



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL.

“Influencia de ceniza de Queñual (Polylepis) sobre las propiedades físico-mecánicas del concreto $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$, Apurímac-Cotabambas Challhuahuacho”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Bach. Huillca Escalante, Brayan Teofilo (ORCID: 0000-0002-4308-5257)

ASESORA:

Mg. Andia Arias, Janet Yessica (ORCID: 0000-0002-6084-0672)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño sísmico y estructural

LIMA-PERÚ

2022

DEDICATORIA

Agradecer a Dios por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida. Por los triunfos y momentos difíciles que me han enseñado a valorarte cada día más.

A mi madre por haberme educado y soportar mis errores, a mi esposa Luz por su paciencia, comprensión, empeño, por su fuerza y amor.

A mi hijo Brayan Alessandro por ser lo mejor que me ha pasado y ha venido a este mundo a darme el último empujón para terminar este trabajo.

AGRADECIMIENTO

Agradecer a Dios por bendecirme cada día de mi vida, a la Universidad Cesar Vallejo por la oportunidad que me brindo de poder graduarme en esta casa de estudios. A mi asesora Mg. Andia Arias, Janet Yessica por compartir sus conocimientos para poder realizar la presente tesis.

Índice de Contenidos

Índice de Contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA.....	13
3.1 Tipo y diseño de la investigación	13
3.2 Variables y operacionalización	13
3.3 Población, muestra y muestreo.....	14
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	16
3.5 Procedimientos	17
3.6 Métodos de análisis de datos	19
3.7 Aspectos éticos.....	19
IV. RESULTADOS.....	20
V. DISCUSIÓN	52
VI. CONCLUSIONES	54
VII. RECOMENDACIONES.....	55
REFERENCIAS	56
ANEXOS	62

Índice de tablas

Tabla 1: Tipos o clases de consistencia.....	10
Tabla 2: Características químicas para distintas clases de puzolanas.....	12
Tabla 3: Cantidad de probetas – ensayo de compresión.	14
Tabla 4: Cantidad de vigas – ensayo de flexión.....	15
Tabla 5: Cantidad de muestras - ensayo de asentamiento.	15
Tabla 6: Cantidad de muestras - ensayo de exudación.....	15
Tabla 7: Características del agregado grueso (piedra chancada).....	20
Tabla 8: Características del agregado fino (arena).	20
Tabla 9: Características de la ceniza de Queñual.	21
Tabla 10: Resistencia promedio requerida.	21
Tabla 11: Contenido de aire según tamaño máximo nominal del agregado grueso	22
Tabla 12: Volumen de agua de acuerdo con el slump y tamaño máximo nominal del agregado grueso.	22
Tabla 13: Relación a/c de acuerdo con f'_{cr} a los 28 días.....	23
Tabla 14: Peso del AG según su tamaño máximo nominal.	23
Tabla 15: Cantidad de materiales por m^3 - mezcla patrón.....	25
Tabla 16: Cantidad de materiales por m^3 de concreto incorporando 8% de ceniza de Queñual.....	26
Tabla 17: Cantidad de materiales por m^3 de concreto incorporando 12% de ceniza de Queñual.....	26
Tabla 18: Resumen del slump obtenido - concreto 350 kg/cm^2	27
Tabla 19: Resumen del ensayo de exudación del concreto 350 kg/cm^2	28
Tabla 20: Resultados de f'_{c} de la muestra patrón a los 7 días.....	29
Tabla 21: Resultados de f'_{c} de la muestra patrón a los 14 días.....	30
Tabla 22: Resultados de f'_{c} de la muestra patrón a los 28 días.....	31
Tabla 23: Resultados de f'_{c} de la muestra con 8% de ceniza de Queñual a los 7 días.....	32
Tabla 24: Resultados de f'_{c} de la muestra con 8% de ceniza de Queñual a los 14 días.....	33

Tabla 25: Resultados de f'c de la muestra con 8% de ceniza de Queñual a los 28 días.....	34
Tabla 26: Resultados de f'c con 12% de ceniza de Queñual a los 7 días.....	36
Tabla 27: Resultados de f'c de la muestra con 12% de ceniza de Queñual a los 14 días.....	37
Tabla 28: Resultados de f'c de la muestra con 12% de ceniza de Queñual a los 28 días.....	38
Tabla 29: Variación de las muestras experimentales con respecto a la muestra patrón	40
Tabla 30: Resumen de valores de MR a los 7 días.....	41
Tabla 31: Resumen de valores de MR a los 14 días.....	42
Tabla 32: Resumen de valores de MR a los 28 días.....	43
Tabla 33: Resumen de valores de MR a los 7, 14 y 28 días.	44
Tabla 34: Resumen de resultados de las propiedades físico-mecánicas del concreto.....	45
Tabla 35: Prueba Post Hoc - Análisis de varianza (ANOVA-TUKEY) para el Asentamiento.	46
Tabla 36: Prueba Post Hoc - Análisis de varianza (ANOVA-TUKEY) para la exudación.....	47
Tabla 37: Prueba Post Hoc - Análisis de varianza (ANOVA-TUKEY) para la resistencia a la compresión.....	48
Tabla 38: Prueba Post Hoc - Análisis de varianza (ANOVA-TUKEY) para la resistencia a la flexión.	49

Índice de figuras

Figura 1: Árbol de Queñual.	11
Figura 2: Comparación de consistencia de mezclas ensayadas	27
Figura 3: Comparación de la exudación de las mezclas ensayadas.	28
Figura 4: Variación de $f'c$ a los 7 días – muestra patrón.	29
Figura 5: Variación de $f'c$ a los 14 días – muestra patrón.	30
Figura 6: Variación de $f'c$ a los 28 días – muestra patrón.	31
Figura 7: Resistencia promedio de la muestra patrón a los 7, 14 y 28 días.	32
Figura 8: Variación de $f'c$ a los 7 días – muestra con 8% de ceniza de Queñual.	33
Figura 9: Variación de $f'c$ a los 14 días – muestra con 8% de ceniza de Queñual.	34
Figura 10: Variación de $f'c$ a los 28 días – muestra con 8% de ceniza de Queñual.	35
Figura 11: Resistencia promedio de la muestra con 8% de ceniza de Queñual a los 7, 14 y 28 días.....	35
Figura 12: Variación de $f'c$ a los 7 días – muestra con 12% de ceniza de Queñual.	36
Figura 13: Variación de $f'c$ a los 14 días – muestra con 12% de ceniza de Queñual.	37
Figura 14: Variación de $f'c$ a los 28 días – muestra con 12% de ceniza de Queñual.	38
Figura 15: Resistencia promedio de la muestra con 12% de ceniza de Queñual a los 7, 14 y 28 días.	39
Figura 16: Resumen de resultados de los ensayos a compresión de probetas patrón y experimentales.	39
Figura 17: MR del concreto a los 7 días.....	41
Figura 18: MR del concreto a los 14 días.....	42
Figura 19: MR del concreto a los 28 días.....	43
Figura 20: MR a los 7, 14 y 28 días.....	44
Figura 21: Porcentaje de mejora de propiedades físico-mecánicas respecto al patrón.....	45

RESUMEN

La presente tesis tuvo por **objetivo** determinar la influencia de la incorporación de la ceniza de Queñual en las propiedades físico-mecánicas del concreto $f'c=350\text{kg/cm}^2$, Apurímac-Cotabambas Challhuahuacho. El **tipo de investigación** fue aplicada, el **nivel** fue explicativo-correlacional y el **diseño** experimental. La **población** estuvo conformada por 18 muestras y 54 especímenes de concreto (27 probetas y 27 vigas). El **procedimiento** consistió en realizar las muestras y especímenes de concreto (tradicional y con incorporación de ceniza de Queñual en dosificaciones de 8% y 12%) las cuales fueron sometidas a ensayos de asentamiento, exudación, compresión y flexión. Los **principales resultados** fueron que la incorporación de ceniza de Queñual reduce el asentamiento hasta en 24.27% y la exudación hasta en 27.40%, pero incrementa la resistencia a la compresión y flexión hasta 21.34% y 5.94% respectivamente, en comparación al concreto tradicional, siendo la mejor dosificación el 8% de ceniza. Finalmente se **concluye** que la incorporación de ceniza de Queñual reduce los valores de las propiedades físicas (asentamiento y exudación), pero mejora las propiedades mecánicas (resistencia a la compresión y flexión) del concreto.

Palabras clave: Ceniza de Queñual, propiedades físico-mecánicas, concreto.

ABSTRACT

The objective of this thesis was to determine the influence of the incorporation of Queñual ash on the physical-mechanical properties of concrete $f'_c=350\text{kg/cm}^2$, Apurímac-Cotabambas Challhuahuacho. The type of research was applied, the level was explanatory-correlational and the experimental design. The population consisted of 18 samples and 54 concrete specimens (27 specimens and 27 beams). The procedure consisted of making concrete samples and specimens (traditional and with the incorporation of Queñual ash in dosages of 8% and 12%) which were subjected to settlement, exudation, compression and bending tests. The main results were that the incorporation of Queñual ash reduces settlement by up to 24.27% and exudation by up to 27.40%, but increases compressive and flexural strength by up to 21.34% and 5.94%, respectively, compared to traditional concrete, being the best dosage is 8% ash. Finally, it is concluded that the incorporation of Queñual ash reduces the values of the physical properties (settlement and exudation), but improves the mechanical properties (resistance to compression and bending) of the concrete.

Keywords: Ash from Queñual, physical-mechanical properties, concrete.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente al concreto se le conoce como el material más importante al momento de realizarse construcciones a nivel mundial. Ello ha originado que constantemente se busquen nuevas formas de optimizar su desempeño estructural tanto en edificaciones como pavimentos de concreto, mejorando sus propiedades físico-mecánicas gracias a la incorporación de materiales rurales o reutilizables que contribuyen enormemente tanto en el aspecto económico como ambiental.

Se han llevado a cabo numerosos estudios sobre ello. Por ejemplo, Yazuri y Yeladaqui (2019, p. 87) realizaron en México una investigación en la que estudiaron las propiedades tanto de tipo físicas, así como también las de tipo mecánicas del concreto, tomando en cuenta la peculiaridad de agregar ceniza de bagazo de caña de azúcar, lo cual resultó beneficioso puesto que se demostró que esta clase de ceniza logra incrementar dichas propiedades.

Por su parte Rodríguez y Tibabuzo (2019, p. 57) realizaron en Colombia un estudio sobre de qué manera influye la incorporación de ceniza de cascarilla de arroz en el concreto, pudiendo afirmar que la resistencia a la compresión experimenta una mejoría en su valor hasta un porcentaje de 10%.

Por otro lado, en el Perú también se han realizado algunos estudios sobre el tema. Por ejemplo, Almanza y Zamudio (2020, p. 96) realizaron una investigación que tuvo por fin determinar si la ceniza de lodo de papel permite obtener alguna mejoría en el concreto, resaltando que hubo un incremento de resistencia a la compresión. Asimismo, Jaime y Portocarrero (2018, p. 112) analizaron si la ceniza de cascarilla de arroz representa una mejoría en el concreto en relación a sus características mecánicas, llegando a afirmar que si se experimenta un incremento en la resistencia a la compresión.

De acuerdo a lo mencionado anteriormente, si bien es cierto se han realizado numerosos estudios sobre la incorporación de diversos materiales rurales o reutilizables aplicables en el concreto, aún no existe suficiente bibliografía sobre el

empleo de la ceniza de Queñual para mejorar las propiedades físico-mecánicas del concreto.

En este contexto es importante mencionar la **evolución histórica** de este tema de investigación, puesto que a lo largo de los años se ha buscado una manera de lograr mejorar las propiedades físicas y mecánicas del concreto mediante el empleo de materiales naturales, y más específicamente, la ceniza de Queñual, la cual proviene de hogares rurales donde es empleado para combustión de alimentos. Por ejemplo, Arévalo y López (2020, p. 26) analizaron las propiedades de las cenizas de materiales naturales como la cascarilla de arroz y la ceniza de Queñual en la mejora de las propiedades mecánicas del concreto. Pero fue Vargas (2021, p. 49) quien demostró la viabilidad de la aplicación de ceniza de Queñual realizando un estudio en el cual logró mejorar la resistencia a la compresión del concreto en Cerro de Pasco, afirmando que la ceniza de Queñual puede ser empleado como un material puzolánico artificial. Sin embargo, hoy en día aún falta estudiar la influencia que tiene esta ceniza en la resistencia a la flexión del concreto y en las propiedades físicas del concreto en estado fresco.

