de Materiales USP.

Peso Unitario Agregado Fino

Con respecto al Peso unitario, en resumen, el peso unitario determina la densidad total que es utilizada en el proyecto, se genera al obtener el resultado de dividir la masa de un agregado que se encuentra seco (que tenga cierto nivel de compactación o consolidación) con respecto al volumen que ocupa este, se incluyen los vacíos de aire encontrados entre partículas, de igual manera como se procedió para la absorción y es expresado en kg/m³. Gracias a este estudio se determina las condiciones óptimas del agregado respectivo para la unión de este agregado fino con los demás materiales del concreto para luego elaborar los especímenes y someterlos al ensayo de compresión respectivo.

Tabla 12. Peso Unitario Suelto del Agregado Fino

PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO FINO			
ENSAYO N°	01	02	03
Peso de molde + muestra	7945	7940	7980
Peso de molde	3330	3330	3330
Peso de muestra	4615	4610	4650
Volumen de molde	2788	2788	2788
Peso unitario (Kg/m ³)	1655	1654	1668
Peso unitario prom. (Kg/m ³)	1659		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1656		

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y ensayo de Materiales USP.

Tabla 13. Peso Unitario Compactado del Agregado Fino

PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO FINO			
ENSAYO N°	01	02	03
Peso de molde + muestra	8445	8490	8400
Peso de molde	3330	3330	3330
Peso de muestra	5115	5160	5070
Volumen de molde	2788	2788	2788
Peso unitario (Kg/m3)	1835	1851	1819
Peso unitario prom. (Kg/m3)	1835		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1831		

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y ensayo de Materiales USP.

Peso Unitario Agregado Grueso

Con respecto al Peso unitario, en resumen, el peso unitario determina la densidad total que es utilizada en el proyecto, se genera al obtener el resultado de dividir la masa de un agregado que se encuentra seco (que tenga cierto nivel de compactación o consolidación) con respecto al volumen que ocupa este, se incluyen los vacíos de aire encontrados entre partículas, de igual manera como se procedió para la absorción y es expresado en kg/m³. Gracias a este estudio se determina las condiciones óptimas del agregado respectivo para la unión de este agregado fino con los demás materiales del concreto para luego elaborar los especímenes y someterlos al ensayo de compresión respectivo.

Tabla 14. Peso Unitario Suelto del Agregado Grueso

PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO GRUESO			
ENSAYO N°	01	02	03
Peso de molde + muestra	19745	19370	19265
Peso de molde	5105	5105	5105
Peso de muestra	14640	14265	14160
Volumen de molde	9360	9360	9360
Peso unitario (Kg/m3)	1564	1524	1513
Peso unitario prom. (Kg/m3)	1534		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1531		

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y ensayo de Materiales USP.

Tabla 15. Peso Unitario Compactado del Agregado Grueso

PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO			
ENSAYO N°	01	02	03
Peso de molde + muestra	20720	20715	20735
Peso de molde	5105	5105	5105
Peso de muestra	15615	15610	15630
Volumen de molde	9360	9360	9360
Peso unitario (Kg/m3)	1668	1668	1670
Peso unitario prom. (Kg/m3)	1669		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1666		

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y ensayo de Materiales USP.

Ensayos de Resistencia a la Compresión

Resistencia a la Compresión - Probeta Patrón

Luego de someter los especímenes cilíndricos en la prensa hidráulica manual del laboratorio de ensayo de materiales, se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla 16. Resistencia a la Compresión - Probeta Patrón

RESISTENCIA PROBETA PATRON							
F'C= 175Kg/cm2							
TESTIGO		SLUMP	FECHA		EDAD	FC	FC/FC
N°	ELEMENTO	"	MOLDEO	ROTURA	DIAS	KF/cm2	(%)
1	PATRON	3,80	06/12/2021	13/12/2021	7	134.17	76.67
2	PATRON	3,80	06/12/2021	13/12/2021	7	137.68	78.67
3	PATRON	3,80	06/12/2021	13/12/2021	7	138.62	79.21
4	PATRON	3,80	06/12/2021	13/12/2021	7	134.45	76.83
5	PATRON	3,80	06/12/2021	20/12/2021	14	153.75	87.86
6	PATRON	3,80	06/12/2021	20/12/2021	14	151.15	86.37
7	PATRON	3,80	06/12/2021	20/12/2021	14	155.39	88.79
8	PATRON	3,80	06/12/2021	20/12/2021	14	152.29	87.03
9	PATRON	3,80	06/12/2021	03/01/2022	28	182.04	104.02
10	PATRON	3,80	06/12/2021	03/01/2022	28	181.67	103.81
11	PATRON	3,80	06/12/2021	03/01/2022	28	179.12	102.35
12	PATRON	3,80	06/12/2021	03/01/2022	28	180.30	103.03

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y ensayo de Materiales USP.

Tabla 17. Promedio Resistencia a la Compresión Probeta Patrón a los 7, 14 y 28 días

Resistencia a la Compresión Probeta Patrón a los 7, 14 y 28 días				
TESTIGO		EDAD		
N°	ELEMENTO	7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS
1	PATRON	134.17	153.75	182.04
2	PATRON	137.68	151.15	181.67
3	PATRON	138.62	155.39	179.12
4	PATRON	134.45	152.29	180.30
	PROMEDIO (Kg/cm2)	136.23	153.15	180.78

Fuente: Elaboración propia.

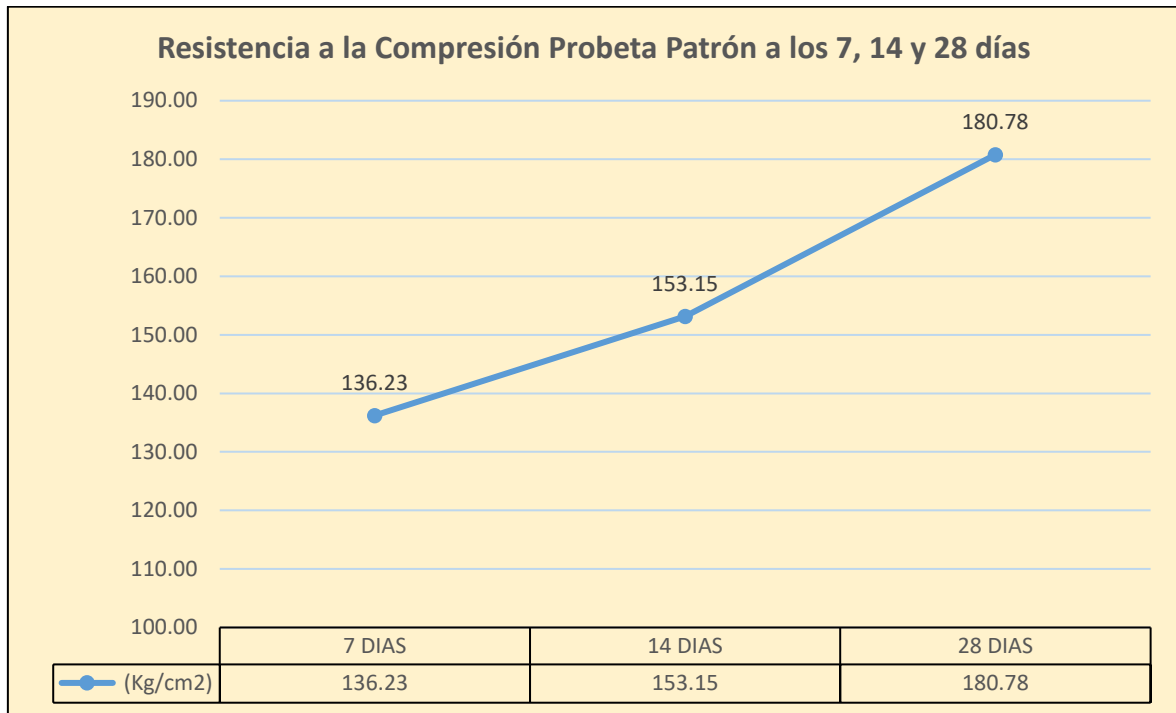


Figura 40. Promedio resistencia a la Compresión Probeta Patrón a los 7, 14 y 28 días

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación de los Resultados: En base a los resultados obtenidos luego de ejecutarse la prueba a la compresión, se registra que a los 7 días se alcanzó una resistencia promedio de 136.23 Kg/cm² que representa el 77.84%, de igual manera los resultados registrados a los 14 días fueron de 153.15 Kg/cm² representando el 87.51% y por último a los 28 días la resistencia promedio fue de 180.78 Kg/cm² lo cual representa una cantidad acorde al F'c en base al cual se desarrolla el estudio.

Asimismo, en la Figura N° 25 se observa variación promedio que se realizó a las probetas patrón para ejemplares patrón los cuales presentan un valor mínimo promedio de 136.23 Kg/cm² y un valor máximo promedio de 180.78 Kg/cm². Con respecto a los resultados obtenidos se concluye que los diseños de mezclas obtenido por el laboratorio de la Universidad San Pedro fueron elaborados de una manera óptima.

Resistencia a la Compresión - Probetas Experimentales con Sustitución al 1%

Luego de someter los especímenes cilíndricos en la prensa hidráulica manual del laboratorio de ensayo de materiales, se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla 18. Resistencia a la Compresión - Probeta con Sustitución al 1%

RESISTENCIA PROBETA EXPERIMENTAL 1%							
F'c= 175Kg/cm2							
TESTIGO		SLUMP	FECHA		EDAD	FC	FC/F'c
N°	ELEMENTO	"	MOLDEO	ROTURA	DIAS	Kf/cm2	(%)
1	SUSTITUCION 1%	3,60	13/12/2021	20/12/2021	7	137.30	78.46
2	SUSTITUCION 1%	3,60	13/12/2021	20/12/2021	7	136.48	77.99
3	SUSTITUCION 1%	3,60	13/12/2021	20/12/2021	7	139.83	79.90
4	SUSTITUCION 1%	3,60	13/12/2021	20/12/2021	7	138.01	78.86
5	SUSTITUCION 1%	3,60	13/12/2021	27/12/2021	14	155.06	88.6
6	SUSTITUCION 1%	3,60	13/12/2021	27/12/2021	14	152.64	87.22
7	SUSTITUCION 1%	3,60	13/12/2021	27/12/2021	14	155.75	89.00
8	SUSTITUCION 1%	3,60	13/12/2021	27/12/2021	14	153.73	87.84
9	SUSTITUCION 1%	3,60	13/12/2021	10/01/2022	28	183.93	105.10
10	SUSTITUCION 1%	3,60	13/12/2021	10/01/2022	28	183.38	104.79
11	SUSTITUCION 1%	3,60	13/12/2021	10/01/2022	28	184.74	105.56
12	SUSTITUCION 1%	3,60	13/12/2021	10/01/2022	28	180.96	103.40

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y ensayo de Materiales USP.

Tabla 19. Promedio Resistencia a la Compresión Probeta con Sustitución al 1% a los 7, 14 y 28 días

Resistencia a la Compresión Probeta con Sustitución al 1% a los 7, 14 y 28 días				
TESTIGO		EDAD		
N°	ELEMENTO	7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS
1	SUSTITUCION 1%	137.30	155.06	183.93
2	SUSTITUCION 1%	136.48	152.64	183.38
3	SUSTITUCION 1%	139.83	155.75	184.74
4	SUSTITUCION 1%	138.01	153.73	180.96
	PROMEDIO (Kg/cm ²)	137.91	154.30	183.25

Fuente: Elaboración propia.

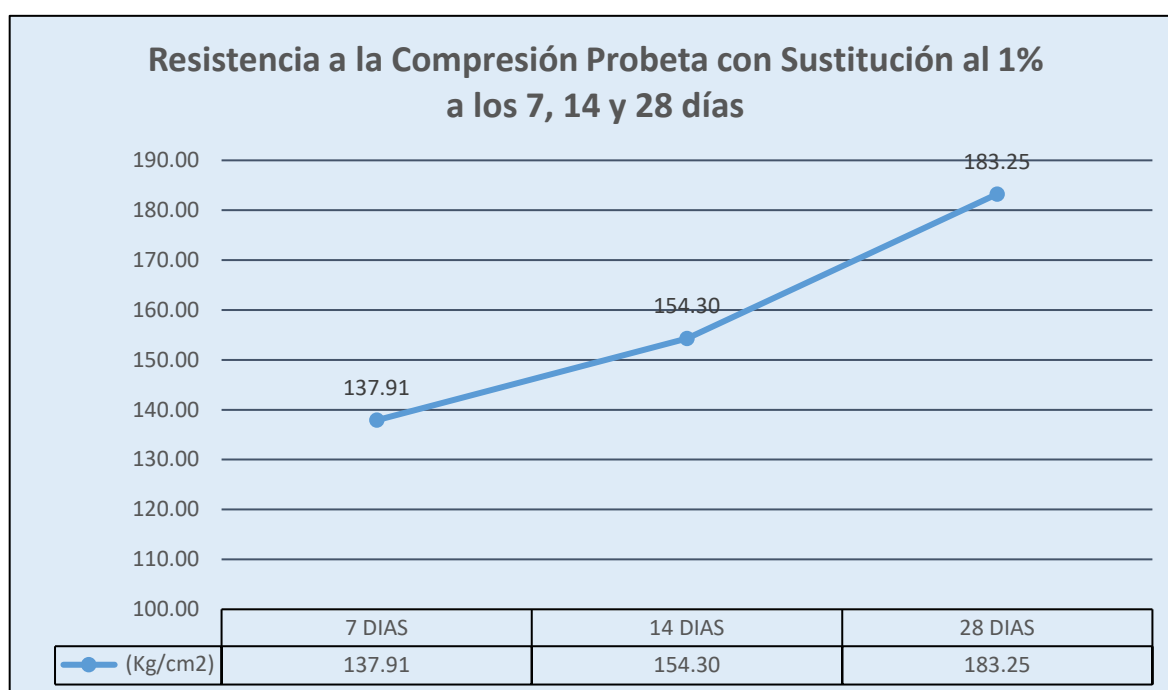


Figura 41. Promedio Resistencia a la Compresión Probeta con Sustitución al 1% a los 7, 14 y 28 días.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación de los Resultados: En base a los resultados obtenidos luego de ejecutarse la prueba a la compresión a las probetas experimentales con sustitución al 1%, se registra que a los 7 días se alcanzó una resistencia promedio de 137.91 Kg/cm² que representa el 78.80%, de igual manera los resultados registrados a los 14 días fueron de 154.30 Kg/cm² representando

el 88.16% y por último a los 28 días la resistencia promedio fue de 183.25 Kg/cm² que en términos de porcentajes representa un 104.71% lo cual representa una mejoría del F'c en 4.71% en base al F'c(175 Kg/cm²) sobre cual se desarrolla el estudio. Asimismo, en la Figura N° 26 se observa variación promedio que se realizó a las probetas patrón para ejemplares patrón los cuales presentan un valor mínimo promedio de 137.91 Kg/cm² y un valor máximo promedio de 180.78 Kg/cm². Con respecto a los resultados obtenidos se concluye que la sustitución experimental del 1% de ceniza de aguaymanto resulta beneficiosa en cuanto al incremento de F'c= 175 Kg/cm² tomado como base.