Asimismo, es importante mencionar la **proyección a futuro**, puesto que esta investigación tiene como propósito, de manera similar a investigaciones anteriores de otros autores, mejorar las propiedades físico-mecánicas del concreto (Arévalo y López, 2020, p. 26), a través de la adición de ceniza de materiales naturales, empleando en este caso la ceniza de Queñual. Si al término de esta investigación los resultados no fueran los esperados, se seguirá careciendo de un material eficiente que permita optimizar las propiedades físico-mecánicas del concreto.

Es así que en la presente investigación se formula la siguiente **pregunta de carácter general**: ¿De qué manera la incorporación de ceniza de Queñual influye en las propiedades físico-mecánicas del concreto $f'c=350\text{kg/cm}^2$, Apurímac-Cotabambas Challhuahuacho? Además, se plantean dos problemas específicos. El **primer problema específico**, ¿De qué manera la incorporación de ceniza de Queñual influye en propiedades físicas del concreto $f'c=350\text{kg/cm}^2$, Apurímac-Cotabambas Challhuahuacho? Y el **segundo problema específico**, ¿De qué

manera la incorporación de ceniza de Queñual influye en propiedades mecánicas del concreto $f'c=350\text{kg/cm}^2$, Apurímac-Cotabambas Challhuahuacho?

El estudio presenta una **justificación** desde el punto de vista **teórico**, puesto que permitirá conocer si la ceniza de Queñual brinda un aporte a las propiedades físico-mecánicas del concreto. Asimismo, se debe mencionar que existe una justificación desde el punto de vista **social**, puesto que contribuirá en los futuros proyectos en los que se use este material, ya que gracias al descubrimiento de las propiedades de la ceniza de Queñual, se tendrá un mejor criterio para llevar a cabo proyectos sociales de construcción empleando materiales naturales. Por otra parte, también se presenta una justificación desde el punto de vista **metodológico**, debido a que emplea un diseño mediante variación porcentual de la cantidad de ceniza de Queñual, afín de obtener la dosificación más adecuada que permita optimizar las propiedades físico-mecánicas del concreto.

Por otro lado, la investigación presenta el siguiente **objetivo general**: determinar la influencia de la incorporación de la ceniza de Queñual en las propiedades físico-mecánicas del concreto $f'c=350\text{kg/cm}^2$, Apurímac-Cotabambas Challhuahuacho. Asimismo, la investigación presenta dos objetivos específicos. El **primer objetivo específico**: determinar la influencia de la incorporación de la ceniza de Queñual en las propiedades físicas del concreto $f'c=350\text{kg/cm}^2$, Apurímac-Cotabambas Challhuahuacho. Y el **segundo objetivo específico**: determinar la influencia de la incorporación de la ceniza de Queñual en las propiedades mecánicas del concreto $f'c=350\text{kg/cm}^2$, Apurímac-Cotabambas Challhuahuacho.

Por otro lado, la investigación presenta la siguiente **hipótesis general**, la incorporación de la ceniza de Queñual influye significativamente (5% de mejoría) en las propiedades físico-mecánicas del concreto $f'c=350\text{ kg/cm}^2$, Apurímac-Cotabambas Challhuahuacho. Asimismo, presenta dos hipótesis específicas. La **primera hipótesis específica**, la incorporación de la ceniza de Queñual influye significativamente (5% de mejoría) en las propiedades físicas del concreto $f'c=350\text{ kg/cm}^2$, Apurímac-Cotabambas Challhuahuacho. Y la **segunda hipótesis específica**, la incorporación de la ceniza de Queñual influye significativamente (5%

de mejoría) en las propiedades mecánicas del concreto $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$, Apurímac-Cotabambas Challhuahuacho.

II. MARCO TEÓRICO

Antecedentes internacionales

Para (Yazuri Chulim Dianely y Yeladaqui Tello Alberto 2019) en su artículo “Propiedades físico-mecánicas del concreto con sustitución parcial de ceniza de bagazo de caña de azúcar”, presentó por **objetivo** de estudiar de qué manera influye la ceniza mencionada en el concreto. Este estudio tuvo una **metodología** de tipo explicativo – correlacional. La **población** estuvo conformada por un grupo de especímenes elaborados con concreto, de los cuales fueron 60 los elegidos como la **muestra**, con los cuales se realizarán los ensayos de compresión. De todo ello se obtuvieron **resultados** que afirman que la ceniza estudiada contribuye, en una cantidad de 10%, a incrementar las características mecánicas en aproximadamente un 3%. Finalmente es importante mencionar que se obtuvo como **conclusión** que es recomendable usar dicha ceniza para optimizar el desempeño del concreto.

Por su parte, (Ospina Pérez Eduar Fabián y Molina Calderón Yesica Paola 2018) realizaron la tesis “Influencia del contenido de ceniza de bagazo de caña de azúcar en las propiedades mecánicas de flexión y compresión de un material compuesto por cemento portland, puzolana y arena”, presentando un importante **objetivo** como lo es evaluar de qué manera dicha ceniza mejora tanto la resistencia a la flexión, así como también la resistencia a la compresión del concreto. Cabe resaltar que esta investigación presentó una **metodología** de tipo explicativa-descriptiva. La **población** estuvo conformada por un grupo de especímenes elaborados con concreto, de los cuales fueron 84 los elegidos como la muestra. De todo ello se obtuvo como **resultado** que a mayor contenido de la ceniza estudiada entonces la resistencia del concreto experimenta un descenso en su valor. Finalmente se obtuvo como **conclusión** que dicha ceniza no mejora las propiedades mecánicas.

Por otro lado, (Rodríguez Sánchez Anyi Marcela y Tibabuzo Jiménez María Paula 2019) llevaron a cabo el estudio “Evaluación de la ceniza de cascarilla de arroz como suplemento al cemento en mezclas de concreto hidráulico”, presentando un importante **objetivo** como lo es estudiar de qué manera la ceniza del material

mencionado influye en la mejora de las características mecánicas del concreto. Se hizo uso de una **metodología** caracterizada por ser explicativa. Es necesario señalar que la **población** estuvo conformada por un grupo de especímenes elaborados con concreto, de los cuales fueron 45 los elegidos como la **muestra**. De todo ello se obtuvo como **resultado** que si se incorpora dicha ceniza en un valor de 10% entonces será posible incrementar en el mismo porcentaje la resistencia a la compresión. Finalmente se obtuvo como **conclusión** que se recomienda hacer uso de la ceniza estudiada para mejorar la resistencia a la compresión.

Asimismo, (Pacheco Hernández Alejandra 2021) realizó la investigación “Influencia de la CV_{mx} y CBC_{st} en algunas propiedades de concretos ternarios” presentando un importante **objetivo** como lo es estudiar de qué manera las cenizas mencionadas y la combinación de éstas, mejoran las propiedades mecánicas de los concretos ternarios. Cabe resaltar que se hizo de una **metodología** que se caracterizó por ser explicativa. La **población** estuvo conformada por un grupo de especímenes elaborados con concreto, de los cuales fueron 10 los elegidos como la **muestra**. De todo ello se obtuvo como **resultado** que, gracias al reemplazo de cemento por las cenizas mencionadas, en un valor aproximado del 15%, disminuye a edades tempranas la resistencia a la compresión, pero si se toma en cuenta a largo plazo, se produce un incremento de la misma. Es así que finalmente, fue posible obtener como **conclusión** que, cuando se incorporan dichas cenizas se logra un incremento de la resistencia a la compresión.

Por otra parte, (Díaz Jiménez Pedro 2020) desarrolló la tesis “Efectividad del uso de la ceniza de la Termopaipa como sustituto del cemento en la fabricación del concreto”, presentando un importante **objetivo** como lo es estudiar de qué manera dicha ceniza contribuye a mejorar el comportamiento del concreto. Cabe señalar que fue necesario hacer uso de una **metodología** que se caracterizó por ser descriptiva. La **población** estuvo conformada por un grupo de especímenes elaborados con concreto, de los cuales fueron 20 los elegidos como la **muestra**. De todo ello se obtuvo como **resultado** que, al llevar a cabo un reemplazo de cemento por las cenizas mencionadas en un 10%, lamentablemente se llega a una disminución de las propiedades mecánicas del concreto, siendo por lo cual

imprescindible señalar que la incorporación de este material solo debe hacerse en cantidades pequeñas.

Antecedentes nacionales

Para (Almanza Muñoz Sayda Pilar y Zamudio Loarte Melissa Brigitte 2020) en su estudio “Influencia de la mezcla de ceniza de lodo de papel y esquisto en las propiedades del concreto $f'c=210\text{Kg/cm}^2$, La Libertad – 2020”, presentando un importante **objetivo** como lo es estudiar de qué manera la mezcla de las cenizas mencionadas modifican las propiedades del concreto tomando en cuenta la comparación con un concreto convencional. En esta investigación se empleó una **metodología** de tipo explicativa. La **población** estuvo conformada por un grupo de especímenes elaborados con concreto, de los cuales fueron 66 los elegidos como la **muestra**. Asimismo, resulta imprescindible mencionar que como **resultados** se obtuvo gracias a la incorporación de dicha ceniza en un valor de 11% se consiguió mejorar en 28.85% el valor de la propiedad resistencia a la flexión. Finalmente se obtuvo como **conclusión** que la incorporación de dicha ceniza permite conseguir una mejora en la resistencia a la flexión.

Por otro lado, (García Mendoza Jandir y Tunqui Mendoza Edwin 2021) llevaron a cabo la tesis “Propiedades físico-mecánicas del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ empleando distintos cementos puzolánicos comerciales en la ciudad de Sicuani, Cusco – 2021”, presentando un importante **objetivo** como lo es estudiar de qué manera dichos cementos permiten obtener mejores resultados el comportamiento del concreto. En este estudio se empleó una **metodología** de tipo explicativa. La **población** estuvo conformada por un grupo de especímenes elaborados con concreto, de los cuales fueron 72 los elegidos como la **muestra**. Asimismo, es imprescindible mencionar que los **resultados** permitieron conocer que al incorporar el cemento Yura se mejora en 46.39 kg/cm^2 la resistencia a la flexión con lo cual se llega a la **conclusión** que este es el tipo de cemento más apropiado a emplearse.

Por otra parte, (Jaime Huertas Miguel Ángel y Portocarrero Regalado Luis Alberto 2018) llevaron a cabo el estudio “Influencia de la cascarilla y ceniza de cascarilla de arroz sobre la resistencia a la compresión de un concreto no estructural, Trujillo

2018”, presentando un importante **objetivo** como lo es estudiar de qué manera la ceniza mencionada contribuye a obtener una mejoría en la capacidad de resistencia de concreto. Resulta imprescindible señalar que fue necesario hacer uso de una **metodología** descriptiva-explicativa. La **población** estuvo conformada por un grupo de especímenes elaborados con concreto, de los cuales fueron 56 los elegidos como la **muestra**. Asimismo, es importante mencionar que los **resultados** permitieron conocer al emplear dicha ceniza en un porcentaje de 8% se logró conseguir el incremento de resistencia más alto (231 kg/cm²). Es así que al final se llegó a concluir que la ceniza estudiada permite al concreto mejorar su resistencia a la compresión.

Asimismo, (Hermeza Gutiérrez Marián Alicia 2019) desarrolló la tesis “Estudio comparativo del comportamiento mecánico, físico y microestructural de morteros geopoliméricos obtenidos a partir de ceniza volcánica y morteros de cemento portland de uso tradicional” con el **objetivo** de comparar el comportamiento de los morteros de ceniza volcánica con los morteros de cemento Portland. Fue empleada una **metodología** descriptiva-explicativa. La **población** estuvo conformada por un grupo de especímenes elaborados con concreto, de los cuales fueron 18 los elegidos como la **muestra**. Los **resultados** demostraron el mortero con ceniza volcánica obtuvo resistencias a la compresión de hasta 27 Mpa, cumpliendo y sobrepasando lo que dice la norma NTP 334.05. Finalmente se obtuvo como **conclusión** que se recomienda el uso de ceniza volcánica en la formación de morteros geopoliméricos puesto que ha demostrado que en el mortero permite lograr una mejora en la resistencia a la compresión.