Resistencia a la Compresión - Probetas Experimentales con Sustitución al 3%

Luego de someter los especímenes cilíndricos en la prensa hidráulica manual del laboratorio de ensayo de materiales, se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla 20. Resistencia a la Compresión - Probeta con Sustitución al 3%

RESISTENCIA PROBETA EXPERIMENTAL 3%							
F'C= 175Kg/cm2							
TESTIGO		SLUMP	FECHA		EDAD	FC	FC/F'C
N°	ELEMENTO	"	MOLDEO	ROTURA	DIAS	KF/cm2	(%)
1	SUSTITUCION 3%	3,40	13/12/2021	20/12/2021	7	152.66	87.23
2	SUSTITUCION 3%	3,40	13/12/2021	20/12/2021	7	155.05	88.60
3	SUSTITUCION 3%	3,40	13/12/2021	20/12/2021	7	152.31	87.03
4	SUSTITUCION 3%	3,40	13/12/2021	20/12/2021	7	154.33	88.19
5	SUSTITUCION 3%	3,40	13/12/2021	27/12/2021	14	171.67	98.10
6	SUSTITUCION 3%	3,40	13/12/2021	27/12/2021	14	169.89	97.08
7	SUSTITUCION 3%	3,40	13/12/2021	27/12/2021	14	172.48	98.56
8	SUSTITUCION 3%	3,40	13/12/2021	27/12/2021	14	173.39	99.08
9	SUSTITUCION 3%	3,40	13/12/2021	10/01/2022	28	197.96	113.12
10	SUSTITUCION 3%	3,40	13/12/2021	10/01/2022	28	194.78	111.30
11	SUSTITUCION 3%	3,40	13/12/2021	10/01/2022	28	196.67	112.38
12	SUSTITUCION 3%	3,40	13/12/2021	10/01/2022	28	198.23	113.27

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y ensayo de Materiales USP.

Tabla 21. Promedio Resistencia a la Compresión Probeta con Sustitución al 3% a los 7, 14 y 28 días

Resistencia a la Compresión Probeta con Sustitución al 3% a los 7, 14 y 28 días				
TESTIGO		EDAD		
N°	ELEMENTO	7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS
1	SUSTITUCION 3%	152.66	171.67	197.96
2	SUSTITUCION 3%	155.05	169.89	194.78
3	SUSTITUCION 3%	152.31	172.48	196.67
4	SUSTITUCION 3%	154.33	173.39	198.23
	PROMEDIO (Kg/cm ²)	153.59	171.86	196.91

Fuente: Elaboración propia.

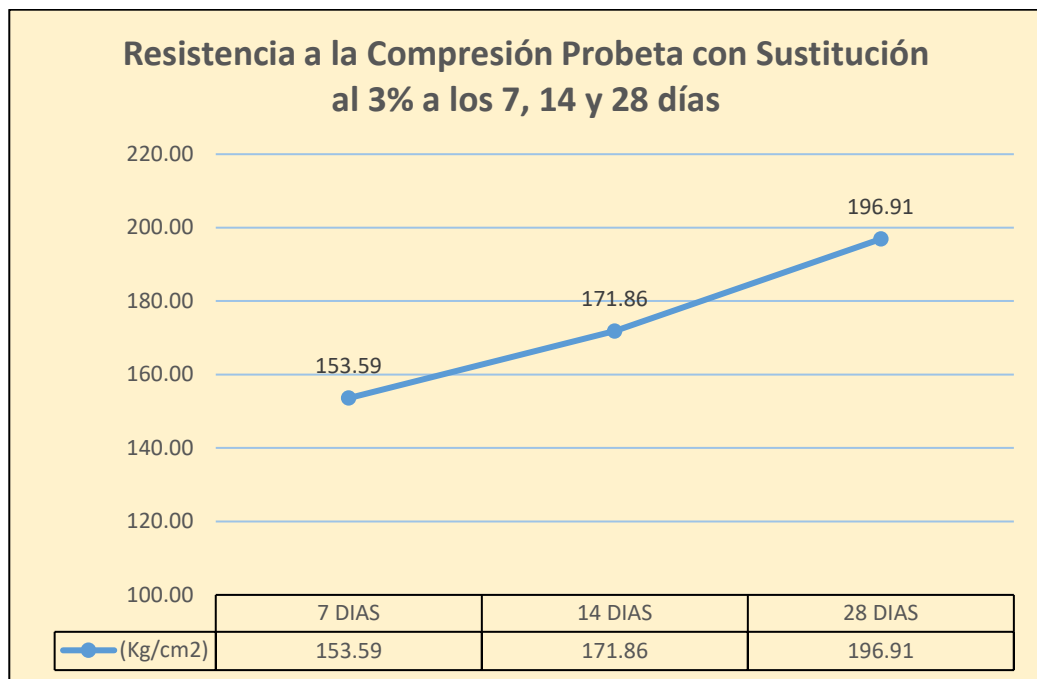


Figura 42. Promedio Resistencia a la Compresión Probeta con Sustitución al 3% a los 7, 14 y 28 días.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación de los Resultados: En base a los resultados obtenidos luego de ejecutarse la prueba a la compresión a las probetas experimentales con sustitución al 3%, se registra que a los 7 días se alcanzó una resistencia promedio de 153.59 Kg/cm² que representa el 87.76%, de igual manera los resultados registrados a los 14 días fueron de 171.86 Kg/cm² representando el 98.20% y por último a los 28 días la resistencia promedio fue de 196.91

Kg/cm² que en términos de porcentajes representa un 112.52% lo cual representa una mejoría del F'c en 12.52% en base al F'c(175 Kg/cm²) sobre cual se desarrolla el estudio. Asimismo, en la Figura N° 27 se observa variación promedio que se realizó a las probetas patrón para ejemplares patrón los cuales presentan un valor mínimo promedio de 153.59 Kg/cm² y un valor máximo promedio de 196.91 Kg/cm². Con respecto a los resultados obtenidos se concluye que la sustitución experimental del 3% de ceniza de aguaymanto resulta beneficiosa en cuanto a un incremento considerable del F'c= 175 Kg/cm² tomado como base.

Resistencia a la Compresión - Probetas Experimentales con Sustitución al 5%

Al someter los especímenes cilíndricos en la prensa hidráulica manual del laboratorio de ensayo de materiales, se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla 22. Resistencia a la Compresión - Probeta con Sustitución al 5%

RESISTENCIA PROBETA EXPERIMENTAL 5%							
F'c= 175Kg/cm2							
TESTIGO		SLUMP	FECHA		EDAD	FC	FC/F'c
N°	ELEMENTO	"	MOLDEO	ROTURA	DIAS	Kf/cm2	(%)
1	SUSTITUCION 5%	3,00	13/12/2021	20/12/2021	7	128.66	73.52
2	SUSTITUCION 5%	3,00	13/12/2021	20/12/2021	7	126.25	72.14
3	SUSTITUCION 5%	3,00	13/12/2021	20/12/2021	7	126.09	72.05
4	SUSTITUCION 5%	3,00	13/12/2021	20/12/2021	7	125.26	71.58
5	SUSTITUCION 5%	3,00	13/12/2021	27/12/2021	14	146.04	83.45
6	SUSTITUCION 5%	3,00	13/12/2021	27/12/2021	14	140.24	80.14
7	SUSTITUCION 5%	3,00	13/12/2021	27/12/2021	14	143.31	81.89
8	SUSTITUCION 5%	3,00	13/12/2021	27/12/2021	14	143.87	82.21
9	SUSTITUCION 5%	3,00	13/12/2021	10/01/2022	28	161.44	92.25
10	SUSTITUCION 5%	3,00	13/12/2021	10/01/2022	28	165.97	94.84
11	SUSTITUCION 5%	3,00	13/12/2021	10/01/2022	28	157.98	90.28
12	SUSTITUCION 5%	3,00	13/12/2021	10/01/2022	28	159.65	91.23

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y ensayo de Materiales USP.

Tabla 23. Promedio Resistencia a la Compresión Probeta con Sustitución al 5% a los 7, 14 y 28 días

Resistencia a la Compresión Probeta con Sustitución al 5% a los 7, 14 y 28 días				
TESTIGO		EDAD		
N°	ELEMENTO	7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS
1	SUSTITUCION 5%	128.66	146.04	161.44
2	SUSTITUCION 5%	126.25	140.24	165.97
3	SUSTITUCION 5%	126.09	143.31	157.98
4	SUSTITUCION 5%	125.26	143.87	159.65
	PROMEDIO (Kg/cm ²)	126.57	143.37	161.26

Fuente: Elaboración propia.

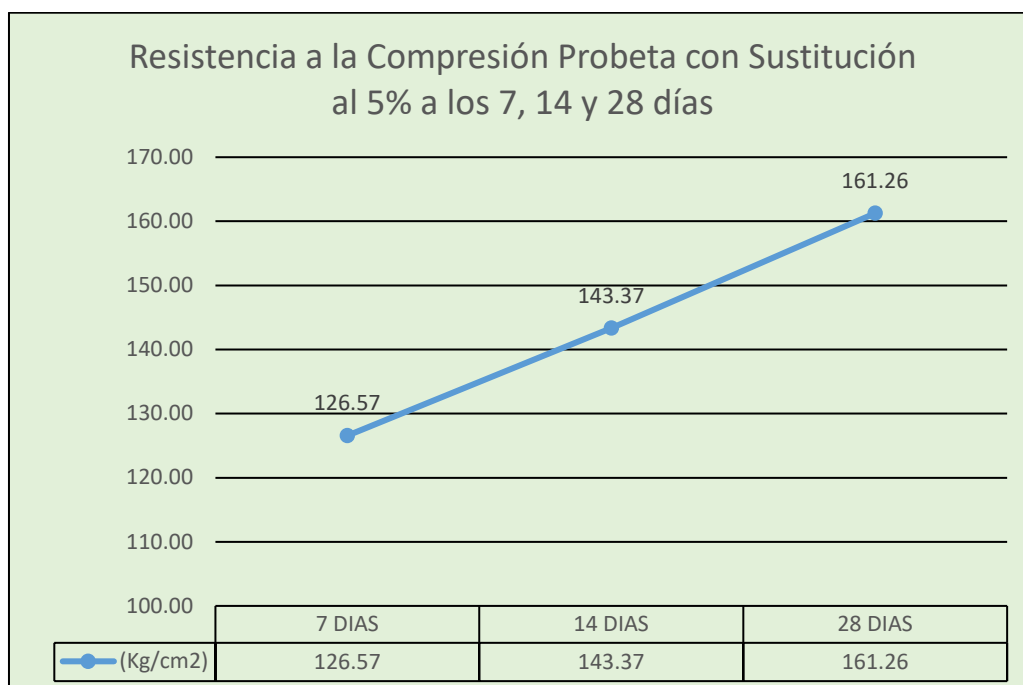


Figura 43. Promedio Resistencia a la Compresión Probeta con Sustitución al 5% a los 7, 14 y 28 días.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación de los Resultados: En base a los resultados obtenidos luego de ejecutarse la prueba a la compresión a las probetas experimentales con sustitución al 5%, se registra que a los 7 días se alcanzó una resistencia promedio de 126.57 Kg/cm² que representa el 72.32%, de igual manera los resultados registrados a los 14 días fueron de 143.37 Kg/cm² representando el 81.92% y por último a los 28 días la resistencia promedio fue de 161.26

Kg/cm² que en términos de porcentajes representa un 92.14% lo cual representa que hay una disminución del F'c en 7.86% en base al F'c(175 Kg/cm²) sobre cual se desarrolla el estudio. Asimismo, en la Figura N° 28 se observa variación promedio que se realizó a las probetas patrón para ejemplares patrón los cuales presentan un valor mínimo promedio de 126.57 Kg/cm² y un valor máximo promedio de 161.26 Kg/cm². Con respecto a los resultados obtenidos se concluye que la sustitución experimental del 5% de ceniza de aguaymanto resulta perjudicial pues existe una disminución del F'c= 175 Kg/cm² tomado como base.

Comparación de las Resistencias alcanzadas de los diferentes diseños de mezclas.

Tabla 24. Resistencia a la Compresión promedio alcanzada en cada diseño.

DISEÑO	RESISTENCIA PROM. (KG/CM2)		
	7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS
DISEÑO PATRON (175 KG/CM2)	136.23	153.15	180.78
DISEÑO PROBETA CON SUSTITUCION POR CENIZA DE AGUAYMANTO AL 1%	137.91	154.30	183.25
DISEÑO PROBETA CON SUSTITUCION POR CENIZA DE AGUAYMANTO AL 3%	153.59	171.86	196.91
DISEÑO PROBETA CON SUSTITUCION POR CENIZA DE AGUAYMANTO AL 5%	126.57	143.37	161.26

Fuente: Elaboración propia.

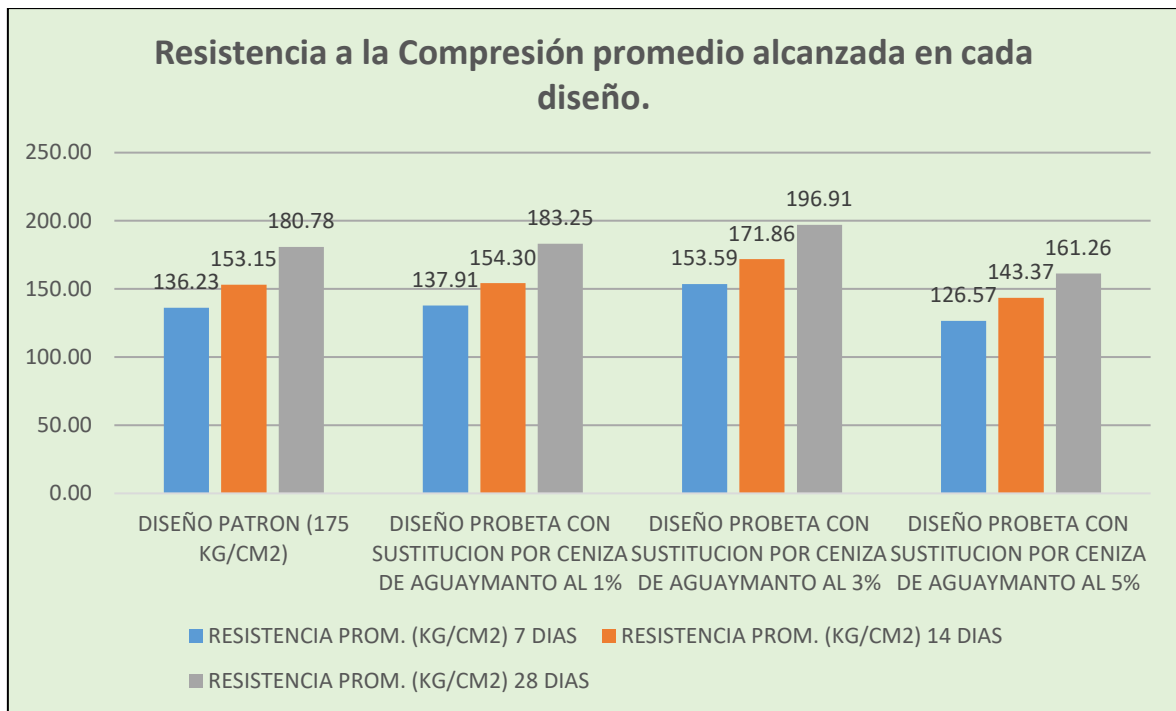


Figura 44. Resistencia a la Compresión promedio alcanzada en cada diseño.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación de los Resultados: En base a los resultados que se obtuvieron luego de ejecutarse la prueba a la compresión a las probetas experimentales con sustitución por ceniza de aguaymanto al 1%, 3% y 5% y teniendo en cuenta los registros de las pruebas sometidas a los 7, 14 y 28 días podemos observar claramente en la Figura 29. que el mejor desempeño en cuanto a las pruebas de compresión es obtenido cuando la sustitución es del 3% obteniendo una mejoría del $F'c$ en 12.52% en base al $F'c$ (175 Kg/cm²) sobre cual se desarrolla el estudio, de igual manera se obtuvo una leve mejoría en cuanto a la sustitución del 1% obteniendo una mejoría del 4.71% en base al $F'c$ (175 Kg/cm²) sobre cual se desarrolla el estudio, por otro lado cuando la sustitución es del 5% se obtienen resultados negativos en cuanto a la resistencia a la compresión base $F'c$ (175 Kg/cm²), siendo esta menor en un 7.86%.

Ensayo Aire Atrapado

Con respecto a lo que refiere el ensayo de aire atrapado se introduce para las operacionalización de la mezcla del concreto así como su dosificación y tienen variaciones con respecto a cantidad, tamaño y también en la formación de burbujas; cuando el tamaño de las ya mencionadas burbujas tiende a ocupar un volumen considerado grande de manera relativa y las burbujas continúan dentro de la masa creada, existe un decrecimiento bastante resaltante en cuanto a la resistencia potencial de la mezcla elaborada, es así que se requiere que necesariamente haya una adecuada compactación de la mezcla para de esta manera evitar una alta cantidad de aire atrapado de ser posible.

Tabla 25. Ensayo Aire Atrapado.

ENSAYO AIRE ATRAPADO	
DISEÑO	PROMEDIO DE CONTENIDO DE AIRE (%)
AIRE ATRAPADO PATRON	1.90
AIRE ATRAPADO CON SUSTITUCION AL 1%	1.95
AIRE ATRAPADO CON SUSTITUCION AL 3%	1.70
AIRE ATRAPADO CON SUSTITUCION AL 5%	2.10

Fuente: Elaboración propia.

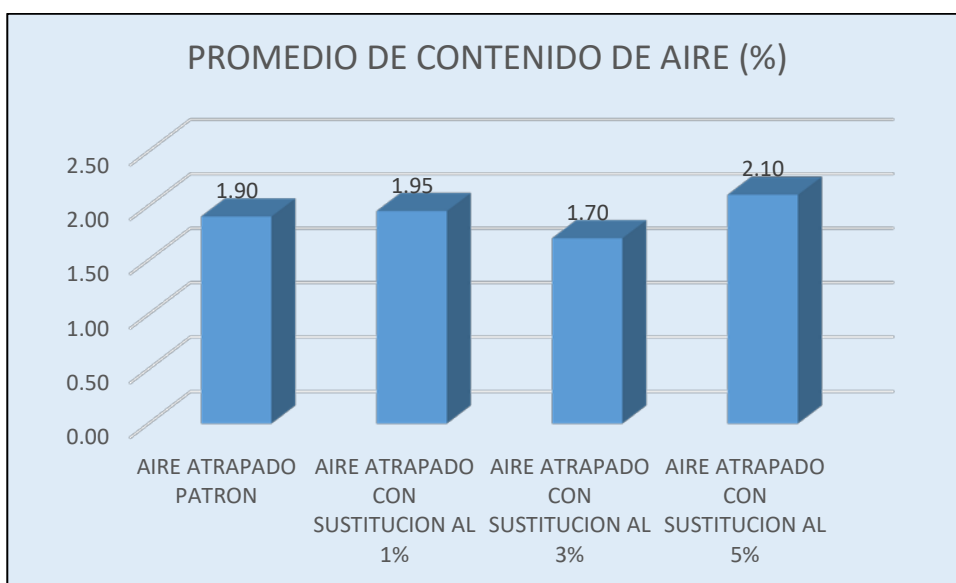


Figura 45. Promedio de Contenido de Aire.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación de los Resultados: En base a los resultados luego de ejecutarse el ensayo con sustitución por ceniza de aguaymanto al 1%, 3% y 5% para obtener el Aire atrapado en cada una de las mezclas, se observó que el mejor resultado se obtuvo cuando se realizó la sustitución del 3 % obteniendo un porcentaje del 1.70%, en cuanto a la sustitución del 1 % se obtiene un porcentaje muy similar al del ensayo con el diseño patrón y en cuanto a la sustitución del 5% se obtiene una mayor cantidad porcentual de aire atrapado lo cual no resulta muy beneficioso en cuanto a mejorar las propiedades del concreto en estado fresco.

Ensayo Exudación

Con respecto a la exudación analizada luego de haber sido realizadas las muestras que luego fueron convertidas en especímenes para el ensayo de compresión, este ensayo no debe exceder del 2%, en volumen, en cuanto al tiempo se debe realizar la medición en intervalos de tiempo especificados en el siguiente cuadro hasta transcurridas 3 horas desde la preparación de la mezcla.

Tabla 26. Ensayo de Exudación

ENSAYO EXUDACIÓN	
DISEÑO	PORCENTAJE DE EXUDACION (%)
EXUDACION PATRON	1.88
EXUDACION CON SUSTITUCION AL 1%	1.55
EXUDACION CON SUSTITUCION AL 3%	1.38
EXUDACION CON SUSTITUCION AL 5%	1.04

Fuente: Elaboración propia.

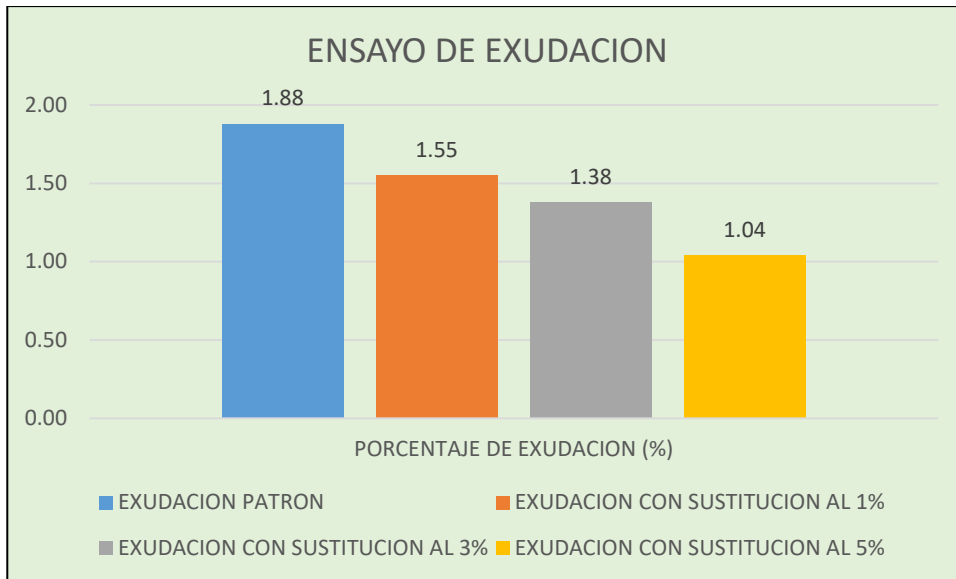


Figura 46. Ensayo de Exudación.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación de los Resultados: En base a los resultados luego de ejecutarse el ensayo con sustitución por ceniza de aguaymanto al 1%, 3% y 5% para obtener el análisis del ensayo de exudación en cada una de las mezclas, se determinó que los resultados obtenidos están en el rango de exudación correcto, es decir no exceden el 2% en cuanto al volumen total analizado, en cuanto a la pérdida de agua por el proceso de exudación este conlleva una parte positiva la cual es reducir la relación agua/cemento del concreto por ello se obtiene una repercusión que resulta beneficiosa en cuanto a la resistencia.

Por otro lado, al tener un movimiento interior, el líquido elemento tiende a crear unos canales de manera capilar tienen a disminuir la propiedad del concreto de ser impermeable, este fenómeno hace que su duración disminuya, sobre todo se debe tener en consideración en cuanto a climas donde se presenten heladas; en este sentido se presenta una relevancia trascendental en pavimentos y construcción en general, puesto que en estos elementos predomina la superficie superior con respecto al volumen.

Peso Unitario Concreto en estado Fresco

Con respecto al peso unitario que se utiliza en el concreto elaborado convencionalmente y con el conocimiento que este tipo de concreto analizado en el proyecto es el que más tiende a ser empleado en las diferentes labores de construcción, nos referimos a mezclas que tengan una resistencia de entre 175 a 210 Kg/cm². En relación a este parámetro el peso unitario de los concretos convencionales es de 2,200 Kg/m³ a 2,400 Kg/m³ teniendo su generalidad más acentuada en los 2,400 Kg/m³. Ciertas variaciones en el ya mencionado peso se pueden deber al peso de los materiales, de igual manera a la cantidad de agua y cemento.

Tabla 27. Peso Unitario del concreto en estado fresco.

PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO	
DISEÑO	PESO UNITARIO PROM. (Kg/m ³)
PESO UNITARIO PATRON	2474
PESO UNITARIO CON SUSTITUCION AL 1%	2467
PESO UNITARIO CON SUSTITUCION AL 3%	2488
PESO UNITARIO CON SUSTITUCION AL 5%	2402

Fuente: Elaboración propia.

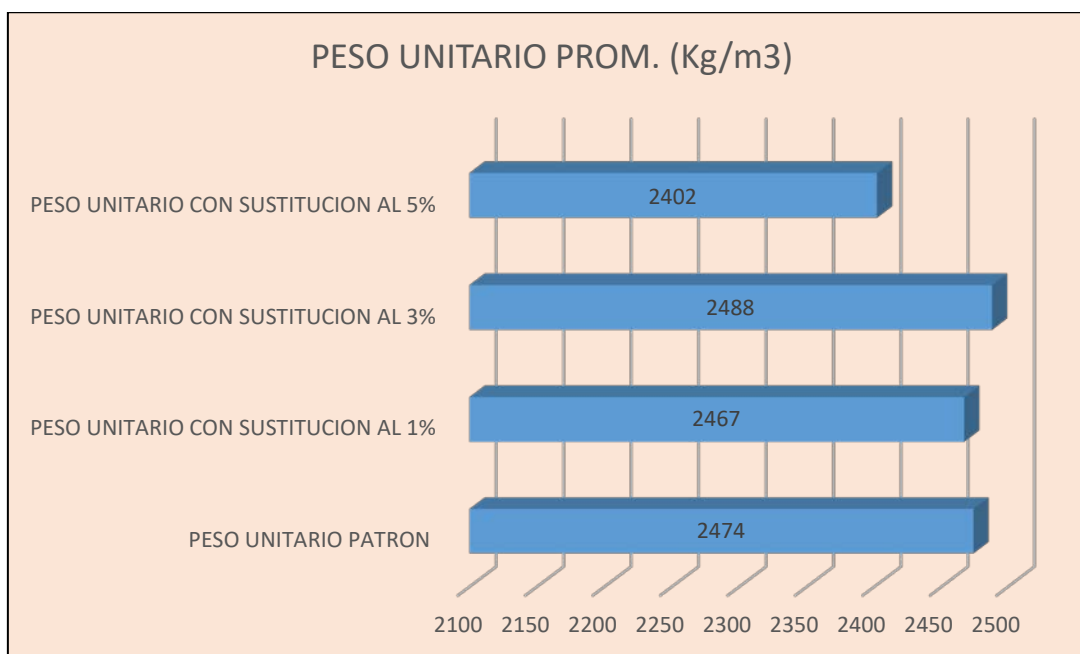


Figura 47. Peso Unitario del concreto en estado fresco.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación de los Resultados: En base a los resultados luego de ejecutarse el ensayo con sustitución por ceniza de aguaymanto al 1%, 3% y 5% para obtener el análisis del peso unitario del concreto en estado fresco en cada una de las mezclas, se determinó que los resultados obtenidos presentan un Peso Unitario óptimo, muy similar al siempre ha sido considerado como el normal el cual es de 2,400 Kg/m³, todos los resultados estuvieron dentro de un rango de 100 kg/m³ lo cual representa que el diseño elaborado tiene un estándar de calidad muy alto en cuanto a trabajabilidad, durabilidad y resistencia.

4.3 Trabajo de Gabinete

Los cuadros, análisis y resultados han sido elaborados de manera propia y auténtica, teniendo el debido soporte del área técnica y humana de la Universidad San Pedro (Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales), en la cual fueron desarrollados los estudios experimentales para luego ser procesados de manera óptima.

Los resultados han sido procesados en el programa Excel y SPSS, debido a que las muestras no superan un tamaño máximo de 50 se puede contrastar la normalidad con la prueba de Shapiro-Wilk, por lo tanto, se ha trabajado con las medias obtenidas de las probetas cilíndricas para cada tratamiento (sustitución del determinado porcentaje por ceniza de aguaymanto).

Con ello y siguiendo una distribución normal, siguiendo este régimen se determina que la población de estudio en esta investigación está distribuida de manera normal, pues el p-valor es mayor a alfa (nivel de significancia) entonces la hipótesis nula se acepta. Es decir, si existe una relación significativa entre la sustitución del cemento por la ceniza de aguaymanto por cemento y la resistencia a la compresión del concreto $F'c = 175Kg/cm^2$.