Por otro lado, (Arévalo Torres Andy Fabián y López del Águila Luis 2020) realizaron la investigación “Adición de ceniza de la cascarilla de arroz para mejorar las propiedades de resistencia del concreto en la región San Martín” presentando un importante **objetivo** como lo es estudiar de qué manera dicha ceniza permite obtener una mejora en la capacidad del concreto de resistir cargas. Fue empleada una **metodología** explicativa. La **población** estuvo conformada por un grupo de especímenes elaborados con concreto, de los cuales fueron 184 los elegidos como la **muestra**. Asimismo, resulta imprescindible señalar que, de acuerdo a los **resultados** obtenidos, gracias a la incorporación del 2% de dicha ceniza fue posible

mejorar la resistencia a la compresión en 0.64%. Es así que al final se pudo **concluir** que la ceniza estudiada mejora la capacidad del concreto de resistir cargas.

Bases teóricas

Concreto convencional

Es imprescindible señalar que, de acuerdo a Montero (2019, p. 38) puede definirse como el concreto a aquel material que presenta un origen artificial en base al mezclado de tres componentes fundamentales, los cuales son el cemento, el agua y también agregados, los cuales se caracterizan por ser de dos tipos, finos (arena) y gruesos (piedras). Adicionalmente, si es que resulta necesario, es posible incorporar aditivos. Como una de las cualidades más importantes del concreto se destaca el hecho de que es altamente manejable lo cual le permite adoptar varias formas, todo ello es posible gracias al empleo de encofrados. Asimismo, de acuerdo a Vargas (2021, p. 7) resulta viable afirmar que el concreto en su estado convencional, también puede recibir la incorporación de barras de acero, a lo cual se le conoce en todo el mundo con el nombre de concreto armado, con el cual se puede realizar todo tipo de construcciones como son las muy conocidas losas, columnas, entre otras.

Propiedades físicas del concreto

Según lo señalado por Almanza y Zamudio (2020, p. 18) las propiedades físicas del concreto se encuentran relacionadas a su estado fresco, el cual ocurre inmediatamente después de hacer el mezclado de los elementos antes descritos presentando la cualidad de ser moldeable. Es en esta condición en la cual hacen su aparición dos propiedades indispensables, que son la consistencia, así como también la exudación.

Por consistencia puede entenderse a la cualidad de este material que nos brinda el conocimiento de que tan bien manejable es. De esta manera y siguiendo lo expuesto por Jaime y Portocarrero (2018, p. 31) se debe señalar que la consistencia

puede ser medida mediante el análisis o evaluación del asentamiento, el cual también es conocido por el término de slump.

Tabla 1: Tipos o clases de consistencia.

Consistencia	Asentamiento	Comportamiento
Seco	0" a 2"	Poco trabajable
Plástico	3" a 4"	Trabajable
Fluido	>5"	Muy trabajable

Fuente: Jaime y Portocarrero, 2018.

Por su parte, otra cualidad o propiedad destacable del concreto es conocida con el nombre de **exudación**, el cual puede ser entendido como el proceso que ocurre cuando los sólidos comienzan a asentarse mientras que el agua empieza a subir a la superficie. Es así que siguiendo lo señalado por Almanza y Zamudio (2020, p. 15) cuando esta propiedad se da, pero de manera excesiva, pueden surgir graves problemas como lo es la pérdida de durabilidad de este material.

Propiedades mecánicas del concreto

Según lo señalado por Domínguez y Fernández (2020, p. 8) es posible afirmar que estas propiedades son aquellas que se encuentran relacionadas a su estado endurecido, y estas se explican en los siguientes párrafos:

Para comenzar se debe comentar sobre la **resistencia a la compresión** la cual, de acuerdo a Arévalo y López (2020, p. 27), puede ser explicada como aquella capacidad que posee el concreto para poder resistir cargas de tipo axial y que puede ser expresada en unidades de kg/cm², existiendo hoy en día el ensayo de compresión para medir dicha capacidad (NTP 339.034 - ASTM C39).

Por otra parte, es importante también mencionar a la **resistencia a la flexión** la cual, de acuerdo a lo señalado por García y Tunqui (2021, p. 36), puede ser explicada como aquella capacidad de soportar esfuerzos de tracción (kg/cm²), existiendo hoy en día el ensayo de flexión para medir dicha capacidad (NTP 339.078 - ASTM C78).

Queñual

De acuerdo a Vargas (2021, p. 10) se conoce como Queñual (*Polylepis*) a un cierto tipo de árbol que se caracteriza por estar presente sobre todo en bosques altoandinos, pudiendo existir incluso a 4000 msnm y que posee la peculiaridad de ser el hogar de animales. Por lo general puede alcanzar hasta una altura de 5 m, además también se puede apreciar que posee una corteza roja, así como también numerosas hojas y ramas.

Figura 1: Árbol de Queñual.



Fuente: Propia.

Ceniza de Queñual

Es el material constituido por la calcinación de Queñual a temperaturas mayores de 400°C, y que presenta una composición en base a calcio y sílice. Según lo expuesto por Chávez (2019, p. 39) se puede afirmar que las propiedades puzolanas pueden ser clasificadas de acuerdo a la temperatura de calcinación, la cual por lo general suele estar comprendida entre 400°C a 800°C.

Es así que, de acuerdo a lo señalado por la norma ASTM C-618, las propiedades de la ceniza de Queñual son de clase N, esto se concluye por el hecho de que resulta del producto de un proceso de calcinación.

Tabla 2: Características químicas para distintas clases de puzolanas.

Requerimientos químicos	Clase		
	N	F	C
Dióxido de silicio más óxido de aluminio más óxido de hierro, min, %	70.0	70.0	50.0
Trióxido de azufre (SO ₃), máx, %	4.0	5.0	5.0
Contenido de humedad, máx, %	3.0	3.0	3.0
Pérdida por ignición, máx, %	10.0	6.0	6.0

Fuente: ASTM.

Definiciones conceptuales

Agregado grueso: Puede ser explicado, de acuerdo a lo señalado por la norma NTP 400.011 como aquel material que por el tamiz N°4 es retenido, además de que suele estar conformado por piedra chancada. Asimismo, según lo expuesto por García y Tunqui (2021, p. 25) debe estar conformado por partículas limpias (de preferencia angulares) y deben caracterizarse por ser duras, rugosas y fuertes, y no deben presentar ni tierra ni polvo.

Agregado fino: Puede ser explicado, de acuerdo a lo señalado por la norma NTP 400.011 como el material resultante de llevar a cabo un proceso de desintegrar rocas, logrando poder pasar el tamiz 3/8" pero que, de acuerdo a lo señalado por Vargas (2021, p. 13) ante la presencia del tamiz N°200 es retenido. Asimismo, no debe presentar ni polvo ni partículas orgánicas.

Cemento: Puede definirse como aquel aglutinante que surge de la mezcla de piedra caliza y arcilla calcinada y triturada, y que se caracteriza por endurecerse cuando entra en contacto con el agua. Según lo expuesto por García y Tunqui (2021, p. 23) es llamado clínker el producto que surge de triturar las rocas, el cual se convierte en cemento al adicionarse una cantidad pequeña de yeso, que al entrar en contacto con el agua logra endurecerse.

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de la investigación

3.1.1 Tipo de la investigación

Según lo expuesto por Cabezas, Andrade y Torres (2018, p. 34) se conoce como investigación aplicada aquella que aplica teorías o conocimientos existentes en un caso concreto para solucionar problemas. De esta manera, la presente es una **investigación aplicada** debido a que busca solucionar problemas prácticos en un área específica, haciendo uso de conocimientos existentes y sin ampliar fundamentos teóricos.

3.1.2 Diseño de la investigación

Según lo expuesto por Cabezas, Andrade y Torres (2018, p. 41) estamos ante un diseño experimental cuando se manipulan las variables, en condiciones controladas, para poder determinar el motivo de que ocurra un determinado fenómeno o situación. Es así que se utiliza en la presente investigación un **diseño experimental** debido a que, llevando a cabo un control riguroso, se ha manipulado la variable con la finalidad de determinar la causa que produjo el acontecimiento estudiado.

3.2 Variables y operacionalización

Variable Independiente: Ceniza de Queñual

- **Definición conceptual:** De acuerdo a lo expuesto por Vargas (2021, p. 11) la ceniza de Queñual puede definirse como un material producido por la combustión de las ramas provenientes del árbol de Queñual, caracterizado por la presencia de potasio y calcio, así como también fósforo y sílice.
- **Definición operacional:** Material constituido por la calcinación de Queñual a temperaturas mayores de 400°C, los cuales serán utilizados mediante dosificaciones de 8% y 12% del peso del cemento de la mezcla.

Variable Dependiente 1: Propiedades físicas del concreto $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$

- **Definición conceptual:** Según lo expuesto por Almanza y Zamudio (2020, p. 18) las propiedades físicas del concreto son aquellas que están relacionadas a su estado fresco, y estas son: el asentamiento y la exudación.
- **Definición operacional:** Son las propiedades de asentamiento y exudación que presenta el concreto en estado fresco que se obtienen de los resultados de ensayos de laboratorio.

Variable Dependiente 2: Propiedades mecánicas del concreto $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$

- **Definición conceptual:** Según lo expuesto por Domínguez y Fernández (2020, p. 7) las propiedades mecánicas del concreto son aquellas que están relacionadas a su estado endurecido, y estas son: la resistencia a la compresión y la resistencia a la flexión.
- **Definición operacional:** Son las propiedades de resistencia a la compresión y flexión que presenta el concreto en estado endurecido que se obtienen de los resultados de ensayos de laboratorio.

La matriz de operacionalización de variables se adjunta en el Anexo 02.

3.3 Población, muestra y muestreo

3.3.1 Población

Según lo expuesto por Cabezas, Andrade y Torres (2018, p. 88) puede definirse como población al conjunto o grupo de elementos que se caracterizan por tener características en común. Es así que en este estudio se ha considerado como población a la producción total de concreto $f'c= 350 \text{ Kg/cm}^2$ reemplazando parcialmente el cemento con ceniza de Queñual en porcentajes de 8% y 12% del peso del cemento. Para fines de este estudio toda la población fue tomada como muestra al ser un muestreo censal.

Tabla 3: Cantidad de probetas – ensayo de compresión.

Edad (días)	% De ceniza de Queñual			
	0% (Patrón)	8%	12%	Total
7	3	3	3	9
14	3	3	3	9
28	3	3	3	9
TOTAL				27

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 4: Cantidad de vigas – ensayo de flexión.

Edad (días)	% De ceniza de Queñual			
	0% (Patrón)	8%	12%	Total
7	3	3	3	9
14	3	3	3	9
28	3	3	3	9
TOTAL				27

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 5: Cantidad de muestras - ensayo de asentamiento.

% De ceniza de Queñual			
0% (Patrón)	8%	12%	Total
3	3	3	9
TOTAL			9

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 6: Cantidad de muestras - ensayo de exudación.

% De ceniza de Queñual			
0% (Patrón)	8%	12%	Total
3	3	3	9
TOTAL			9

Fuente: Elaboración Propia.

Criterios de inclusión:

- Probetas y vigas que cumplen con las dimensiones establecidas por las normas ASTM C-39 y ASTM C-78.
- Probetas y vigas cuya mezcla de concreto contiene como material adicional sólo a la ceniza de Queñual.
- Probetas y vigas con incorporación de ceniza de Queñual sólo en las dosificaciones de 8% y 12% del peso del cemento de la mezcla.

Criterios de exclusión:

- Probetas y vigas que no cumplen con las dimensiones establecidas por las normas ASTM C-39 y ASTM C-78.
- Probetas y vigas cuya mezcla de concreto tenga un material adicional que no sea ceniza de Queñual.

- Probetas y vigas con incorporación de ceniza de Queñual en dosificaciones distintas al 8% y 12% del peso del cemento de la mezcla.

3.3.2 Muestra

La muestra es igual a la población en probetas cilíndricas y vigas prismáticas.