Tabla 28. Estadísticos Descriptivos.

		Estadístico	Desv. Error	
PATRON	Media	156,7192	5,55769	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	144,4868	
		Límite superior	168,9516	
	Media recortada al 5%	156,5652		
	Mediana	153,0200		
	Varianza	370,655		
	Desv. Desviación	19,25241		
	Mínimo	134,17		
	Máximo	182,04		
	Rango	47,87		
	Rango intercuartil	42,09		
	Asimetría	,313	,637	
	Curtosis	-1,620	1,232	
	SUSTI. 1 %	Media	158,4842	5,66616
95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior	146,0130	
		Límite superior	170,9553	
Media recortada al 5%		158,2480		
Mediana		154,3950		
Varianza		385,264		
Desv. Desviación		19,62814		
Mínimo		136,48		
Máximo		184,74		
Rango		48,26		
Rango intercuartil		44,31		
Asimetría		,372	,637	
Curtosis		-1,625	1,232	
SUSTI. 3%		Media	174,1183	5,36798
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	162,3035	
		Límite superior	185,9332	
	Media recortada al 5%	173,9904		
	Mediana	172,0750		
	Varianza	345,783		
	Desv. Desviación	18,59523		
	Mínimo	152,31		
	Máximo	198,23		
	Rango	45,92		
	Rango intercuartil	41,69		
	Asimetría	,218	,637	

	Curtosis		-1,627	1,232
SUSTI. 5%	Media		143,7300	4,32352
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	134,2140	
		Límite superior	153,2460	
	Media recortada al 5%		143,5206	
	Mediana		143,5900	
	Varianza		224,314	
	Desv. Desviación		14,97710	
	Mínimo		125,26	
	Máximo		165,97	
	Rango		40,71	
	Rango intercuartil		32,38	
	Asimetría		,094	,637
	Curtosis		-1,507	1,232

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 29. Prueba de Normalidad.

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PATRON	,211	12	,146	,847	12	,034
SUSTI. 1 %	,222	12	,105	,833	12	,023
SUSTI. 3%	,200	12	,200	,848	12	,035
SUSTI. 5%	,176	12	,200*	,899	12	,152

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

Fuente: Elaboración propia.

V. DISCUSIÓN

a) Hipótesis tomada: “La sustitución del cemento por ceniza de Aguaymanto en un concreto de $F'c=175 \text{ kg/cm}^2$ mejora las propiedades mecánicas del concreto”.

- ✓ En base a los resultados obtenidos luego de ejecutarse la prueba a la compresión a las probetas experimentales con sustitución por ceniza de aguaymanto al 1%, 3% y 5% y teniendo en cuenta los registros de las pruebas sometidas a los 7, 14 y 28 días podemos observar claramente en la Figura 29. que el mejor desempeño en cuanto a las pruebas de compresión es obtenido cuando la sustitución es del 3% obteniendo una mejoría del $F'c$ en 12.52% en base al $F'c$ (175 Kg/cm^2) sobre cual se desarrolla el estudio, de igual manera se obtuvo una leve mejoría en cuanto a la sustitución del 1% obteniendo una mejoría del 4.71% en base al $F'c$ (175 Kg/cm^2) sobre cual se desarrolla el estudio, por otro lado cuando la sustitución es del 5% se obtienen resultados negativos en cuanto a la resistencia a la compresión base $F'c$ (175 Kg/cm^2), siendo esta menor en un 7.86%.

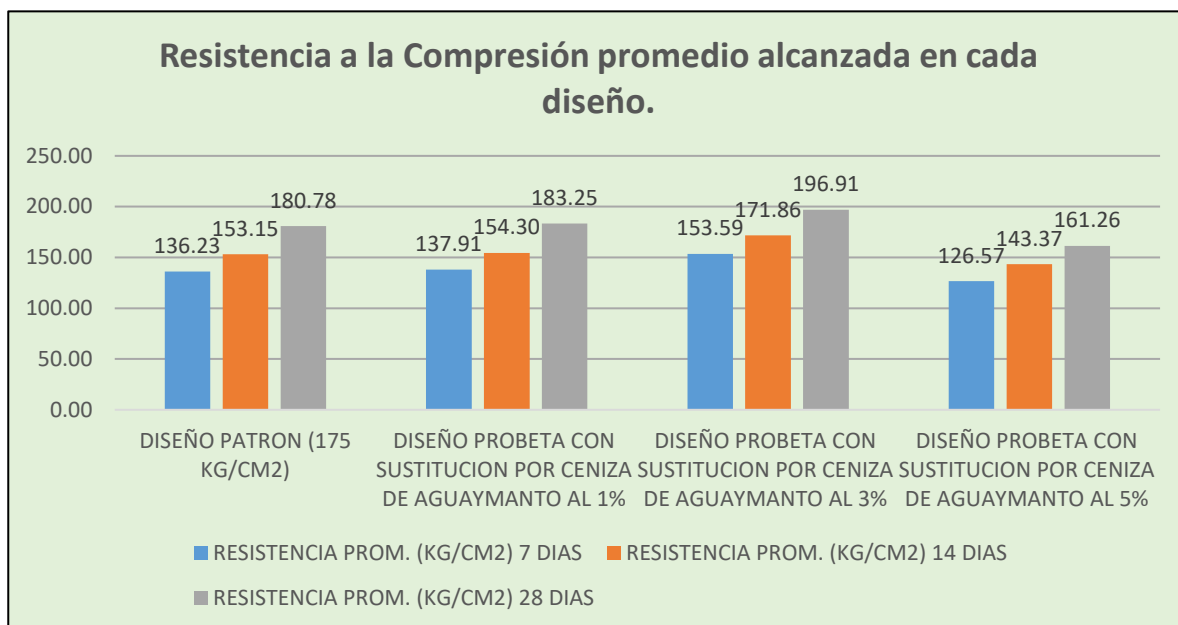


Figura 44. Resistencia a la Compresión promedio alcanzada en cada diseño.

Fuente: Elaboración propia.

Es decir, una sustitución menor al 5% es favorable en cuanto al incremento de la resistencia a la compresión.

b) Hipótesis tomada: “La sustitución del cemento por ceniza de hojas de Aguaymanto en un 1%, 3% y 5% en un concreto de $F'c=175 \text{ kg/cm}^2$ mejora las propiedades físicas del concreto en estado fresco”.

- ✓ En base a los resultados luego de ejecutarse el ensayo con sustitución por ceniza de aguaymanto al 1%, 3% y 5% para obtener el Aire atrapado en cada una de las mezclas, se observó que el mejor resultado se obtuvo cuando se realizó la sustitución del 3 % obteniendo un porcentaje del 1.70%, en cuanto a la sustitución del 1 % se obtiene un porcentaje muy similar al del ensayo con el diseño patrón y en cuanto a la sustitución del 5% se obtiene una mayor cantidad porcentual de aire atrapado lo cual no resulta muy beneficioso en cuanto a mejorar las propiedades del concreto en estado fresco.

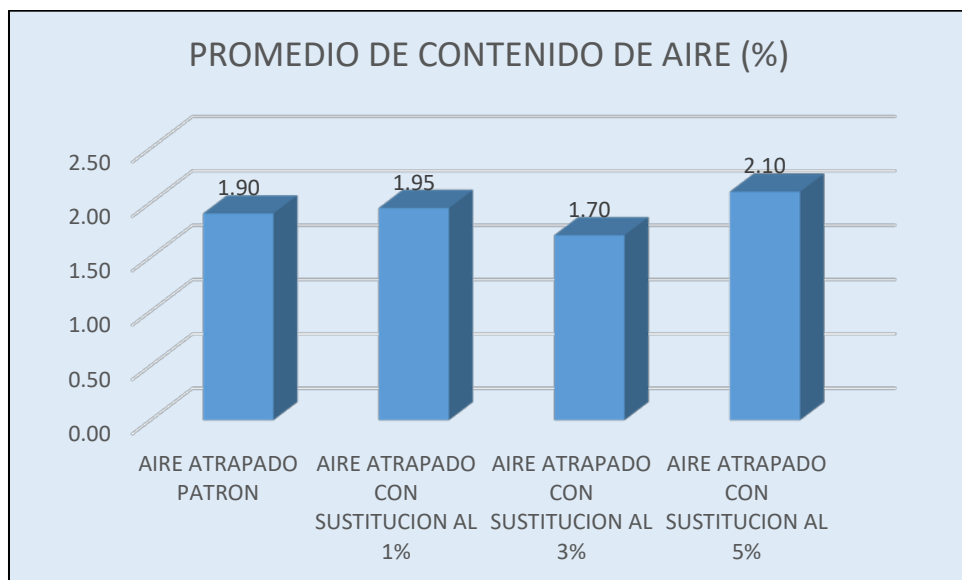


Figura 45. Promedio de Contenido de Aire.

Fuente: Elaboración propia.

- ✓ En base a los resultados luego de ejecutarse el ensayo con sustitución por ceniza de aguaymanto al 1%, 3% y 5% para obtener el análisis del ensayo de exudación en cada una de las mezclas, se determinó que los resultado obtenidos están en el rango de exudación correcto, es decir no exceden el 2% en cuanto al volumen total analizado, en cuanto a la pérdida de agua por el proceso de exudación este conlleva una parte positiva la cual es reducir la relación agua/cemento del concreto por ello se obtiene una repercusión que resulta favorable sobre las resistencias.

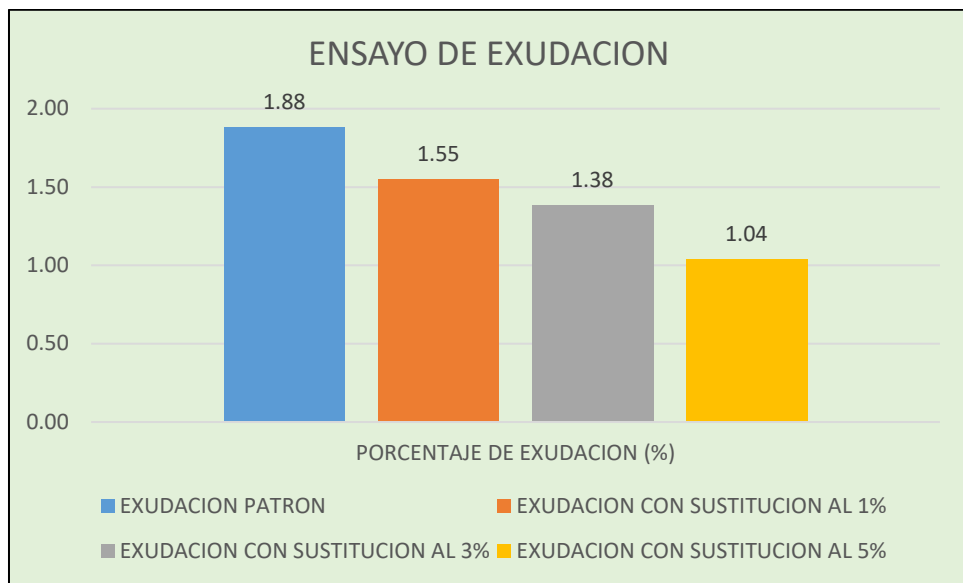


Figura 46. Ensayo de Exudación.

Fuente: Elaboración propia.

- ✓ En base a los resultados luego de ejecutarse el ensayo con sustitución por ceniza de aguaymanto al 1%, 3% y 5% para obtener el análisis del peso unitario del concreto en estado fresco en cada una de las mezclas, se determinó que los resultado obtenidos presentan un Peso Unitario optimo, muy similar al siempre ha sido considerado como el normal el cual es de 2,400 Kg/m³, todos los resultados estuvieron dentro de un rango de 100 kg/m³ lo cual representa que el diseño elaborado tiene un estándar de calidad muy alto en cuanto a trabajabilidad, durabilidad y resistencia.

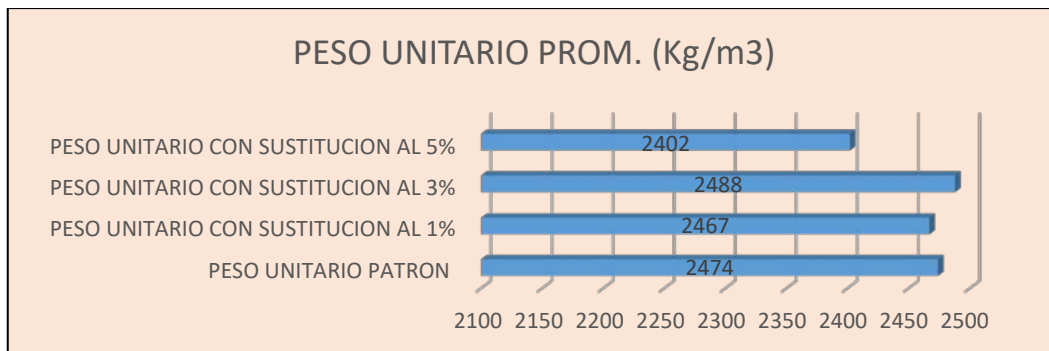


Figura 47. Peso Unitario del concreto en estado fresco.

Fuente: Elaboración propia.

Es decir, los porcentajes sustituidos mantienen e incrementan de manera favorable las propiedades del concreto en estado fresco.

c) Hipótesis tomada: “La sustitución del cemento por ceniza de hojas de Aguaymanto en un 1%, 3% y 5% en un concreto de $F'c=175 \text{ kg/cm}^2$ incrementa en 5%, 8% y 10% la resistencia a la compresión del concreto”.

- ✓ En base a los resultados obtenidos luego de ejecutarse la prueba a la compresión a las probetas experimentales con sustitución por ceniza de aguaymanto al 1%, 3% y 5% y teniendo en cuenta los registros de las pruebas sometidas a los 7, 14 y 28 días podemos observar claramente en la Figura 29. que el mejor desempeño en cuanto a las pruebas de compresión es obtenido cuando la sustitución es del 3% obteniendo una mejoría del $F'c$ en 12.52% en base al $F'c$ (175 Kg/cm^2) sobre cual se desarrolla el estudio, de igual manera se obtuvo una leve mejoría en cuanto a la sustitución del 1% obteniendo una mejoría del 4.71% en base al $F'c$ (175 Kg/cm^2) sobre cual se desarrolla el estudio, por otro lado cuando la sustitución es del 5% se obtienen resultados negativos en cuanto a la resistencia a la compresión base $F'c$ (175 Kg/cm^2), siendo esta menor en un 7.86%.

Es decir, en el 1% de sustitución se aproxima la mejoría a la esperada, en el 3% de sustitución se mejora aún más la resistencia a la esperada y en el 5% de sustitución la resistencia a la compresión disminuye.