3.3.3 Muestreo

No hubo muestreo porque el total de la población se convirtió en la muestra.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1 Técnicas

Según lo señalado por Baena (2017, p. 67) las técnicas pueden entenderse como procedimientos que son útiles para dar con la solución de problemas y su utilización permite consolidar la confiabilidad de los resultados.

Es así que se ha empleado la técnica de observación experimental de los ensayos de las normas expuestas anteriormente con el fin de evaluar las propiedades del concreto, recopilándose los suficientes datos para llegar a cumplir con los objetivos propuestos.

3.4.2 Instrumentos de recolección de datos

Según lo expuesto por Baena (2017, p. 16) los instrumentos son apoyos permiten a las técnicas cumplir sus objetivos. Son medios o formatos utilizados con el fin de registrar información para posteriormente analizarla.

Es así que se utilizaron como instrumentos a los formatos de recolección de datos acordes a las normativas de ensayos mencionadas anteriormente. De esta manera, los formatos utilizados fueron:

- Formato de ensayo de asentamiento.
- Formato de ensayo de exudación.
- Formato de ensayo de resistencia a compresión.
- Formato de ensayo de resistencia a flexión.

3.4.3 Validación de instrumento

Según lo expuesto por Cabezas, Andrade y Torres (2018, p. 95) la validez indica el nivel en el cual un instrumento mide lo que realmente tiene que medir, es decir, la finalidad para el cual fue utilizado. Es así que en esta investigación para la validación se empleó el juicio de expertos mediante la revisión de los instrumentos por eruditos ingenieros expertos en el tema estudiado.

3.4.5 Confiabilidad

Según lo expuesto por Cabezas, Andrade y Torres (2018, p. 110) al grado en el que cual un instrumento al ser aplicado repetidamente en el mismo individuo puede dar resultados que sean iguales. En este caso se enfatiza que en la investigación se obtuvieron resultados de calidad mediante la confiabilidad ofrecida por los instrumentos los cuales se llevaron a cabo según las normas establecidas. También es importante mencionar que se contó con los certificados de calibración de los equipos de los ensayos realizados por parte del laboratorio.

3.5 Procedimientos

- Se recolectó la ceniza de Queñual producida en los hogares donde esta planta es empleada para combustión de sus alimentos, aunque para obtener la cantidad suficiente se procedió a recolectar ramas de árboles de Queñual del distrito de Challhuahuacho.
- Se seleccionaron los agregados los cuales se obtendrán de la cantera Mayutinku.
- Se empleó cemento que se caracterizó por ser de tipo I, el cual fue posible obtener de las ferreterías existentes en el distrito de Challhuahuacho.
- Se llevaron a cabo ensayos de laboratorio de los agregados finos y gruesos evaluando la granulometría, así como también el contenido de humedad y el peso específico.
- Luego se llevaron a cabo los mismos ensayos mencionados anteriormente para la ceniza de Queñual.
- Posteriormente se utilizó el método ACI 211 para el diseño del concreto de resistencia 350 kg/cm^2 , diseñando primero la mezcla patrón (que sirvió para fines

comparativos), y luego se diseñaron las mezclas con el reemplazo del cemento por la ceniza de Queñual empleando los porcentajes de 8% y 12%.

- Una vez obtenidos los diseños de mezcla se procedió a llevar a cabo la elaboración de probetas y vigas (patrón y experimentales) en el número y cantidad descrito en el ítem de la muestra.
- Posteriormente estas probetas y vigas fueron sometidas a ensayos de compresión y flexión respectivamente.

A continuación, se describen los ensayos de laboratorio que fueron empleados:

Ensayo de asentamiento del concreto fresco

- **Norma técnica:** ASTM C-143/NTP 339.035
- **Alcance:** Este ensayo suele ser empleado cuando se requiere evaluar el concreto en términos de consistencia, determinando el asentamiento (slump).
- **Materiales:** Molde, barra compactadora, muestra de concreto fresco.

Ensayo de exudación del concreto fresco

- **Norma técnica:** ASTM C-232/NTP 339.077
- **Alcance:** Este ensayo suele ser empleado cuando se requiere determinar la cantidad relativa de agua de mezclado que puede ser exudada de una muestra de concreto fresco.
- **Materiales:** Mesa vibratoria, dispositivo de control de tiempo, recipiente, muestra de concreto fresco.

Ensayo de resistencia a la compresión del concreto

- **Norma técnica:** ASTM C-39/NTP 339.034
- **Alcance:** Se emplea cuando se requiere determinar la resistencia a la compresión en especímenes cilíndricos de concreto.
- **Materiales:** Máquina de ensayo y especímenes cilíndricos de concreto.

Ensayo de resistencia a la flexión del concreto

- **Norma técnica:** ASTM C-78/NTP 339.078
- **Alcance:** Se emplea cuando se requiere determinar la resistencia a la flexión de vigas de concreto simplemente apoyadas.
- **Materiales:** Máquina de ensayo y especímenes prismáticos de concreto (vigas).

3.6 Métodos de análisis de datos

Los datos que fueron obtenidos fueron procesados gracias al empleo del programa estadístico SPSS v.25 y el programa Excel, empleando cuadros estadísticos y calculando parámetros como desviación, varianza y promedios.

Es así que el análisis de los datos obtenidos de los ensayos de laboratorio fue realizado tal como se describe a continuación:

- Se llevó a cabo el recojo de los datos que fueron obtenidos de los ensayos y fueron procesados en el programa Excel.
- Se realizó el análisis estadístico utilizando el software SPSS v.25.
- Se construyeron cuadros y tablas comparativos de los resultados obtenidos.

3.7 Aspectos éticos

En la elaboración de la presente investigación se enfatiza que los resultados obtenidos son originales y se ha respetado la propiedad intelectual llevando a cabo una correcta citación de los autores con sus respectivas investigaciones empleados como antecedentes y fuentes teóricas. Es sumamente importante mencionar que se ha cumplido con todas las normativas establecidas por el Vicerrectorado de Investigación de la Universidad César Vallejo haciendo un eficiente uso del estilo ISO 690. Asimismo, se ha respetado y cumplido con toda la normatividad nacional y extranjera relacionada a los estudios de concreto como son las normas técnicas peruanas del Reglamento Nacional de Edificaciones, el ASTM y el ACI.

IV. RESULTADOS

Resultados de los ensayos de los agregados y la ceniza de Queñual

Tabla 7: Características del agregado grueso (piedra chancada).

Cantera	Mayutinku
Peso específico seco (gr/cm ³)	2.48
Peso unitario suelto (kg/m ³)	1279
Peso unitario compacto (kg/m ³)	1452
Tamaño máximo (pulg)	1"
Tamaño máximo nominal	3/4"
Absorción (%)	1.48%
Contenido de humedad (%)	0.20%

Fuente: Propia.

Interpretación: De acuerdo con lo expuesto en la Tabla 7 se aprecian los resultados de los ensayos llevados a cabo en el agregado grueso (piedra chancada) que se obtuvo de la cantera Mayutinku.

Tabla 8: Características del agregado fino (arena).

Cantera	Mayutinku
Peso específico seco (gr/cm ³)	2.43
Peso unitario suelto (kg/m ³)	1429
Peso unitario compacto (kg/m ³)	1623
Tamaño máximo (pulg)	3/8" (9.5 mm)
Tamaño máximo nominal	4.75 mm
Absorción (%)	1.48%
Contenido de humedad (%)	5.82%

Fuente: Propia.

Interpretación: De acuerdo con lo expuesto en la Tabla 8 se aprecian los resultados de los ensayos llevados a cabo en el agregado fino (arena) que se obtuvo de la cantera Mayutinku.

Tabla 9: Características de la ceniza de Queñual.

Peso específico seco (gr/cm ³)	1.12
Absorción (%)	19.38%
Contenido de humedad (%)	2.89%

Fuente: Propia.

Interpretación: Es posible apreciar en la Tabla 9 los resultados de los ensayos realizados a las muestras a la ceniza de Queñual.

Resultados del diseño de mezcla de concreto $f'c=350\text{kg/cm}^2$ por Método ACI 211

a) Determinación de la resistencia promedio requerida ($f'cr$)

Resistencia de diseño: $f'c=350\text{ kg/cm}^2$

Tabla 10: Resistencia promedio requerida.

$f'c$ (kg/cm ²)	$f'cr$ (kg/cm ²)
Menos de 210	$f'c+70$
210-350	$f'c+84$
Más de 350	$f'c+98$

Fuente: ACI Comité 211.

Interpretación: Como la resistencia de diseño en la presente investigación fue 350 kg/cm^2 , entonces de la Tabla 10 se consideró un valor de $f'cr=f'c+84$, con lo cual se obtuvo un $f'cr = 434\text{kg/cm}^2$.

b) Determinación del contenido del aire

Tabla 11: Contenido de aire según tamaño máximo nominal del agregado grueso

Tamaño máximo nominal del agregado grueso	Aire atrapado
4"	0.20%
3"	0.30%
2"	0.50%
1 1/2"	1.00%
1"	1.50%
3/4"	2.00%
1/2"	2.50%
3/8"	3.00%

Fuente: ACI Comité 211.

Interpretación: Como el tamaño máximo nominal es 3/4" entonces de la Tabla 11 se elige el valor de aire atrapado de 2.00%.

c) Determinación del contenido de agua

Tabla 12: Volumen de agua de acuerdo con el slump y tamaño máximo nominal del agregado grueso.

Volumen unitario de agua								
Asentamiento	Agua en l/m ³ para los tamaños máximo nominal de agregado grueso y consistencia indicados							
1"=25mm	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	4"
CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	

Fuente: ACI Comité 211.

Interpretación: Como considerando un valor de asentamiento (slump) de 3" a 4", entonces de la Tabla 12 se obtiene un valor de volumen de agua de 205 l/m³.

d) Determinación de la relación agua cemento (a/c) de acuerdo con f'cr

Tabla 13: Relación a/c de acuerdo con f'_{cr} a los 28 días.

f'_{cr} a los 28 días	Relación a/c para concreto sin aire incorporado
150	0.80
200	0.70
250	0.62
300	0.55
350	0.48
400	0.43
450	0.38

Fuente: ACI Comité 211.

Interpretación: Como se ha considerado un $f'_{cr} = 434 \text{ kg/cm}^3$ entonces de la Tabla 13 la relación a/c necesaria para el diseño de la mezcla será un valor comprendido entre 0.43 y 0.38, por lo cual interpolando se tiene $a/c = 0.40$

e) Determinación del contenido de cemento

Como $a/c=0.40$ y el valor del volumen de agua $a=205 \text{ l/m}^3$ entonces el valor de la cantidad de cemento es $c=512.5\text{kg} \approx 513 \text{ kg}$, lo cual equivale a 12 bolsas de cemento.

f) Determinación del peso del agregado grueso (AG)

Tabla 14: Peso del AG según su tamaño máximo nominal.

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

Fuente: ACI Comité 211.

Entonces se tiene:

Peso del AG = Factor * Peso unitario compactado

Peso del AG = $0.6 * 1452 = 871.2 \approx 872$ kg

g) Determinación del volumen absoluto

Cemento = 513 kg = 0.162 m³

Agua = 205 lt = 0.205 m³

Aire = 2% = 0.02 m³

Agregado grueso = 872 kg = 0.342 m³

Agregado fino = $1 \text{ m}^3 - 0.729 \text{ m}^3 = 0.271 \text{ m}^3$

h) Determinación del peso de agregado fino (AF)

Peso del agregado fino = 686 kg

i) Diseño de la mezcla 350 kg/cm² en estado seco

Peso del cemento = 513 kg

Peso del agua = 205 kg

Peso del agregado grueso = 872 kg

Peso del agregado fino = 686 kg

j) Corrección por humedad de los agregados

Para ello se hace uso de la siguiente fórmula:

$$\text{Peso corregido} = \text{Peso seco} * \left(\frac{\text{Contenido de humedad}}{100} + 1 \right)$$

Entonces aplicando la fórmula se tiene:

Peso corregido AF = 726 kg

Peso corregido AG = 885 kg

k) Aporte de agua a la mezcla

$$Aporte\ de\ agua = \frac{Agregado * (\%w - \%abs)}{100}$$

Aporte de agua del AF = 18.508 lts

Aporte de agua del AG = -11.328 lts

Aporte de agua = 6.180 lts

l) Agua efectiva

Agua = 205 lts – 6.180 lts = 199 lts

m) Resumen de diseño de mezcla patrón por m³ (f'c=350 kg/cm²)

Tabla 15: Cantidad de materiales por m³ - mezcla patrón.