VI. CONCLUSIONES

1.- En base a los experimentos realizados y de acuerdo a los objetivos planteados en esta investigación, se demuestra que es factible utilizar la ceniza de aguaymanto extraída de la comunidad de Chalapampa Bajo, distrito de Bambamarca; provincia de Hualgayoc, región de Cajamarca.

2.- Con respecto a los porcentajes utilizados se comprobó que la sustitución de ceniza de aguaymanto en un porcentaje de 3% incrementa su resistencia en 12.52% en base al $F'c$, también nos brinda los mejores resultados en cuanto a resistencia a la compresión y propiedades del concreto en estado fresco; por otro lado la sustitución al 1% también brinda buenos resultados obteniendo una mejoría del 4.71% en base al $F'c$ y manteniendo las propiedades en estado fresco y el porcentaje de sustitución del 5 % muestra una disminución con respecto a la resistencia a la compresión y mantiene sus propiedades en estado fresco.

3.- Se concluye que la sustitución del cemento por ceniza de aguaymanto resulta beneficiosa en un porcentaje menor al 5%.

4.- Con respecto a la comprobación de los datos obtenidos y siguiendo una distribución normal, siguiendo este régimen se determina que la población de estudio en esta investigación está distribuida de manera normal, pues el p-valor es mayor a alfa (nivel de significancia) entonces la hipótesis nula se acepta. Es decir, si existe una relación significativa entre la sustitución del cemento por la ceniza de aguaymanto por cemento y la resistencia a la compresión del concreto $F'c = 175Kg/cm^2$.

5.- En cuanto al costo, se concluye que la utilización de esta materia prima es viable pues se utilizaron recursos que normalmente son eliminados puesto que el principal recurso utilizado es el fruto del aguaymanto, por ello es que esta investigación refleja que la utilización de esta materia prima es beneficiosa en cuanto a su uso en la industria de la construcción.

VII. RECOMENDACIONES

1.- Se recomienda la utilización de la ceniza de aguaymanto en porcentajes menores al 5% puesto que de ser utilizado en una cantidad más alta podría resultar perjudicial en cuanto a la propiedad de resistencia a la compresión del concreto.

2.- Se recomienda la posible adición del fruto del aguaymanto para de esta manera comprobar si existe alguna mejoría en cuanto a las propiedades mecánicas y propiedades en estado fresco del concreto.

3.- Se recomienda efectuar un estudio químico más específico del fruto del aguaymanto enfocado hacia el tema de la unión de este a materias cementantes y así contribuir a una posible mejoría en la industria de la construcción.

4.- Se recomienda utilizar la ceniza de aguaymanto en concretos que oscilen su resistencia óptima entre un $F'c$ de 175 kg/cm^2 a 210 kg/cm^2 puesto que ello beneficiará de manera real a estudios futuros.

6.- Se recomienda realizar más investigaciones, con la utilización de materias primas naturales que son eliminadas y pueden tener un uso productivo como es el caso de la presente investigación.

7.- Se recomienda que la producción de aguaymanto no disminuya puesto que es un producto utilizado no solo en el aspecto alimenticio, sino que se comprueba que puede ser utilizados en otros campos de nuestra vida cotidiana.

REFERENCIAS

- Cao, Y., Wang, Y., Zhang, Z., Ma, Y., & Wang, H. (2021). Article: *Recent progress of utilization of activated kaolinitic clay in cementitious construction materials*. Composites Part B: Engineering, 108636.
- Castillo Lara, R., Antoni, M., Alujas Díaz, A., Scrivener, K., & Martirena Hernández, J. F. (2011). Estudio de la adición de arcillas calcinadas en la durabilidad de hormigones. *Revista ingeniería de construcción*, 26(1), 25-40.
- Huaquisto Cáceres, S., & Belizario Quispe, G. (2018). Utilización de la ceniza volante en la dosificación del concreto como sustituto del cemento. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 20(2), 225-234.
- Jaime Huertas, M. Á., & Portocarrero Regalado, L. A. (2018). Influencia de la cascarilla y ceniza de cascarilla de arroz sobre la resistencia a la compresión de un concreto no estructural, Trujillo 2018.
- Chávez Bazán, C. H. (2017). Empleo de la ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA) como sustituto porcentual del agregado fino en la elaboración del concreto hidráulico.
- Rodríguez Soberón, N. C. (2017). Diseño de concreto $F' C = 250 \text{ kg/cm}^2$ reforzado con cascarilla de café en la ciudad de Jaén.
- Normas Técnicas Peruanas. (2011). *NTP 334.001: Cementos. Definiciones y nomenclatura*. LIMA: INDECOPI.
- Cachay, R., & Torres, A. (2004). *Curso básico de tecnología del concreto*. Lima - Perú: UNI.
- Pacheco Flores, L. M. (2017). Propiedades del concreto en estado fresco y endurecido.
- Normas Técnicas Peruanas. (2015). *NTP 334.088: CEMENTOS. Aditivos químicos en pastas, morteros y concreto*. LIMA: INDECOPI.

Sánchez de Guzmán, D. S. (2001). *Tecnología del concreto y del mortero*. Pontificia Universidad Javeriana, Pág, 19.

IMCYC (2004) Calidad. Construcción y Tecnología, 30. Consultado el 05 de agosto de 2021. <http://www.imcyc.com/>

Merritt Frederick, S. (1992). Manual del Ingeniero Civil (Volumen1); Editorial McGRAW-HILL; México, México. *Materiales de construcción/Factores que afectan la resistencia del concreto*, Pág, 510-513.

Acuña Giraldo, C. E., & Caballero Huaylla, H. R. (2018). Resistencia a la compresión y flexión de un concreto estructural mediante la sustitución parcial del cemento por ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA)–San Jacinto.

Hernandez, L. D., Gómez, J., Contreras, A., & Padilla, L. S. (2018). *Resistencia a la compresión del concreto* (Doctoral dissertation, tesis de grado, Univ. Tecnológica de Bolívar, 2018 doi: I: 10.13140/RG. 2.2. 16390.63044 [en línea]. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/328199242> [accedido 8 abril de 2020]).

Patiño, O., & Méndez, R. (2017). Control de calidad del concreto (Normas, pruebas y cartas de Control).

Ramírez, T., & Anibar, W. (2015). Tesis "Características y propiedades funcionales de physalis peruviana, aguaymanto".

Chasquibol Silva, N., & Yácono Llanos, J. C. (2015). Composición fitoquímica del aceite de las semillas del fruto del" Aguaymanto", Physalis peruviana L. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 81(4), 311-318.

- Lozada, J. (2014). Investigación aplicada: Definición, propiedad intelectual e industria. *CienciAmérica: Revista de divulgación científica de la Universidad Tecnológica Indoamérica*, 3(1), 47-50.
- Agudelo, G., Aignerren, M., & Restrepo, J. R. (2008). Experimental y no-experimental. *La sociología en sus escenarios*, (18).
- Espinoza Freire, E. E. (2018). Las variables y su operacionalización en la investigación educativa. Parte I. *Conrado*, 14, 39-49.
- Ruiz Uceda, R. F. L. A., & Vasallo Barrios, M. (2019). Estudio de las propiedades físicas y mecánicas de los concretos elaborados con cementos ICO, MS y UG, Trujillo 2018.
- Sarta Forero, H. N., & Silva Rodríguez, J. L. (2017). Análisis comparativo entre el concreto simple y el concreto con adición de fibra de acero al 4% y 6%.
- Normas Técnicas Peruanas. (2015). NTP 339.034: *Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas*. LIMA: INDECOPI.
- Torres, M., Salazar, F. G., & Paz, K. (2019). Métodos de recolección de datos para una investigación.
- Fernández Collado, C., Baptista Lucio, P., & Hernández Sampieri, R. (2014). Metodología de la Investigación. *Editorial McGraw Hill*.
- ASTM. (2015). ASTM C143: *Método de Ensayo Normalizado para Asentamiento de Concreto de Cemento Hidráulico*. USA: ASTM INTERNATIONAL.
- Normas Técnicas Peruanas. (1999) NTP-339.035: *Método Para La Medición Del Asentamiento Del Concreto Con El Cono De Abrams*. LIMA: INDECOPI.

DINO (2015) Control de Calidad del Concreto. Consultado el 30 de julio de 2021.
<http://dino.com.pe/>

Normas Técnicas Peruanas. (1999). NTP-339.033: *Método De Ensayo Para Elaboración Y Curado De Probetas Cilíndricas De Concreto*. LIMA: INDECOPI.

Normas Técnicas Peruanas. (2013). NTP 400.012: *Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global*. LIMA: INDECOPI.

Marrufo, J. (2015). *Influencia en la resistencia del concreto al incorporar parcialmente ceniza de arroz por cemento portland*. Tesis para obtener título de ingeniero, en la universidad nacional de Trujillo.

Mittri, S. H. M., Degen, M. K., Vieira, G. L., Vazzoler, J. S., & Rodrigues, L. H. C. H. (2018). *Assessment of the pozzolanic activity of ornamental stone waste after heat treatment and its effect on the mechanical properties of concretes*. Revista Ibracon de Estruturas e Materiais, 11, 1186-1207.

Hurtado Figueroa, O., Cárdenas Gutiérrez, J. A., & Prada Botia, G. (2018, November). *Verification of compression resistance between a conventional concrete and its addition of 5, 10 and 15% in volume of fly ash replacing fine aggregate*. In Journal of Physics Conference Series (Vol. 1126, No. 1, p. 012037).

Vehovar, V., Toepoel, V., & Steinmetz, S. (2016). *Non-probability sampling*. The Sage handbook of survey methods, 329-345.

Azhar, S. (2021). *Machine Learning Approach for Estimating Workability of Concrete from Mixing Image Sequences using 3D Stereo Camera*.

Lalitha, G., Sasidhar, C., & Ramachandrudu, C. (2020). *Durability performance of concrete (M-60) fine aggregate partially replaced with crushed waste glass*. Technology (IJARET), 11(2), 1-9.

- Han, T., Wang, X., Li, D., Li, D., Xing, F., & Han, N. (2020). *Impermeability characteristics of cementitious materials with self-healing based on epoxy/urea-formaldehyde microcapsules using an immersion test. Construction and Building Materials, 259, 119782.*
- Marin, A. (2019). *Resistencia a la compresión en mortero sustituyendo 7% de cemento por cenizas de tallo de maíz y adicionando 3% de agua de penca azul.*
- De Brito, J., & Saikia, N. (2012). *Recycled aggregate in concrete: use of industrial, construction and demolition waste. Springer Science & Business Media.*
- Janardhanan, K., & Mohana, E. (2018). *Experimental study on cement concrete with PVC powder and quarry dust as partial replacement to fine aggregate.*

ANEXOS



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

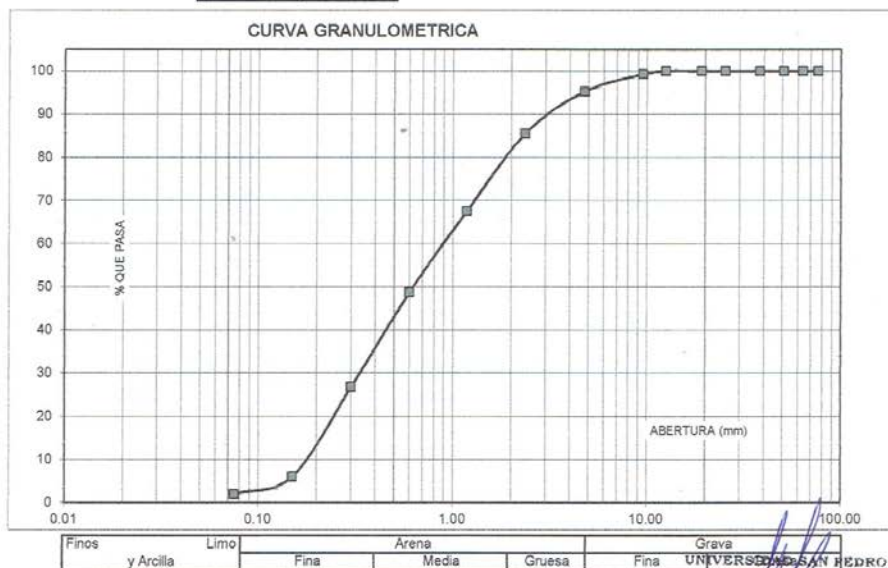
ANALISIS GRANULOMETRICO AGREGADO FINO
(ASTM C 136-06)

SOLICITA : VILLENÁ CHÁVEZ, GIANFRANK CRISTOPHER
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO DE $F'c = 175 \text{ Kg/Cm}^2$,
 SUSTITUYENDO EL CEMENTO POR CENIZA DE AGUAYMANTO
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
 CANTERA : RUBEN
 MATERIAL : AGREGADO FINO
 FECHA : 26/01/2022

TAMIZ	Abert.(mm)	Peso retenido (gr.)	% ret. Parcial (%)	% ret. Acumu. (%)	% Que pasa (gr.)
N° 3"	76.20	0.0	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	63.50	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.80	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.40	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.10	0.0	0.0	0.0	100.0
5/8"	12.50	0.0	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.52	6.6	0.7	0.7	99.3
N° 4	4.76	36.0	4.0	4.7	95.3
N° 8	2.36	87.6	9.7	14.5	85.5
N° 16	1.18	161.4	17.9	32.4	67.6
N° 30	0.60	169.4	18.8	51.2	48.8
N° 50	0.30	197.9	22.0	73.2	26.8
N° 100	0.15	187.4	20.8	94.0	6.0
N° 200	0.08	36.4	4.0	98.0	2.0
PLATO	ASTM C-117-04	17.8	2.0	100.0	0.0
TOTAL		900.5	100.0		

PROPIEDADES FISICAS	
Módulo de Fineza	2.70

OBSERVACIONES
La Muestra tomada identificada por el solicitante.