Material	Peso (kg)
Peso del cemento	513
Peso del agua	199
Peso del AG	885
Peso del AF	726

Fuente: Propia.

Interpretación: De la Tabla 15 que la mezcla patrón del concreto 350kg/cm² por m³ emplea: 513 kg de cemento, 199 litros de agua, 885 kg de agregado grueso, 726 kg de agregado fino.

n) Resultados del diseño de mezcla de concreto por m³ con la incorporación de 8% de ceniza de Queñual (f'c=350 kg/cm²)

Tabla 16: Cantidad de materiales por m³ de concreto incorporando 8% de ceniza de Queñual.

Material	Peso (kg)
Peso del cemento	472
Peso del agua	199
Peso del AG	885
Peso del AF	726
Peso de la ceniza de Queñual	41

Fuente: Propia.

Interpretación: De la Tabla 16 se aprecia que la mezcla de concreto con incorporación de 8% de ceniza de Queñual emplea: 472 kg de cemento, 199 litros de agua, 885 kg de agregado grueso, 726 kg de agregado fino y 41 kg de ceniza de Queñual.

o) Resultados del diseño de mezcla de concreto por m³ con la incorporación de 12% de ceniza de Queñual ($f'c=350$ kg/cm²)

Tabla 17: Cantidad de materiales por m³ de concreto incorporando 12% de ceniza de Queñual.

Material	Peso (kg)
Peso del cemento	436
Peso del agua	199
Peso del AG	885
Peso del AF	726
Peso de la ceniza de Queñual	77

Fuente: Propia.

Interpretación: Según lo expuesto en la Tabla 17 se aprecia que la mezcla de concreto con incorporación de 12% de ceniza de Queñual emplea: 436 kg de cemento, 199 litros de agua, 885 kg de agregado grueso, 726 kg de agregado fino y 77 kg de ceniza de Queñual.

Resultados de las propiedades físicas

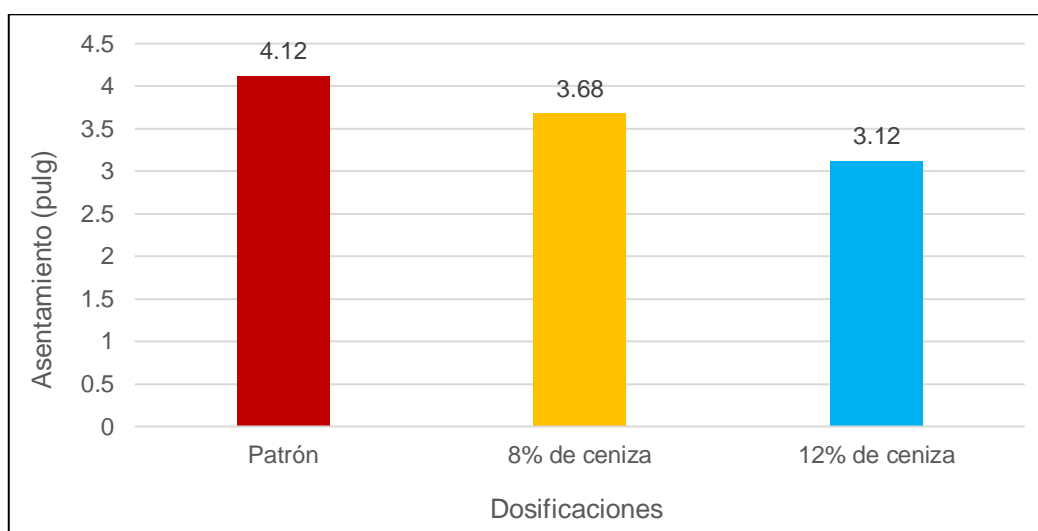
a) Resultados del ensayo de asentamiento (slump)

Tabla 18: Resumen del slump obtenido - concreto 350 kg/cm².

Descripción	Asentamiento promedio (pulg)	Tipo de consistencia
Mezcla patrón	4.12	Plástico
Mezcla con 8% de ceniza de Queñual	3.68	Plástico
Mezcla con 12% de ceniza de Queñual	3.12	Plástico

Fuente: Propia.

Figura 2: Comparación de consistencia de mezclas ensayadas



Fuente: Elaboración Propia.

Interpretación: De acuerdo con la Tabla 18 y Figura 1, es posible apreciar que del ensayo de asentamiento se obtuvo para el concreto patrón un resultado de 4.12" que indica una consistencia de tipo plástica, mientras que con la incorporación del 8% de ceniza de Queñual se obtuvo un asentamiento de 3.68" (también plástica), lo cual se interpreta como una reducción del 10.68% con respecto al patrón. Por otro lado, con la incorporación del 12% de la ceniza de Queñual se obtuvo un asentamiento de 3.12" (también plástica), lo cual se interpreta como una reducción del 24.27% con respecto al patrón.

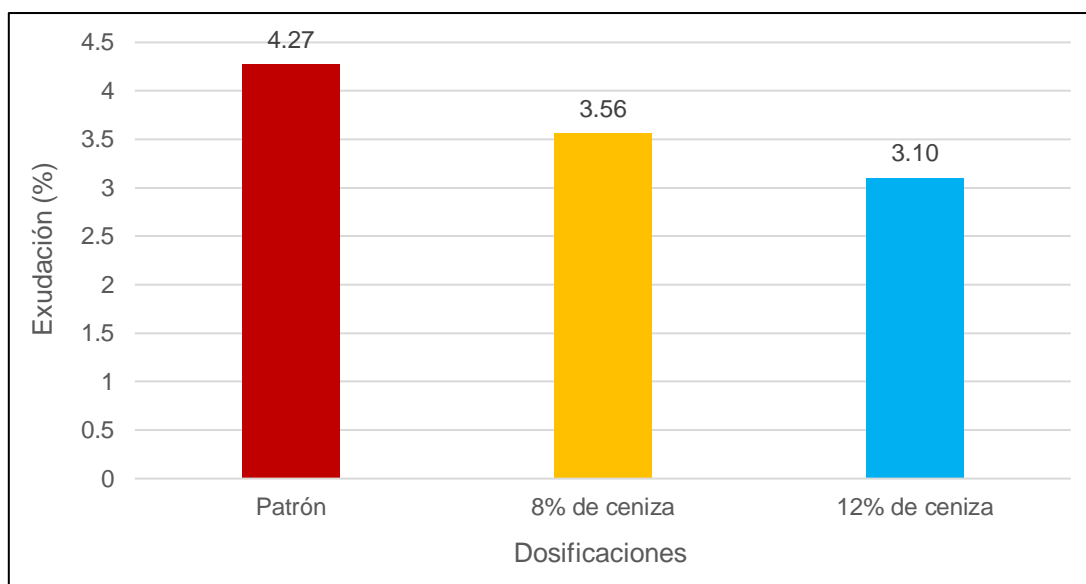
b) Resultados del ensayo de exudación

Tabla 19: Resumen del ensayo de exudación del concreto 350 kg/cm².

Descripción	Peso de la muestra de concreto	Volumen acumulado exudado (ml)	Exudación (ml/cm ²)	Exudación (%)
Mezcla patrón	15.82	42	0.16	4.27
Mezcla con 8% de ceniza de Queñual	15.56	35	0.13	3.56
Mezcla con 12% de ceniza de Queñual	14.67	32	0.11	3.10

Fuente: Elaboración Propia

Figura 3: Comparación de la exudación de las mezclas ensayadas.



Fuente: Elaboración Propia.

Interpretación: De acuerdo con la Tabla 19 y Figura 2, es posible apreciar que del ensayo de exudación se obtuvo para el concreto patrón un resultado de 4.27%, mientras que con la incorporación del 8% de ceniza de Queñual se obtuvo una exudación de 3.56%, lo cual se interpreta como una reducción del 16.62% con respecto al patrón. Por otro lado, con la incorporación del 12% de la ceniza de Queñual se obtuvo una exudación de 3.10%, lo cual se interpreta como una reducción del 27.40% con respecto al patrón.

Resultados de las propiedades mecánicas

a) Resultados del ensayo de compresión

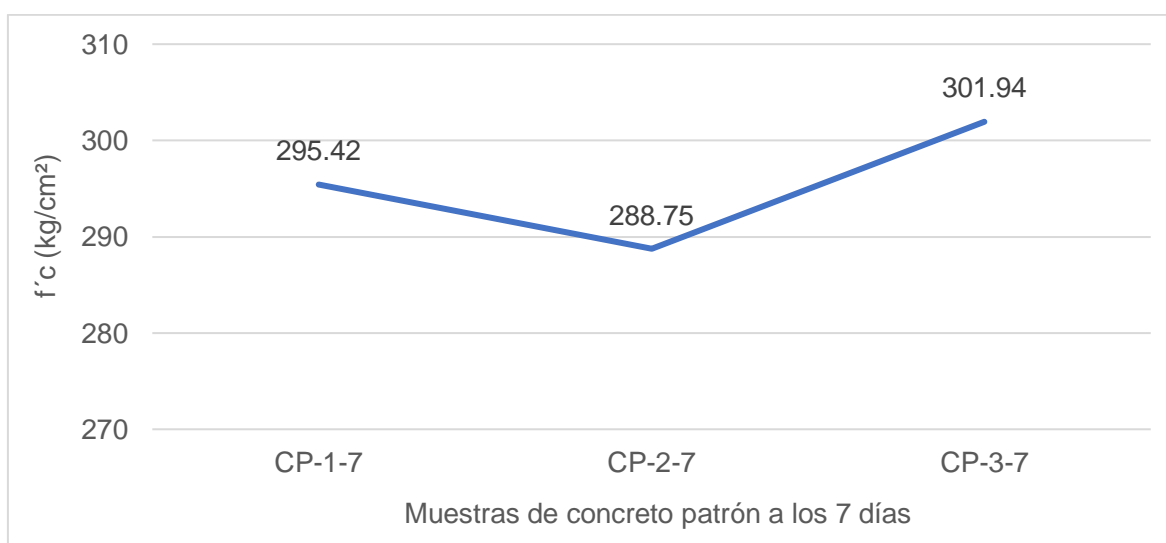
Para la mezcla patrón:

Tabla 20: Resultados de $f'c$ de la muestra patrón a los 7 días.

Identificación	Edad (días)	$f'c$ de diseño (kg/cm ²)	Área (cm ²)	Peso (kg)	$f'c$ obtenida (kg/cm ²)	Porcentaje de resistencia
CP-1-7	7	350	177.82	30.487	295.42	84.41%
CP-2-7	7	350	178.94	31.225	288.75	82.50%
CP-3-7	7	350	179.25	31.469	301.94	86.27%

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 4: Variación de $f'c$ a los 7 días – muestra patrón.



Fuente: Elaboración Propia.

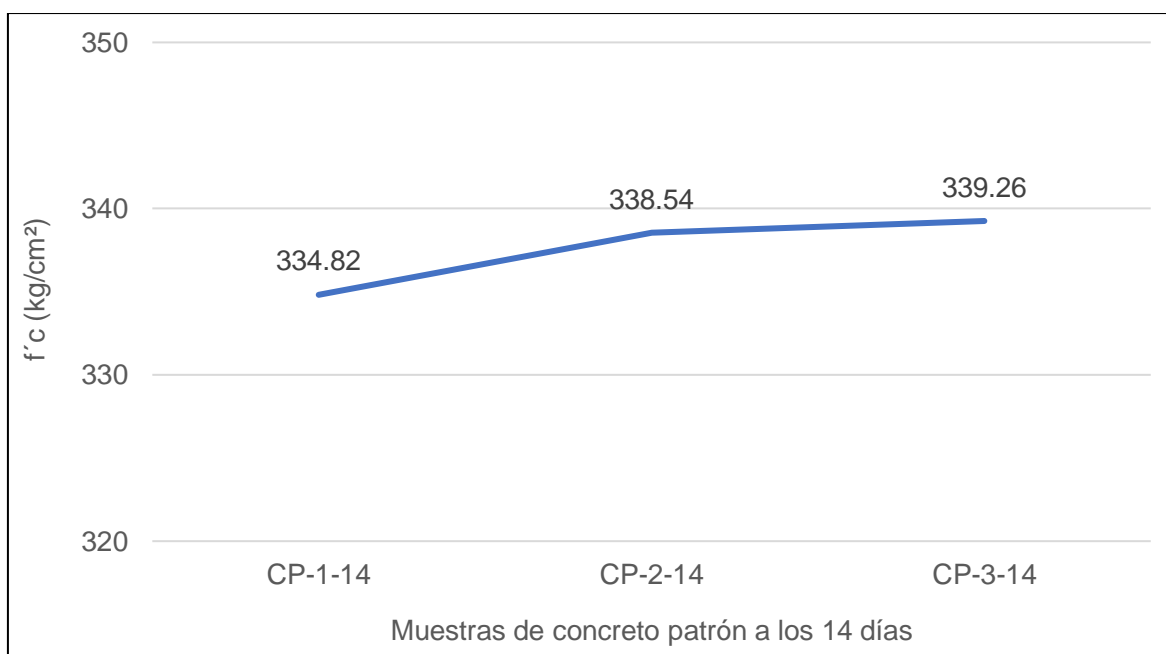
Interpretación: De la Tabla 20 y la Figura 3 se aprecian los resultados de $f'c$ para las muestras de mezcla patrón a los 7 días, obteniéndose un promedio de $f'c = 295.37$ kg/cm².

Tabla 21: Resultados de $f'c$ de la muestra patrón a los 14 días.

Identificación	Edad (días)	$f'c$ de diseño (kg/cm ²)	Área (cm ²)	Peso (kg)	$f'c$ obtenida (kg/cm ²)	Porcentaje de resistencia
CP-1-14	14	350	178.79	31.524	334.82	95.67%
CP-2-14	14	350	177.94	31.648	338.54	96.73%
CP-3-14	14	350	176.83	30.796	339.26	96.93%

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 5: Variación de $f'c$ a los 14 días – muestra patrón.



Fuente: Propia.

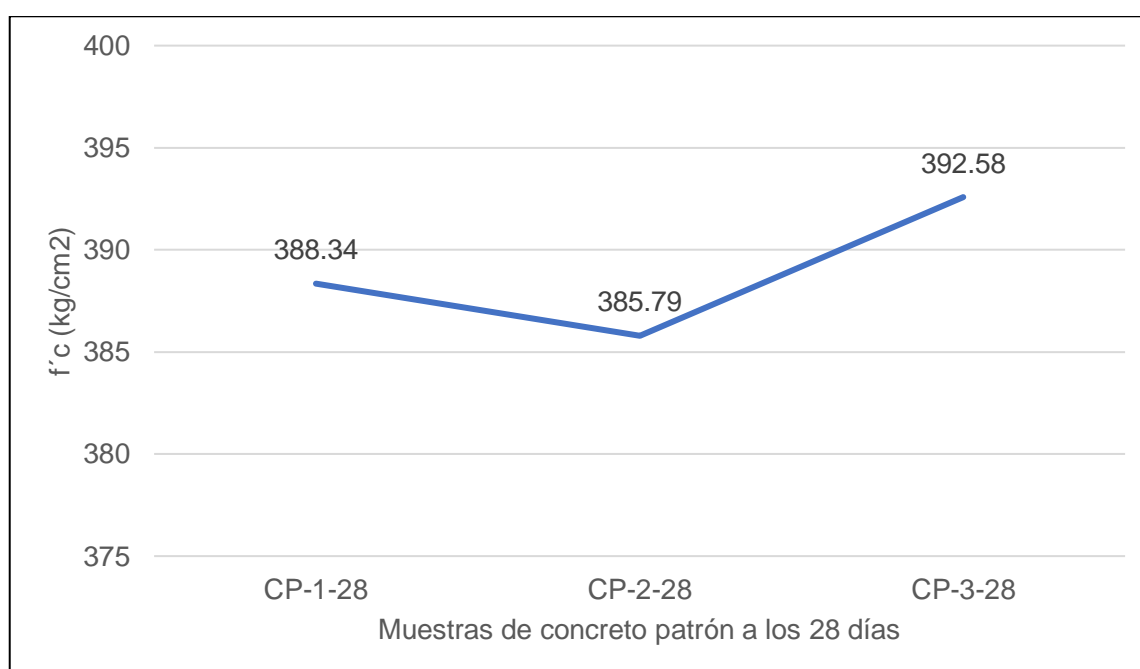
Interpretación: De la Tabla 21 y la Figura 4 se aprecian los resultados de la resistencia a la compresión para las muestras de mezcla patrón a los 14 días, obteniéndose un promedio de $f'c = 337.54 \text{ kg/cm}^2$

Tabla 22: Resultados de $f'c$ de la muestra patrón a los 28 días.

Identificación	Edad (días)	$f'c$ de diseño (kg/cm ²)	Área (cm ²)	Peso (kg)	$f'c$ obtenida (kg/cm ²)	Porcentaje de resistencia
CP-1-28	28	350	178.79	31.524	388.34	111.54%
CP-2-28	28	350	177.94	31.648	385.79	110.23%
CP-3-28	28	350	176.83	30.796	392.58	112.17%

Fuente: Elaboración Propia.

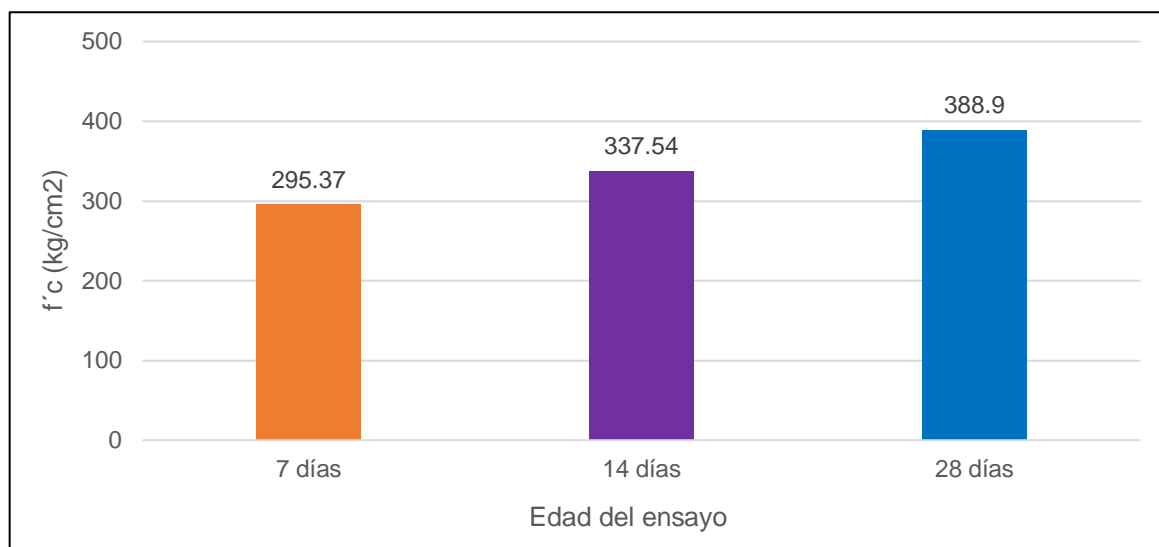
Figura 6: Variación de $f'c$ a los 28 días – muestra patrón.



Fuente: Propia.

Interpretación: De la Tabla 22 y la Figura 5 se aprecian los resultados de la resistencia a la compresión para las muestras de mezcla patrón a los 28 días, obteniéndose un promedio de $f'c = 388.90$ kg/cm².

Figura 7: Resistencia promedio de la muestra patrón a los 7, 14 y 28 días.



Fuente: Elaboración Propia.

Interpretación: De la Figura 6 se aprecia que el promedio de los resultados de los ensayos a compresión de la muestra patrón fueron 295.37 kg/cm², 337.54 kg/cm² y 388.90 kg/cm² a los 7, 14 y 28 días respectivamente, alcanzando una buena resistencia a la compresión.

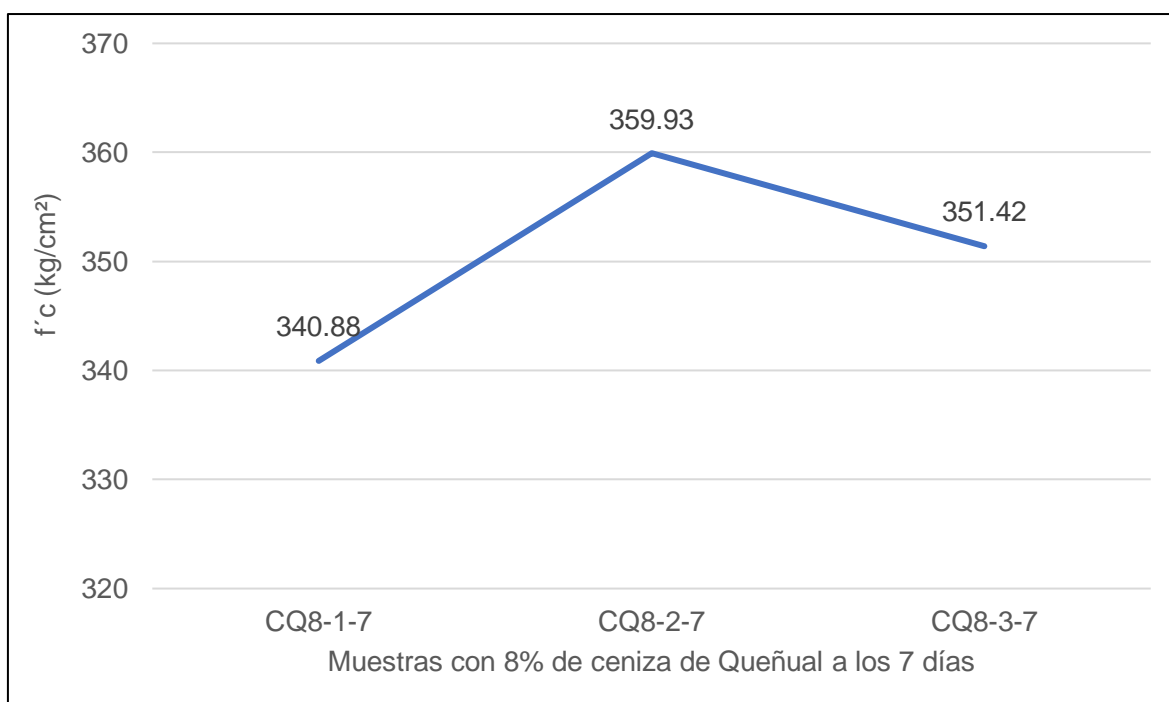
Para el concreto con adición de 8% de ceniza de Queñual

Tabla 23: Resultados de f'c de la muestra con 8% de ceniza de Queñual a los 7 días.

Identificación	Edad (días)	f'c de diseño (kg/cm ²)	Área (cm ²)	Peso (kg)	f'c obtenida (kg/cm ²)	Porcentaje de resistencia
CQ8-1-7	7	350	175.82	38.334	340.88	97.39%
CQ8-2-7	7	350	176.94	39.688	359.93	102.84%
CQ8-3-7	7	350	179.25	40.245	351.42	100.41%

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 8: Variación de $f'c$ a los 7 días – muestra con 8% de ceniza de Queñual.



Fuente: Propia.