Finos y Arcilla	Limo	Arena			Grava
		Fina	Media	Gruesa	Fina

Ing. Miguel Solar Jara
 DIRECTOR
 Escuela Profesional de Ingeniería Civil

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote
 Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762
 Email: imsyem@usanpedro.edu.pe



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO GRUESO
(ASTM C 136-06)

SOLICITA : VILLENÁ CHÁVEZ, GIANFRANK CRISTOPHER
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO DE $F_c = 175 \text{ Kg/Cm}^2$,
 SUSTITUYENDO EL CEMENTO POR CENIZA DE AGUAYMANTO
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 CANTERA : RUBEN
 MATERIAL : AGREGADO GRUESO
 FECHA : 28/01/2022

TAMIZ	Abert (mm)	Peso retenido (gr.)	% ret. Parcial (%)	% ret. Acumu. (%)	% Que pasa (gr.)
N°					
3"	76.200	0.0	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.800	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.100	427.5	47.4	47.4	52.6
1/2"	12.500	457.0	50.7	98.1	1.9
3/8"	9.520	16.6	1.8	100.0	0.0
N° 4	4.760	0.4	0.0	100.0	0.0
N°8	2.360	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 16	1.180	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 30	0.600	0.0	0.0	100.0	0.0
N°50	0.300	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 100	0.150	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 200	0.075	0.0	0.0	100.0	0.0
PLATO	ASTM C-117-04	0	0.0	100.0	0.0
TOTAL		901.5	100.0		

PROPIEDADES FÍSICAS	
Tamaño Maximo Nominal	3/4"
Huso	N° 5 Ref. (ASTM C-33)

OBSERVACIONES
La Muestra tomada identificada por el solicitante.



Finos y Arcilla	Limo	Arena			Grava	
		Fina	Media	Gruesa	Fina	Gruesa

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 CHIMBOTE
Ing. Miguel Solar Jara
 DIRECTOR
 Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO FINO

(ASTM D-2216)

SOLICITA : VILLENA CHÁVEZ, GIANFRANK CRISTOPHER
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO DE $F_c = 175 \text{ Kg/Cm}^2$,
SUSTITUYENDO EL CEMENTO POR CENIZA DE AGUAYMANTO
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
CANTERA : RUBEN
MATERIAL : AGREGADO FINO
FECHA : 26/01/2022

PRUEBA N°	01	02	03
TARA N°			
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	976.5	888.3	
TARA + SUELO SECO (gr)	974.9	886.9	
PESO DEL AGUA (gr)	1.6	1.4	
PESO DE LA TARA (gr)	210.4	179	
PESO DEL SUELO SECO (gr)	764.5	707.9	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.21	0.20	
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)		0.20	

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote
Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762
Email: imsyem@usanpedro.edu.pe



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO GRUESO
(ASTM D-2216)

SOLICITA : VILLEN A CHÁVEZ, GIANFRANK CRISTOPHER
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO DE $F'c = 175 \text{ Kg/Cm}^2$,
SUSTITUYENDO EL CEMENTO POR CENIZA DE AGUAYMANTO
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
CANTERA : RUBEN
MATERIAL : AGREGADO GRUESO
FECHA : 26/01/2022

PRUEBA N°	01	02	03
TARA N°			
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	879.7	874	
TARA + SUELO SECO (gr)	878.6	823.1	
PESO DEL AGUA (gr)	1.1	0.9	
PESO DE LA TARA (gr)	169.7	163.7	
PESO DEL SUELO SECO (gr)	708.9	659.4	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.16	0.14	
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)		0.15	


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote
Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762
Email: lmsyem@usanpedro.edu.pe



GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION AGREGADO FINO
(Según norma ASTM C-127)

SOLICITA : VILLENÁ CHÁVEZ, GIANFRANK CRISTOPHER
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO DE $F_c = 175 \text{ Kg/Cm}^2$,
SUSTITUYENDO EL CEMENTO POR CENIZA DE AGUAYMANTO
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
CANTERA : RUBEN
MATERIAL : AGREGADO FINO
FECHA : 26/01/2022

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	gr.	300.00	300.00
B	Peso de picnómetro + agua	gr.	710.50	710.80
C	Volumen de masa + volumen de vacíos (A+B)	cm ³	1010.50	1010.80
D	Peso de picnómetro + agua + material	gr.	900.80	900.80
E	Volumen de masa + volumen de vacíos (C-D)	cm ³	109.70	110.00
F	Peso de material seco en estufa	gr.	296.50	296.50
G	Volumen de masa (E-(A-F))		106.20	106.50
H	P.e. Bulk (Base Seca)	F/E	2.703	2.695
I	P.e. Bulk (Base Saturada)	A/E	2.735	2.727
J	P.e. Aparente (Base Seca)	F/E	2.792	2.784
K	Absorción (%) ((D-A)/A)x100		1.18	1.18

P.e. Bulk (Base Seca) : 2.699
P.e. Bulk (Base Saturada) : 2.731
P.e. Aparente (Base Seca) : 2.788
Absorción (%) : 1.18

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION AGREGADO GRUESO
(Según norma ASTM C-127)

SOLICITA : VILLENA CHÁVEZ, GIANFRANK CRISTOPHER
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO DE $F_c = 175 \text{ Kg/Cm}^2$,
SUSTITUYENDO EL CEMENTO POR CENIZA DE AGUAYMANTO
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
CANTERA : RUBEN
MATERIAL : AGREGADO GRUESO
FECHA : 26/01/2022

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	887.90	865.20
B	Peso de material saturado superficialmente seco (agua)	577.50	564.70
C	Volumen de masa + volumen de vacíos (A-B)	310.40	300.50
D	Peso de material seco en estufa	884.10	861.40
E	Volumen de masa (C-(A-D))	306.60	296.70
G	P.e. Bulk (Base Seca) D/C	2.848	2.867
H	P.e. Bulk (Base Saturada) A/C	2.861	2.879
I	P.e. Aparente (Base Seca) D/E	2.884	2.903
F	Absorción (%) ((D-A)/A)x100	0.43	0.44

P.e. Bulk (Base Seca) : 2.857
P.e. Bulk (Base Saturada) : 2.870
P.e. Aparente (Base Seca) : 2.893
Absorción (%) : 0.44

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO

SOLICITA : VILLEN A CHÁVEZ, GIANFRANK CRISTOPHER
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO DE $f'c = 175 \text{ Kg/Cm}^2$,
SUSTITUYENDO EL CEMENTO POR CENIZA DE AGUAYMANTO
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
CANTERA : RUBEN
MATERIAL : AGREGADO FINO
FECHA : 26/01/2022

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	7945	7940	7960
Peso de molde	3330	3330	3330
Peso de muestra	4615	4610	4650
Volumen de molde	2788	2788	2788
Peso unitario (Kg/m ³)	1655	1654	1669
Peso unitario prom. (Kg/m ³)	1659		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1656		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	8445	8490	8400
Peso de molde	3330	3330	3330
Peso de muestra	5115	5160	5070
Volumen de molde	2788	2788	2788
Peso unitario (Kg/m ³)	1835	1851	1819
Peso unitario prom. (Kg/m ³)	1835		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1831		

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO

SOLICITA : VILLENA CHÁVEZ, GIANFRANK CRISTOPHER
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO DE $F_c = 175 \text{ Kg/Cm}^2$,
SUSTITUYENDO EL CEMENTO POR CENIZA DE AGUAYMANTO
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
CANTERA : RUBEN
MATERIAL : AGREGADO GRUESO
FECHA : 26/01/2022

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	19745	19370	19265
Peso de molde	5105	5105	5105
Peso de muestra	14640	14265	14160
Volumen de molde	9360	9360	9360
Peso unitario (Kg/m ³)	1564	1524	1513
Peso unitario prom. (Kg/m ³)	1534		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1531		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	20720	20715	20735
Peso de molde	5105	5105	5105
Peso de muestra	15615	15610	15630
Volumen de molde	9360	9360	9360
Peso unitario (Kg/m ³)	1668	1668	1670
Peso unitario prom. (Kg/m ³)	1669		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1666		

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



DISEÑO DE MEZCLA

SOLICITA : VILLENA CHÁVEZ, GIANFRANK CRISTOPHER
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO DE $f'c = 175 \text{ Kg/Cm}^2$,
SUSTITUYENDO EL CEMENTO POR CENIZA DE AGUAYMANTO
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
FECHA : 26/01/2022

ESPECIFICACIONES

- La selección de las proporciones se hará empleando el metodo del ACI
- La resistencia en compresión de diseño especificada es de 175 kg/cm^2 , a los 28 días.

MATERIALES

A.- Cemento :

- Tipo I "Pacasmayo"
- Peso específico 3.10

B.- Agua :

- Potable, de la zona.

C.-Agregado Fino :

CANTERA : RUBEN

- Peso específico de masa 2.70
- Peso unitario suelto 1656 kg/m^3
- Peso unitario compactado 1831 kg/m^3
- Contenido de humedad 0.20 %
- Absorción 1.18 %
- Módulo de fineza 2.70

D.- Agregado grueso *

CANTERA : RUBEN

- Piedra, perfil angular
- Tamaño Máximo Nominal 3/4"
- Peso específico de masa 2.86
- Peso unitario suelto 1531 kg/m^3
- Peso unitario compactado 1666 kg/m^3
- Contenido de humedad 0.15 %
- Absorción 0.44 %

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de 3" a 4" .

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 3" a 4" , sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 3/4" , el volumen unitario de agua es de 205 lt/m³ .

RELACIÓN AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua - cemento de 0.75

FACTOR DE CEMENTO

F.C. : 205 / 0.75 = 273.333 kg/m³ = 6.43 bolsas / m³

VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS

Cemento.....	273.333	kg/m3
Agua efectiva.....	216.463	lts/m3
Agregado fino.....	863.860	kg/m3
Agregado grueso.....	1051.343	kg/m3

PROPORCIONES EN PESO

$$\frac{273.33}{273.33} : \frac{863.860}{273.33} : \frac{1051.34}{273.33}$$

$$1 : 3.16 : 3.85 : 33.66 \text{ lts / bolsa}$$

PROPORCIONES EN VOLUMEN

$$1 : 2.86 : 3.76 : 33.66 \text{ lts / bolsa}$$

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



DISEÑO DE MEZCLA
(1% SUSTITUCION DEL CEMENTO)

SOLICITA : VILLENA CHÁVEZ, GIANFRANK CRISTOPHER
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO DE $F_c = 175 \text{ Kg/Cm}^2$,
SUSTITUYENDO EL CEMENTO POR CENIZA DE AGUAYMANTO
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
FECHA : 26/01/2022

ESPECIFICACIONES

- La selección de las proporciones se hará empleando el metodo del ACI
- La resistencia en compresión de diseño promedio 175 kg/cm^2 , a los 28 días.

MATERIALES

A.- Cemento :

- Tipo I "Pacasmayo"
- Peso especifico 3.21

B.- Agua :

- Potable, de la zona.

C.- Agregado Fino :

CANTERA : RUBEN

- Peso especifico de masa 2.70
- Peso unitario suelto 1656 kg/m^3
- Peso unitario compactado 1831 kg/m^3
- Contenido de humedad 0.20 %
- Absorción 1.18 %
- Módulo de fineza 2.70

D.- Agregado grueso

CANTERA : RUBEN

- Piedra, perfil angular 3/4"
- Tamaño Máximo Nominal 3/4"
- Peso especifico de masa 2.86
- Peso unitario suelto 1531 kg/m^3
- Peso unitario compactado 1666 kg/m^3
- Contenido de humedad 0.15 %
- Absorción 0.44 %

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de 3" a 4" .

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 3" a 4" , sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 3/4" , el volumen unitario de agua es de 205 lt/m³ .

RELACIÓN AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua - cemento de 0.750

VOLUMENES ABSOLUTOS

Cemento.....	(m ³)	0.087
1% CENIZA DE AGUAYMANTO.....	(m ³)	0.001
Agua efectiva.....	(m ³)	0.205
Agregado fino.....	(m ³)	0.319
Agregado grueso.....	(m ³)	0.367
Aire.....	(m ³)	0.020
		1.000 m³

PESOS SECOS

Cemento.....	270.60	kg/m ³
1% CENIZA DE AGUAYMANTO.....	2.733	kg/m ³
Agua efectiva.....	205.00	lts/m ³
Agregado fino.....	862.11	kg/m ³
Agregado grueso.....	1049.81	kg/m ³

PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento.....	270.60	kg/m ³
1% CENIZA DE AGUAYMANTO.....	2.733	kg/m ³
Agua efectiva.....	216.46	lts/m ³
Agregado fino.....	863.86	kg/m ³
Agregado grueso.....	1051.34	kg/m ³

PROPORCIONES EN VOLUMEN

$$\frac{270.60}{270.60} : \frac{2.733}{270.60} : \frac{863.86}{270.60} : \frac{1051.34}{270.60}$$

$$1 : 0.01 : 3.19 : 3.89$$

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Ing. Miguel Sejar
32.34115
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



DISEÑO DE MEZCLA
(3% SUSTITUCION DEL CEMENTO)

SOLICITA : VILLENÁ CHÁVEZ, GIANFRANK CRISTOPHER
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO DE $F_c = 175 \text{ Kg/Cm}^2$,
 SUSTITUYENDO EL CEMENTO POR CENIZA DE AGUAYMANTO
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
 FECHA : 26/01/2022

ESPECIFICACIONES

- La selección de las proporciones se hará empleando el metodo del ACI
- La resistencia en compresión de diseño promedio 175 kg/cm^2 , a los 28 días.

MATERIALES

A.- Cemento :

- Tipo I "Pacasmayo"
- Peso específico 3.13

B.- Agua :

- Potable, de la zona.

C.-Agregado Fino :

CANTERA : RUBEN

- Peso específico de masa 2.70
- Peso unitario suelto 1656 kg/m^3
- Peso unitario compactado 1831 kg/m^3
- Contenido de humedad 0.20 %
- Absorción 1.18 %
- Módulo de fineza 2.70

D.- Agregado grueso

CANTERA : RUBEN

- Piedra, perfil angular
- Tamaño Máximo Nominal $3/4"$
- Peso específico de masa 2.86
- Peso unitario suelto 1531 kg/m^3
- Peso unitario compactado 1666 kg/m^3
- Contenido de humedad 0.15 %
- Absorción 0.44 %

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de 3" a 4" .

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 3" a 4" , sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 3/4" , el volumen unitario de agua es de 205 lt/m³ .

RELACIÓN AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua - cemento de 0.750

VOLUMENES ABSOLUTOS

Cemento.....	(m ³)	0.085
3% CENIZA DE AGUAYMANTO.....	(m ³)	0.003
Agua efectiva.....	(m ³)	0.205
Agregado fino.....	(m ³)	0.319
Agregado grueso.....	(m ³)	0.367
Aire.....	(m ³)	0.020
		1.000 m³

PESOS SECOS

Cemento.....	265.13	kg/m3
3% CENIZA DE AGUAYMANTO.....	8.200	kg/m3
Agua efectiva.....	205.00	lts/m3
Agregado fino.....	862.11	kg/m3
Agregado grueso.....	1049.81	kg/m3


PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento.....	265.13	kg/m3
3% CENIZA DE AGUAYMANTO.....	8.200	kg/m3
Agua efectiva.....	216.46	lts/m3
Agregado fino.....	863.86	kg/m3
Agregado grueso.....	1051.34	kg/m3

PROPORCIONES EN VOLUMEN

$$\frac{265.13}{265.13} : \frac{8.200}{265.13} : \frac{863.86}{265.13} : \frac{1051.34}{265.13}$$

$$1 : 0.03 : 3.26 : 3.97$$


 Ing. Miguel Solar Jara
 Escuela Profesional de Ingeniería Civil



DISEÑO DE MEZCLA
(5% SUSTITUCION DEL CEMENTO)

SOLICITA : VILLENA CHÁVEZ, GIANFRANK CRISTOPHER
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO DE $F_c = 175 \text{ Kg/Cm}^2$,
SUSTITUYENDO EL CEMENTO POR CENIZA DE AGUAYMANTO
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
FECHA : 26/01/2022

ESPECIFICACIONES

- La selección de las proporciones se hará empleando el metodo del ACI
- La resistencia en compresión de diseño promedio 175 kg/cm^2 , a los 28 días.

MATERIALES

A.- Cemento :

- Tipo I "Pacasmayo"
- Peso especifico 3.04

B.- Agua :

- Potable, de la zona.

C.- Agregado Fino :

CANTERA : RUBEN

- Peso especifico de masa 2.70
- Peso unitario suelto 1656 kg/m^3
- Peso unitario compactado 1831 kg/m^3
- Contenido de humedad 0.20 %
- Absorción 1.18 %
- Módulo de fineza 2.70

D.- Agregado grueso

CANTERA : RUBEN

- Piedra, perfil angular
- Tamaño Máximo Nominal 3/4"
- Peso especifico de masa 2.86
- Peso unitario suelto 1531 kg/m^3
- Peso unitario compactado 1666 kg/m^3
- Contenido de humedad 0.15 %
- Absorción 0.44 %

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de 3" a 4" .

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 3" a 4" , sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 3/4" , el volumen unitario de agua es de 205 l/m³ .

RELACIÓN AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua - cemento de 0.750

VOLUMENES ABSOLUTOS

Cemento.....	(m ³)	0.084
5% CENIZA DE AGUAYMANTO.....	(m ³)	0.004
Agua efectiva.....	(m ³)	0.205
Agregado fino.....	(m ³)	0.319
Agregado grueso.....	(m ³)	0.367
Aire.....	(m ³)	0.020
		<u>1.000</u> m ³

PESOS SECOS

Cemento.....	259.67	kg/m ³
5% CENIZA DE AGUAYMANTO.....	13.667	kg/m ³
Agua efectiva.....	205.00	lts/m ³
Agregado fino.....	862.11	kg/m ³
Agregado grueso.....	1049.81	kg/m ³

PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento.....	259.67	kg/m ³
5% CENIZA DE AGUAYMANTO.....	13.667	kg/m ³
Agua efectiva.....	216.46	lts/m ³
Agregado fino.....	863.86	kg/m ³
Agregado grueso.....	1051.34	kg/m ³

PROPORCIONES EN VOLUMEN

$$\frac{259.67}{259.67} : \frac{13.667}{259.67} : \frac{863.86}{259.67} : \frac{1051.34}{259.67}$$

$$1 : 0.05 : 3.33 : 4.05$$

Ing. Mónica Soto
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

SOLICITA : VILLENA CHÁVEZ, GIANFRANK CRISTOPHER
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO DE $F'c = 175 \text{ Kg/Cm}^2$,
SUSTITUYENDO EL CEMENTO POR CENIZA DE AGUAYMANTO
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
FECHA : 26/01/2022

$F'c$: 175 Kg/cm²

N°	TESTIGO	SLUMP (")	FECHA		EDAD DIAS	FC Kg/Cm ²	FC/F'c (%)
	ELEMENTO		MOLDEO	ROTURA			
01	PATRON	3,80	06/12/2021	13/12/2021	7	134.17	76.67
02	PATRON	3,80	06/12/2021	13/12/2021	7	137.68	78.67
03	PATRON	3,80	06/12/2021	13/12/2021	7	138.62	79.21
04	PATRON	3,80	06/12/2021	13/12/2021	7	134.45	76.83
05	PATRON	3,80	06/12/2021	20/12/2021	14	153.75	87.86
06	PATRON	3,80	06/12/2021	20/12/2021	14	151.15	86.37
07	PATRON	3,80	06/12/2021	20/12/2021	14	155.39	88.79
08	PATRON	3,80	06/12/2021	20/12/2021	14	152.29	87.03
09	PATRON	3,80	06/12/2021	03/01/2022	28	182.04	104.02
10	PATRON	3,80	06/12/2021	03/01/2022	28	181.67	103.81
11	PATRON	3,80	06/12/2021	03/01/2022	28	179.12	102.35
12	PATRON	3,80	06/12/2021	03/01/2022	28	180.30	103.03

ESPECIFICACIONES : Los ensayos responde a la norma de diseño ASTM C-39.

OBSERVACIONES : Los testigos fueron elaborados y traídos por el interesado a este laboratorio.

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote
Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762
Email: imsyem@usanpedro.edu.pe



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION-EXPERIMENTAL- 1%

SOLICITA : VILLENA CHÁVEZ, GIANFRANK CRISTOPHER
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO DE $F_c = 175 \text{ Kg/Cm}^2$,
SUSTITUYENDO EL CEMENTO POR CENIZA DE AGUAYMANTO
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
FECHA : 26/01/2022

F_c : 175 Kg/cm^2

Nº	TESTIGO	SLUMP (")	FECHA		EDAD DIAS	FC Kg/Cm2	FC/Fc (%)
	ELEMENTO		MOLDEO	ROTURA			
01	SUSTITUCION 1%	3,60	13/12/2021	20/12/2021	7	137.30	78.46
02	SUSTITUCION 1%	3,60	13/12/2021	20/12/2021	7	136.48	77.99
03	SUSTITUCION 1%	3,60	13/12/2021	20/12/2021	7	139.83	79.90
04	SUSTITUCION 1%	3,60	13/12/2021	20/12/2021	7	138.01	78.86
05	SUSTITUCION 1%	3,60	13/12/2021	27/12/2021	14	155.06	88.60
06	SUSTITUCION 1%	3,60	13/12/2021	27/12/2021	14	152.64	87.22
07	SUSTITUCION 1%	3,60	13/12/2021	27/12/2021	14	155.75	89.00
08	SUSTITUCION 1%	3,60	13/12/2021	27/12/2021	14	153.73	87.84
09	SUSTITUCION 1%	3,60	13/12/2021	10/01/2022	28	183.93	105.10
10	SUSTITUCION 1%	3,60	13/12/2021	10/01/2022	28	183.38	104.79
11	SUSTITUCION 1%	3,60	13/12/2021	10/01/2022	28	184.74	105.56
12	SUSTITUCION 1%	3,60	13/12/2021	10/01/2022	28	180.96	103.40

ESPECIFICACIONES : Los ensayos responde a la norma de diseño ASTM C-39.

OBSERVACIONES : Los testigos fueron elaborados y traídos por el interesado a este laboratorio.

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION-EXPERIMENTAL-3%

SOLICITA : VILLEN A CHÁVEZ, GIANFRANK CRISTOPHER
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO DE $F'c = 175 \text{ Kg/Cm}^2$,
 SUSTITUYENDO EL CEMENTO POR CENIZA DE AGUAYMANTO
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 FECHA : 26/01/2022

$F'c$: 175 Kg/cm²

N°	TESTIGO ELEMENTO	SLUMP (")	FECHA		EDAD DIAS	FC Kg/Cm ²	FC/F'c (%)
			MOLDEO	ROTURA			
01	SUSTITUCION 3%	3,40	13/12/2021	20/12/2021	7	152.66	87.23
02	SUSTITUCION 3%	3,40	13/12/2021	20/12/2021	7	155.05	88.60
03	SUSTITUCION 3%	3,40	13/12/2021	20/12/2021	7	152.31	87.03
04	SUSTITUCION 3%	3,40	13/12/2021	20/12/2021	7	154.33	88.19
05	SUSTITUCION 3%	3,40	13/12/2021	27/12/2021	14	171.67	98.10
06	SUSTITUCION 3%	3,40	13/12/2021	27/12/2021	14	169.89	97.08
07	SUSTITUCION 3%	3,40	13/12/2021	27/12/2021	14	172.48	98.56
08	SUSTITUCION 3%	3,40	13/12/2021	27/12/2021	14	173.39	99.08
09	SUSTITUCION 3%	3,40	13/12/2021	10/01/2022	28	197.96	113.12
10	SUSTITUCION 3%	3,40	13/12/2021	10/01/2022	28	194.78	111.30
11	SUSTITUCION 3%	3,40	13/12/2021	10/01/2022	28	196.67	112.38
12	SUSTITUCION 3%	3,40	13/12/2021	10/01/2022	28	198.23	113.27

ESPECIFICACIONES : Los ensayos responde a la norma de diseño ASTM C-39.

OBSERVACIONES : Los testigos fueron elaborados y traídos por el interesado a este laboratorio.

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION-EXPERIMENTAL-5%

SOLICITA : VILLENÁ CHÁVEZ, GIANFRANK CRISTOPHER
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO DE $F_c = 175 \text{ Kg/Cm}^2$,
SUSTITUYENDO EL CEMENTO POR CENIZA DE AGUAYMANTO
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
FECHA : 26/01/2022

F_c : 175 Kg/cm²

N°	TESTIGO	SLUMP (")	FECHA		EDAD DIAS	FC Kg/Cm ²	FC/F _c (%)
	ELEMENTO		MOLDEO	ROTURA			
01	SUSTITUCION 5%	3,00	13/12/2021	20/12/2021	7	128.66	73.52
02	SUSTITUCION 5%	3,00	13/12/2021	20/12/2021	7	126.25	72.14
03	SUSTITUCION 5%	3,00	13/12/2021	20/12/2021	7	126.09	72.05
04	SUSTITUCION 5%	3,00	13/12/2021	20/12/2021	7	125.26	71.58
05	SUSTITUCION 5%	3,00	13/12/2021	27/12/2021	14	146.04	83.45
06	SUSTITUCION 5%	3,00	13/12/2021	27/12/2021	14	140.24	80.14
07	SUSTITUCION 5%	3,00	13/12/2021	27/12/2021	14	143.31	81.89
08	SUSTITUCION 5%	3,00	13/12/2021	27/12/2021	14	143.87	82.21
09	SUSTITUCION 5%	3,00	13/12/2021	10/01/2022	28	161.44	92.25
10	SUSTITUCION 5%	3,00	13/12/2021	10/01/2022	28	165.97	94.84
11	SUSTITUCION 5%	3,00	13/12/2021	10/01/2022	28	157.98	90.28
12	SUSTITUCION 5%	3,00	13/12/2021	10/01/2022	28	159.65	91.23

ESPECIFICACIONES : Los ensayos responde a la norma de diseño ASTM C-39.

OBSERVACIONES : Los testigos fueron elaborados y traídos por el interesado a este laboratorio.

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



UNIVERSIDAD
SAN PEDRO

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

AIRE ATRAPADO-PATRON

SOLICITA : VILLENA CHÁVEZ, GIANFRANK CRISTOPHER
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO DE $F'c = 175 \text{ Kg/Cm}^2$,
SUSTITUYENDO EL CEMENTO POR CENIZA DE AGUAYMANTO
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
FECHA : 26/01/2022

CONTENIDO DE AIRE : CONCRETO PATRON Y RELACION A/C 0.75

Ensayo N°	01	02	03
CONTENIDO DE AIRE (%)	1.9	1.9	1.9
PROM. DE CONTENIDO DE AIRE (%)	1.9		

ESPECIFICACIONES : El ensayo corresponde a la norma de diseño NTP 339.036

NOTA : La muestra fue realizada por el interesado en este laboratorio

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote
Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762
Email: lmsyem@usanpedro.edu.pe



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

AIRE ATRAPADO CON SUSTITUCION 1%

SOLICITA : VILLENA CHÁVEZ, GIANFRANK CRISTOPHER
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO DE $F'c = 175 \text{ Kg/Cm}^2$,
SUSTITUYENDO EL CEMENTO POR CENIZA DE AGUAYMANTO
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
FECHA : 26/01/2022

CONTENIDO DE AIRE : CONCRETO PATRON Y RELACION A/C 0.75

Ensayo N°	01	02	03
CONTENIDO DE AIRE (%)	1.95	1.95	1.95
PROM. DE CONTENIDO DE AIRE (%)	1.95		

ESPECIFICACIONES : El ensayo corresponde a la norma de diseño NTP 339.036

NOTA : La muestra fue realizada por el interesado en este laboratorio

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE

Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote
Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762
Email: Imsyem@usanpedro.edu.pe



AIRE ATRAPADO CON SUSTITUCION 3%

SOLICITA : VILLENA CHÁVEZ, GIANFRANK CRISTOPHER
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO DE $f_c = 175 \text{ Kg/Cm}^2$,
SUSTITUYENDO EL CEMENTO POR CENIZA DE AGUAYMANTO
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
FECHA : 26/01/2022

CONTENIDO DE AIRE : CONCRETO PATRON Y RELACION A/C 0.75

Ensayo N°	01	02	03
CONTENIDO DE AIRE (%)	1.7	1.7	1.7
PROM. DE CONTENIDO DE AIRE (%)	1.7		

ESPECIFICACIONES : El ensayo corresponde a la norma de diseño NTP 339.036

NOTA : La muestra fue realizada por el interesado en este laboratorio

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE

Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



AIRE ATRAPADO CON SUSTITUCION 5%

SOLICITA : VILLENA CHÁVEZ, GIANFRANK CRISTOPHER
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO DE $F_c = 175 \text{ Kg/Cm}^2$,
SUSTITUYENDO EL CEMENTO POR CENIZA DE AGUAYMANTO
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
FECHA : 26/01/2022

CONTENIDO DE AIRE : CONCRETO PATRON Y RELACION A/C 0.75

Ensayo N°	01	02	03
CONTENIDO DE AIRE (%)	2.1	2.1	2.1
PROM. DE CONTENIDO DE AIRE (%)	2.1		

ESPECIFICACIONES : El ensayo corresponde a la norma de diseño NTP 339.036

NOTA : La muestra fue realizada por el interesado en este laboratorio

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



ENSAYO DE EXUDACION DE CONCRETO PATRON

SOLICITA : VILLENA CHÁVEZ, GIANFRANK CRISTOPHER
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO DE $f_c = 175 \text{ Kg/Cm}^2$,
 SUSTITUYENDO EL CEMENTO POR CENIZA DE AGUAYMANTO
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
 FECHA : 28/01/2022