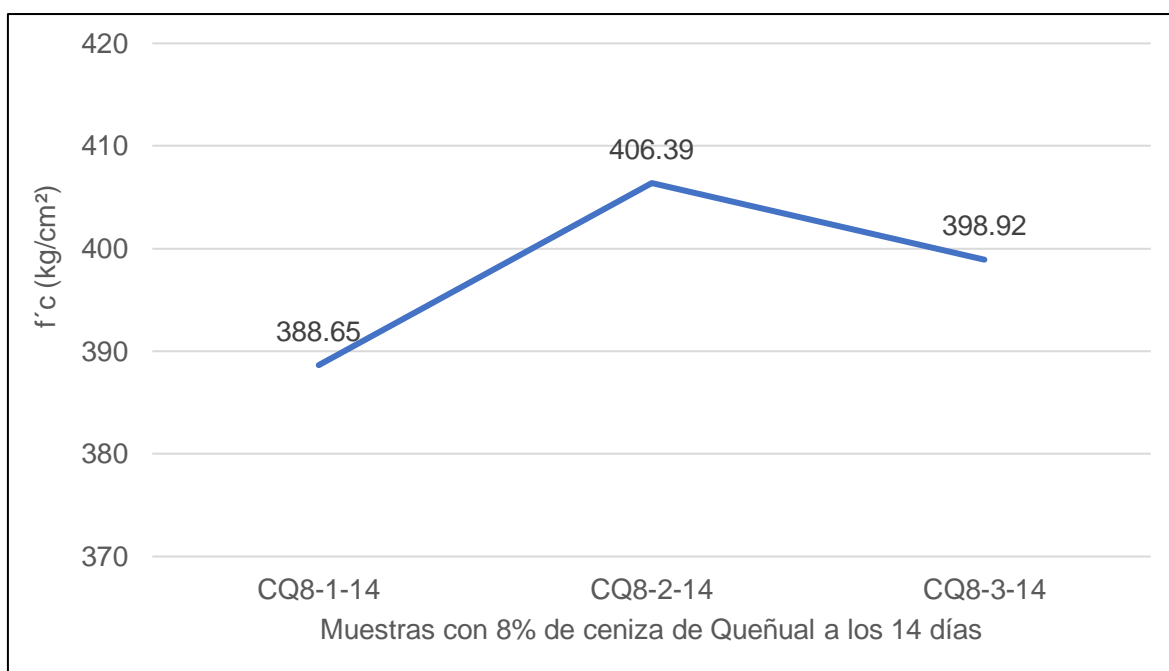
Interpretación: De la Tabla 23 y la Figura 7 se aprecian los resultados de la resistencia a la compresión para las muestras de mezcla con incorporación de 8% de ceniza de Queñual a los 7 días, obteniéndose un promedio de $f'c = 350.74$ kg/cm².

Tabla 24: Resultados de $f'c$ de la muestra con 8% de ceniza de Queñual a los 14 días.

Identificación	Edad (días)	$f'c$ de diseño (kg/cm ²)	Área (cm ²)	Peso (kg)	$f'c$ obtenida (kg/cm ²)	Porcentaje de resistencia
CQ8-1-14	14	350	177.32	43.338	388.65	111.04%
CQ8-2-14	14	350	177.64	45.254	406.39	116.11%
CQ8-3-14	14	350	176.38	44.679	398.92	113.98%

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 9: Variación de $f'c$ a los 14 días – muestra con 8% de ceniza de Queñual.



Fuente: Propia.

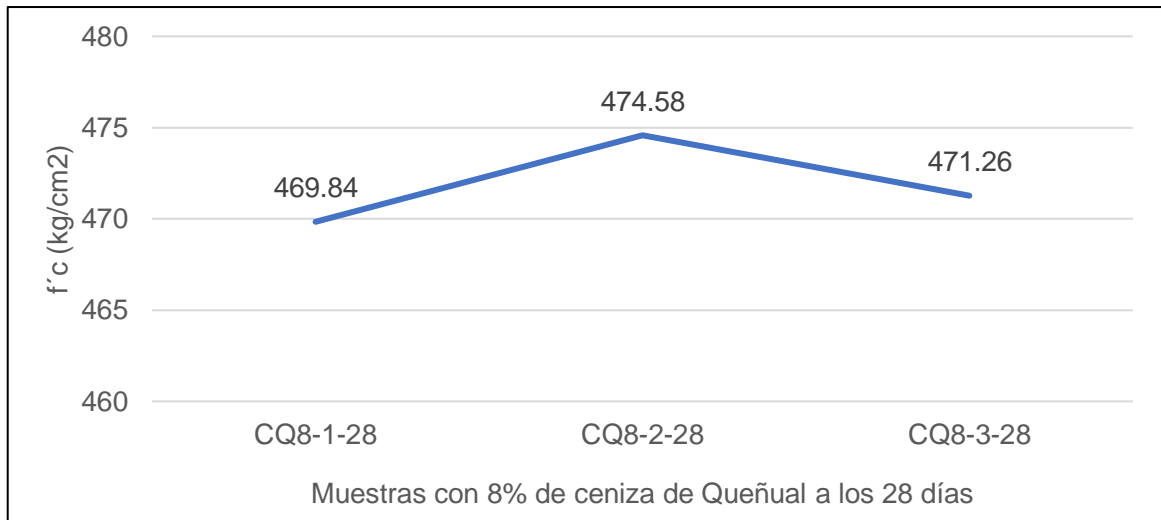
Interpretación: De la Tabla 24 y la Figura 8 se aprecian los resultados de la resistencia a la compresión para las muestras de mezcla con incorporación de 8% de ceniza de Queñual a los 14 días, obteniéndose un promedio de $f'c = 397.99$ kg/cm²

Tabla 25: Resultados de $f'c$ de la muestra con 8% de ceniza de Queñual a los 28 días.

Identificación	Edad (días)	$f'c$ de diseño (kg/cm ²)	Área (cm ²)	Peso (kg)	$f'c$ obtenida (kg/cm ²)	Porcentaje de resistencia
CQ8-1-28	28	350	177.45	49.874	469.84	134.24%
CQ8-2-28	28	350	178.32	50.752	474.58	135.59%
CQ8-3-28	28	350	178.97	52.496	471.26	134.65%

Fuente: Elaboración Propia.

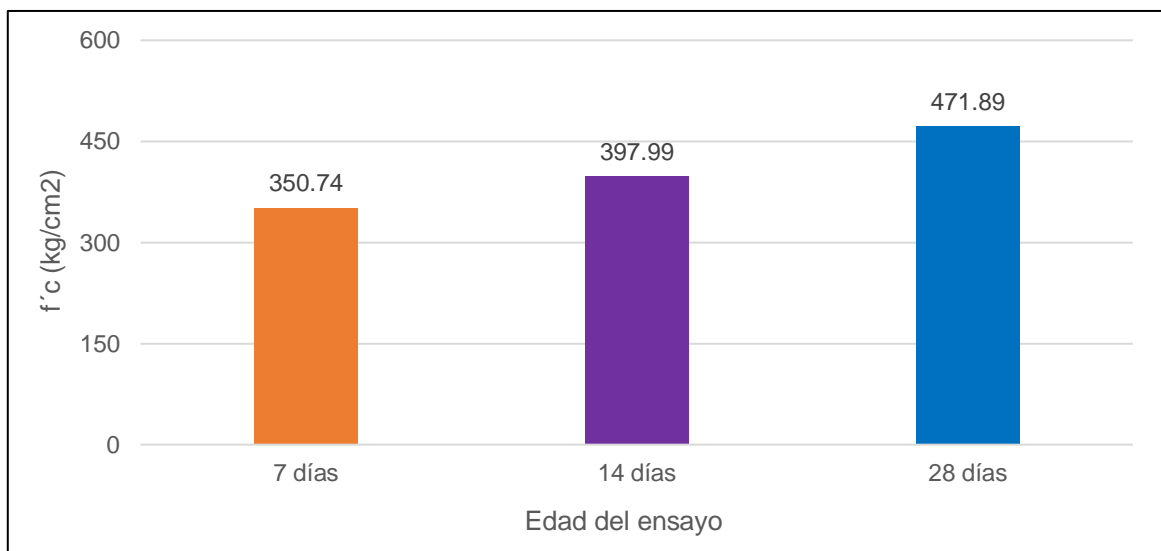
Figura 10: Variación de $f'c$ a los 28 días – muestra con 8% de ceniza de Queñual.



Fuente: Propia.

Interpretación: De la Tabla 25 y la Figura 9 se aprecian los resultados de la resistencia a la compresión para las muestras de mezcla con incorporación de 8% de ceniza de Queñual a los 28 días, obteniéndose un promedio de $f'c = 471.89$ kg/cm².

Figura 11: Resistencia promedio de la muestra con 8% de ceniza de Queñual a los 7, 14 y 28 días.



Fuente: Elaboración Propia.

Interpretación: Resulta imprescindible señalar que en la Figura 10 se aprecia que el promedio de $f'c$ para la muestra con 8% de ceniza fueron 350.74 kg/cm², 397.99 kg/cm² y 471.89 kg/cm² a los 7, 14 y 28 días respectivamente, sobrepasando el patrón.

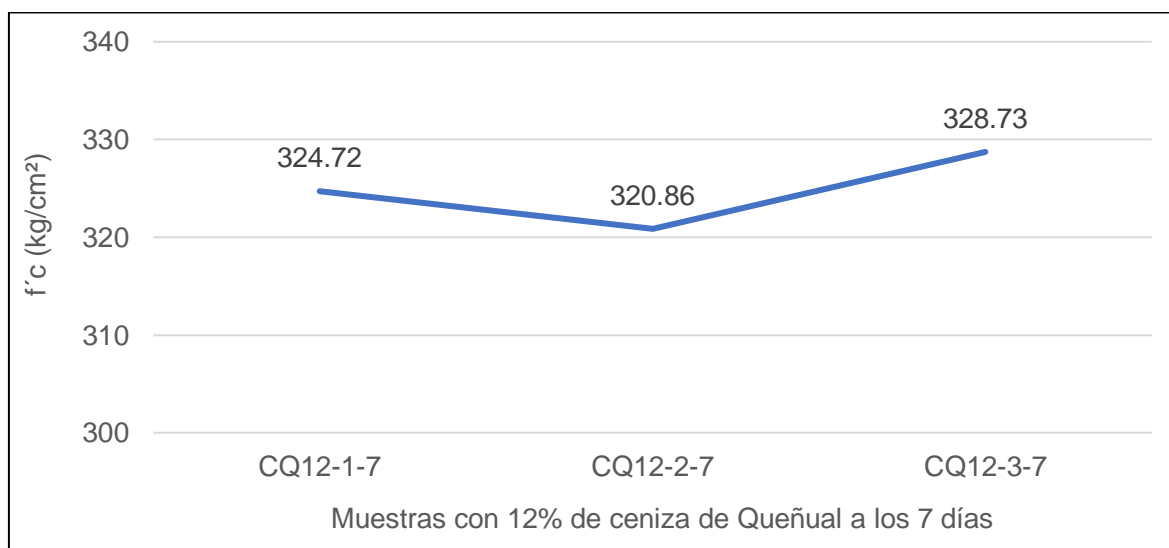
Para el concreto con adición de 12% de ceniza de Queñual

Tabla 26: Resultados de $f'c$ con 12% de ceniza de Queñual a los 7 días.

Identificación	Edad (días)	$f'c$ de diseño (kg/cm ²)	Área (cm ²)	Peso (kg)	$f'c$ obtenida (kg/cm ²)	Porcentaje de resistencia
CQ12-1-7	7	350	178.35	34.451	324.72	92.78%
CQ12-2-7	7	350	177.68	35.905	320.86	91.67%
CQ12-3-7	7	350	176.34	34.458	328.73	93.92%

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 12: Variación de $f'c$ a los 7 días – muestra con 12% de ceniza de Queñual.



Fuente: Propia.