TIEMPO (hrs)	INTERVALO (min)	VOLUMEN (ml)	VOLUMEN ACUMULADO (ml)
09:37:00 a. m.	10	9.0	9.0
09:47:00 a. m.	10	7.0	16.0
9:57:00 a. m.	10	6.0	22.0
10:27:00 a. m.	30	5.0	27.0
10:57:00 a. m.	30	1.0	28.0
11:27:00 a. m.	30	0.5	28.5
11:57:00 a. m.	30	0.0	28.5
12:27:00 a. m.	30	0.0	28.5
	30	0.0	28.5

$$C = \frac{w}{W} \times S$$

$$\text{EXUDACION (\%)} = \frac{V}{C} \times 100$$

Donde :

C : Masa del agua en la muestra de ensayo, en L

w : Agua efectiva, en L

W : Cantidad total de materiales, en kg

V : Volumen final exudado, en L

V	=	0.0285 lt
---	---	-----------

Cemento kg/m^3	2.571 kg
w : Agua efectiva, en L	1.515 lt
Ag Fino kg/m^3	6.209 kg
Ag Grueso kg/m^3	6.1 kg
W : Cantidad total de materiales, en kg	16.364 kg

$$\text{Relacion a/c} = 0.75$$

AGREGADOS	
Ag. Fino (%)	Ag. Grueso (%)
0.51	49

Peso del Recipiente kg	3425 kg
Peso del concreto + recipiente	3441.364 kg
S : Peso del concreto, en Kg	16.364 kg

C	1.5 lt
---	--------

EXUDACIÓN (%)	1.88 %
---------------	--------

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería 1°



ENSAYO DE EXUDACION DE CONCRETO CON SUSTITUCION 1%

SOLICITA : VILLENA CHÁVEZ, GIANFRANK CRISTOPHER
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO DE $F_c = 175 \text{ Kg/Cm}^2$,
 SUSTITUYENDO EL CEMENTO POR CENIZA DE AGUAYMANTO
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
 FECHA : 29/01/2022

TIEMPO (hrs)	INTERVALO (min)	VOLUMEN (ml)	VOLUMEN ACUMULADO (ml)
09:37:00 a. m.	10	8.0	8.0
09:47:00 a. m.	10	8.0	14.0
9:57:00 a. m.	10	4.0	18.0
10:27:00 a. m.	30	3.0	21.0
10:57:00 a. m.	30	2.0	23.0
11:27:00 a. m.	30	0.5	23.5
11:57:00 a. m.	30	0.0	23.5
12:27:00 a. m.	30	0.0	23.5
	30	0.0	23.5

$$C = \frac{W}{W} \times S$$

$$\text{EXUDACION (\%)} = \frac{V}{C} \times 100$$

Donde :
 C : Masa del agua en la muestra de ensayo, en L
 w : Agua efectiva, en L
 W : Cantidad total de materiales, en kg
 V : Volumen final exudado, en L

$$V = 0.0235 \text{ lt}$$

Cemento kg/m^3	2.571 kg
w : Agua efectiva, en L	1.515 lt
Ag Fino kg/m^3	6.209 kg
Ag Grueso kg/m^3	6.1 kg
W : Cantidad total de materiales, en kg	16.364 kg

$$\text{Relacion a/c} = 0.75$$

AGREGADOS	
Ag. Fino (%)	Ag. Grueso (%)
0.51	49

Peso del Recipiente kg	3425 kg
Peso del concreto + recipiente	3441.364 kg
S : Peso del concreto, en Kg	16.364 kg

$$C = 1.5 \text{ lt}$$

EXUDACIÓN (%)	1.55 %
---------------	--------

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 CHIMBOTE
 Ing. Miguel Sotlar Jara
 DIRECTOR
 Escuela Profesional de Ingeniería Civil



ENSAYO DE EXUDACION DE CONCRETO CON SUSTITUCION 3%

SOLICITA : VILLENA CHÁVEZ, GIANFRANK CRISTOPHER
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO DE $F_c = 175 \text{ Kg/Cm}^2$,
 SUSTITUYENDO EL CEMENTO POR CENIZA DE AGUAYMANTO
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
 FECHA : 26/01/2022

TIEMPO (hrs)	INTERVALO (min)	VOLUMEN (ml)	VOLUMEN ACUMULADO (ml)
09:37:00 a. m.	10	7.2	7.2
09:47:00 a. m.	10	5.4	12.6
9:57:00 a. m.	10	3.5	16.1
10:27:00 a. m.	30	2.0	18.1
10:57:00 a. m.	30	1.8	19.9
11:27:00 a. m.	30	1.0	20.9
11:57:00 a. m.	30	0.0	20.9
12:27:00 a. m.	30	0.0	20.9
	30	0.0	20.9

$$C = \frac{W}{W} \times S$$

$$\text{EXUDACION (\%)} = \frac{V}{C} \times 100$$

Donde :
 C : Masa del agua en la muestra de ensayo, en L
 w : Agua efectiva, en L
 W : Cantidad total de materiales, en kg
 V : Volumen final exudado, en L

$$V = 0.0209 \text{ lt}$$

Cemento kg/m^3	2.571 kg
w : Agua efectiva, en L	1.515 lt
Ag Fino kg/m^3	6.209 kg
Ag Grueso kg/m^3	6.1 kg
W : Cantidad total de materiales, en kg	16.364 kg

$$\text{Relacion a/c} = 0.75$$

AGREGADOS	
Ag. Fino (%)	Ag. Grueso (%)
0.51	49

Peso del Recipiente kg^*	3425 kg
Peso del concreto + recipiente	3441.364 kg
S : Peso del concreto; en Kg	16.364 kg

$$C = 1.5 \text{ lt}$$

EXUDACIÓN (%)	1.38 %
---------------	--------

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 CHIMBOTE
 Ing. Miguel Solar Jara
 DIRECTOR
 Escuela Profesional de Ingeniería Civil



ENSAYO DE EXUDACION DE CONCRETO CON SUSTITUCION 5%

SOLICITA : VILLENA CHÁVEZ, GIANFRANK CRISTOPHER
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO DE $F_c = 175 \text{ Kg/Cm}^2$,
 SUSTITUYENDO EL CEMENTO POR CENIZA DE AGUAYMANTO
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
 FECHA : 26/01/2022

TIEMPO (hrs)	INTERVALO (min)	VOLUMEN (ml)	VOLUMEN ACUMULADO (ml)
09:37:00 a. m.	10	6.0	6.0
09:47:00 a. m.	10	5.0	11.0
9:57:00 a. m.	10	3.0	14.0
10:27:00 a. m.	30	1.0	15.0
10:57:00 a. m.	30	0.5	15.5
11:27:00 a. m.	30	0.3	15.8
11:57:00 a. m.	30	0.0	15.8
12:27:00 a. m.	30	0.0	15.8
	30	0.0	15.8

$$C = \frac{W}{W} \times S$$

$$\text{EXUDACION (\%)} = \frac{V}{C} \times 100$$

Donde :
 C : Masa del agua en la muestra de ensayo, en L
 w : Agua efectiva, en L
 W : Cantidad total de materiales, en kg
 V : Volumen final exudado, en L

$$V = 0.0158 \text{ lt}$$

Cemento kg/m^3	2.571 kg
w : Agua efectiva, en L	1.515 lt
Ag Fino kg/m^3	6.209 kg
Ag Grueso kg/m^3	6.1 kg
W : Cantidad total de materiales, en kg	16.364 kg

$$\text{Relacion a/c} = 0.75$$

AGREGADOS	
Ag. Fino (%)	Ag. Grueso (%)
0.51	49

Peso del Recipiente kg^*	3426 kg
Peso del concreto + recipiente	3441.364 kg
S : Peso del concreto; en Kg	16.364 kg

$$C = 1.5 \text{ lt}$$

EXUDACIÓN (%)	1.04 %
---------------	--------

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE

Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



PESO UNITARIO DE CONCRETO FRESCO PATRON

SOLICITA : VILLENA CHÁVEZ, GIANFRANK CRISTOPHER
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO DE $F_c = 175 \text{ Kg/Cm}^2$,
SUSTITUYENDO EL CEMENTO POR CENIZA DE AGUAYMANTO
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
FECHA : 26/01/2022

PESO UNITARIO DE CONCRETO FRESCO CON TIPO DE CEMENTO TIPO I

Ensayo N°	01	02
Peso de molde + muestra	20.8	20.8
Peso de molde	3.425	3.425
Peso de muestra	17.375	17.375
Vol. De 1/4 pie 3 a m3	0.007024	0.007024
Peso unitario (Kg/m3)	2474	2474
Peso unitario prom. (Kg/m3)	2474	

ESPECIFICACIONES: El ensayo responde a la norma de diseño NPT 339.046

NOTA: La muestra fueron realizadas por el interesado en este laboratorio

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



PESO UNITARIO DE CONCRETO FRESCO CON SUSTITUCION 1%

SOLICITA : VILLENA CHÁVEZ, GIANFRANK CRISTOPHER
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO DE $F_c = 175 \text{ Kg/Cm}^2$,
SUSTITUYENDO EL CEMENTO POR CENIZA DE AGUAYMANTO
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
FECHA : 26/01/2022

PESO UNITARIO DE CONCRETO FRESCO CON TIPO DE CEMENTO TIPO I

Ensayo N°	01	02
Peso de molde + muestra	20.75	20.75
Peso de molde	3.425	3.425
Peso de muestra	17.325	17.325
Vol. De 1/4 pie 3 a m3	0.007024	0.007024
Peso unitario (Kg/m3)	2467	2467
Peso unitario prom. (Kg/m3)	2467	

ESPECIFICACIONES: El ensayo responde a la norma de diseño NPT 339.046

NOTA: La muestra fueron realizadas por el interesado en este laboratorio

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



PESO UNITARIO DE CONCRETO FRESCO CON SUSTITUCION 3%

SOLICITA : VILLENA CHÁVEZ, GIANFRANK CRISTOPHER
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO DE $f_c = 175 \text{ Kg/Cm}^2$,
SUSTITUYENDO EL CEMENTO POR CENIZA DE AGUAYMANTO
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
FECHA : 26/01/2022

PESO UNITARIO DE CONCRETO FRESCO CON TIPO DE CEMENTO TIPO I

Ensayo N°	01	02
Peso de molde + muestra	20.9	20.9
Peso de molde	3.425	3.425
Peso de muestra	17.475	17.475
Vol. De 1/4 pie 3 a m3	0.007024	0.007024
Peso unitario (Kg/m3)	2488	2488
Peso unitario prom. (Kg/m3)	2488	

ESPECIFICACIONES: El ensayo responde a la norma de diseño NPT 339.046

NOTA: La muestra fueron realizadas por el interesado en este laboratorio

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



PESO UNITARIO DE CONCRETO FRESCO CON SUSTITUCION 5%

SOLICITA : VILLENA CHÁVEZ, GIANFRANK CRISTOPHER
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO DE $F_c = 175 \text{ Kg/Cm}^2$,
SUSTITUYENDO EL CEMENTO POR CENIZA DE AGUAYMANTO
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
FECHA : 28/01/2022

PESO UNITARIO DE CONCRETO FRESCO CON TIPO DE CEMENTO TIPO I

Ensayo N°	01	02
Peso de molde + muestra	20.3	20.3
Peso de molde	3.425	3.425
Peso de muestra	16.875	16.875
Vol. De 1/4 pie 3 a m3	0.007024	0.007024
Peso unitario (Kg/m3)	2402	2402
Peso unitario prom. (Kg/m3)	2402	

ESPECIFICACIONES: El ensayo responde a la norma de diseño NPT 339.046

NOTA: La muestra fueron realizadas por el interesado en este laboratorio

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Resistencia a la Compresión del Concreto de $F'c=175 \text{ kg/cm}^2$ sustituyendo el cemento por ceniza de aguaymanto, Cajamarca, 2022.

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES		METODOLOGÍA
			VARIABLE INDEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	
<p>PROBLEMA GENERAL:</p> <p>¿Cómo influye la sustitución de cemento por de ceniza de hojas y tallo de Aguaymanto en la resistencia a la compresión del concreto?</p> <p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS:</p> <p>¿De qué manera influye la sustitución de cemento por 1,3 y 5% de ceniza de aguaymanto en la resistencia a la compresión del concreto?</p> <p>¿Influye de manera positiva la sustitución de cemento por ceniza de aguaymanto en las propiedades físicas del concreto en estado fresco?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL:</p> <p>Determinar la Resistencia a la Compresión del Concreto de $F'c=175 \text{ kg/cm}^2$ sustituyendo el cemento por ceniza de aguaymanto, Cajamarca, 2022</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS:</p> <p>Establecer las condiciones del Concreto en estado fresco de $F'c=175 \text{ kg/cm}^2$ sustituyendo el cemento por ceniza de aguaymanto. Identificar la resistencia a la compresión del concreto con la sustitución del 1%, 3% y 5% de la ceniza de Aguaymanto</p> <p>Realizar un resumen de los valores obtenidos en base a las pruebas realizadas para comprobar la hipótesis general.</p>	<p>HIPÓTESIS GENERAL:</p> <p>La sustitución del cemento por ceniza de Aguaymanto en un concreto de $F'c=175 \text{ kg/cm}^2$ mejora las propiedades mecánicas del concreto.</p> <p>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS:</p> <p>La sustitución del cemento por ceniza de hojas de Aguaymanto en un 1%, 3% y 5% en un concreto de $F'c=175 \text{ kg/cm}^2$ mejora las propiedades físicas del concreto en estado fresco.</p> <p>La sustitución del cemento por ceniza de hojas de Aguaymanto en un 1%, 3% y 5% en un concreto de $F'c=175 \text{ kg/cm}^2$ incrementa en un incrementa en 5%, 8% y 10% la resistencia a la compresión del concreto.</p>	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE</p> <p>CENIZA DE AGUAYMANTO</p>	<p>DIMENSIONES</p> <p>PORCENTAJE DE LA CENIZA DE AGUAYMANTO</p>	<p>INDICADORES</p> <p>SUSTITUCIÓN DEL 1 %</p> <p>SUSTITUCIÓN DEL 3 %</p> <p>SUSTITUCIÓN DEL 5 %</p>	<p>Tipo de Estudio: APLICADO</p> <p>Diseño de Investigación: EXPERIMENTAL</p> <p>Población: 48 PROBETAS DE CONCRETO</p> <p>Muestra: 48 PROBETAS DE CONCRETO</p> <p>Muestreo: NO PROBABILISTICO Y CENSAL</p>
	<p>VARIABLE DEPENDIENTE</p> <p>PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO</p>	<p>TRABAJABILIDAD</p> <p>COHESIVIDAD</p> <p>RESISTENCIA</p> <p>DURABILIDAD</p>	<p>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN</p> <p>ENSAYO A LA COMPRESIÓN</p>			