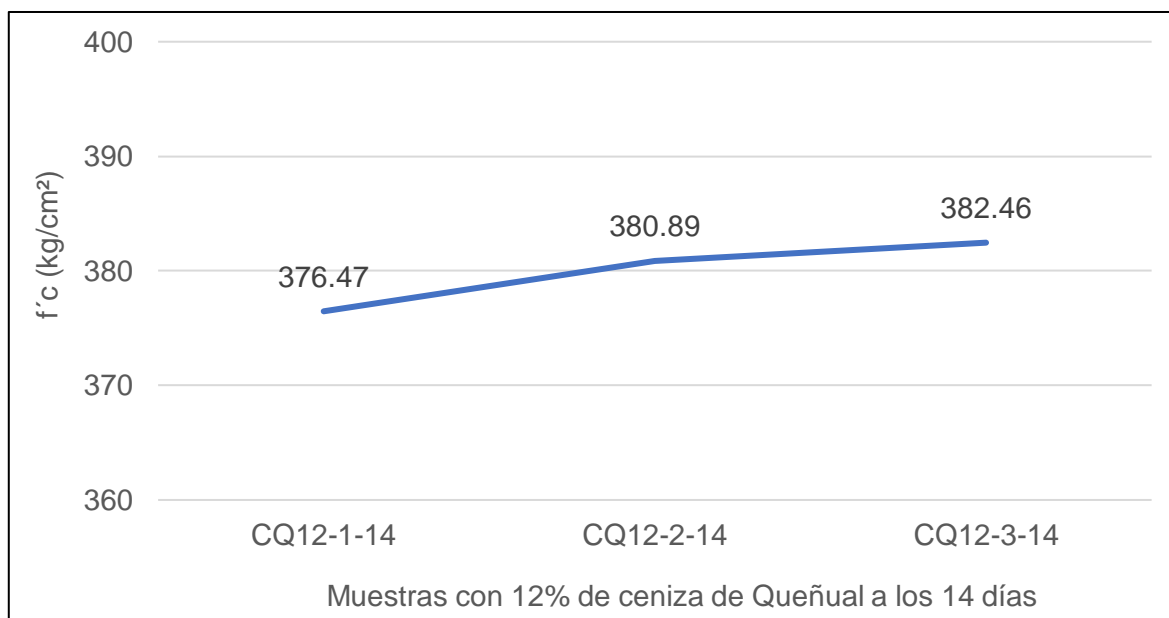
Interpretación: De la Tabla 26 y la Figura 11 se aprecian los resultados de la resistencia a la compresión para las muestras de mezcla con incorporación de 12% de ceniza de Queñual a los 7 días, obteniéndose un promedio de $f'c = 324.77$ kg/cm².

Tabla 27: Resultados de $f'c$ de la muestra con 12% de ceniza de Queñual a los 14 días.

Identificación	Edad (días)	$f'c$ de diseño (kg/cm ²)	Área (cm ²)	Peso (kg)	$f'c$ obtenida (kg/cm ²)	Porcentaje de resistencia
CQ12-1-14	14	350	176.58	40.212	376.47	107.56%
CQ12-2-14	14	350	177.39	42.354	380.89	108.83%
CQ12-3-14	14	350	177.42	42.895	382.46	109.27%

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 13: Variación de $f'c$ a los 14 días – muestra con 12% de ceniza de Queñual.



Fuente: Propia.

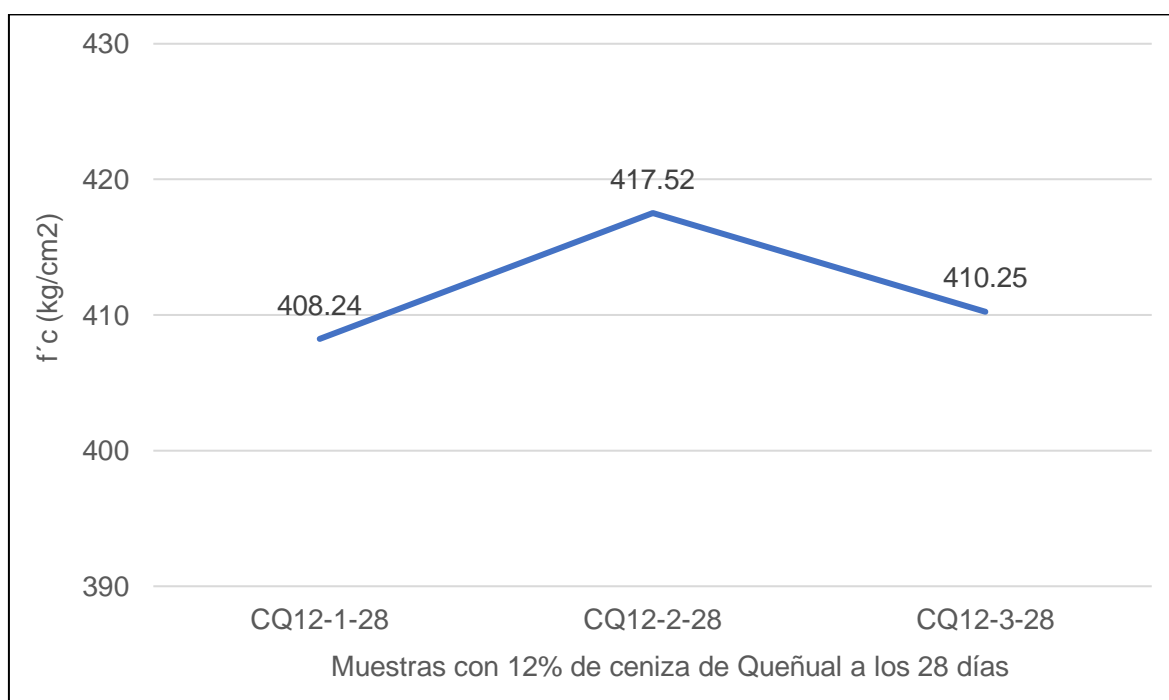
Interpretación: De la Tabla 27 y la Figura 12 se aprecian los resultados de $f'c$ para las muestras de mezcla con incorporación de 12% de ceniza de Queñual a los 14 días, obteniéndose un promedio de $f'c = 379.94 \text{ kg/cm}^2$

Tabla 28: Resultados de $f'c$ de la muestra con 12% de ceniza de Queñual a los 28 días.

Identificación	Edad (días)	$f'c$ de diseño (kg/cm ²)	Área (cm ²)	Peso (kg)	$f'c$ obtenida (kg/cm ²)	Porcentaje de resistencia
CQ12-1-28	28	350	179.34	44.258	408.24	116.64%
CQ12-2-28	28	350	178.83	43.625	417.52	119.29%
CQ12-3-28	28	350	177.56	44.572	410.25	117.21%

Fuente: Elaboración Propia.

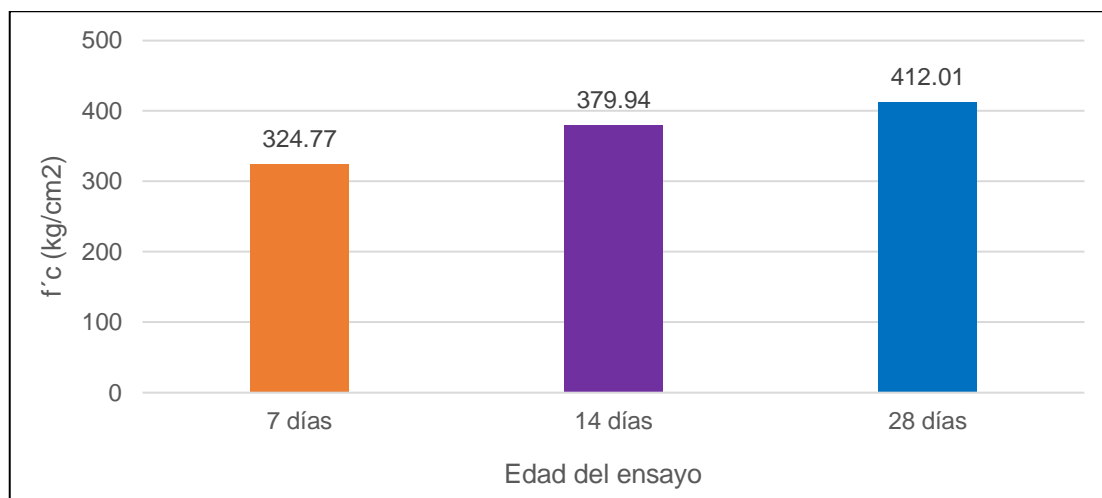
Figura 14: Variación de $f'c$ a los 28 días – muestra con 12% de ceniza de Queñual.



Fuente: Propia.

Interpretación: De la Tabla 28 y la Figura 13 se aprecian los resultados de $f'c$ para las muestras de mezcla con incorporación de 12% de ceniza de Queñual a los 28 días, obteniéndose un promedio de $f'c = 412.01$ kg/cm².

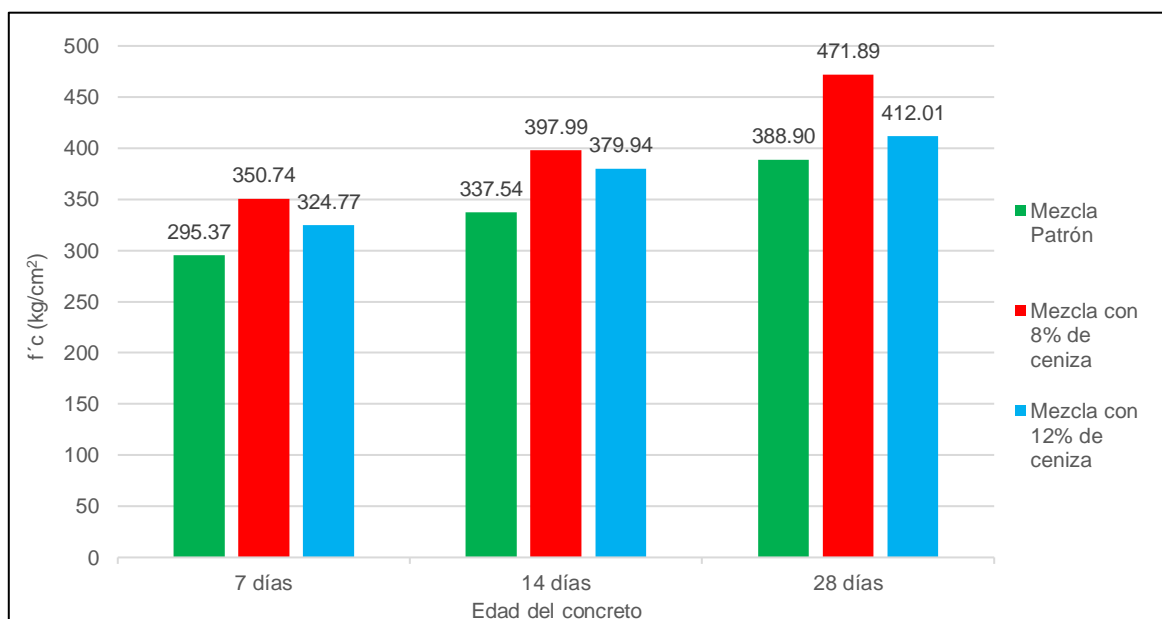
Figura 15: Resistencia promedio de la muestra con 12% de ceniza de Queñual a los 7, 14 y 28 días.



Fuente: Propia.

Interpretación: De la Figura 14 se aprecia que el promedio de los resultados de $f'c$ de la muestra con 12% de ceniza fueron 324.77 kg/cm², 379.94 kg/cm² y 412.01 kg/cm² a los 7, 14 y 28 días respectivamente, sobrepasando ligeramente las muestras patrón en cada edad de ensayo.

Figura 16: Resumen de resultados de los ensayos a compresión de probetas patrón y experimentales.



Fuente: Propia.

Interpretación: En la Figura 15 es posible apreciar la variabilidad del $f'c$ a los 7, 14 y 28 días. Los resultados demuestran que la muestra que contienen ceniza de Queñual en la dosificación de 8% presenta un comportamiento más óptimo de $f'c$, mientras que para la adición de ceniza en 12% el comportamiento de $f'c$ es semejante al patrón, siendo solo ligeramente mayor.

Porcentajes de variación de Resistencia de las muestras experimentales con respecto a la muestra patrón

Tabla 29: Variación de las muestras experimentales con respecto a la muestra patrón

Muestra	Resistencia a los 7 días (kg/cm ²)	Variación (%)	Resistencia a los 14 días (kg/cm ²)	Variación (%)	Resistencia a los 28 días (kg/cm ²)	Variación (%)	Promedio
Patrón	295.37		337.54		388.90		
Ceniza al 8%	350.74	18.75%	397.99	17.91%	471.89	21.34%	19.33%
Ceniza al 12%	324.77	9.95%	379.94	12.56%	412.01	5.94%	9.48%

Fuente: Propia.

Interpretación: De acuerdo a lo expuesto en la Tabla 29 fue posible apreciar para la adición de la ceniza estudiada en 8% una variación que presentó un valor de 19.33% así como también para el 12% de ceniza una variación que presentó un valor de 9.48%.

b) Resultados del ensayo de resistencia a la flexión

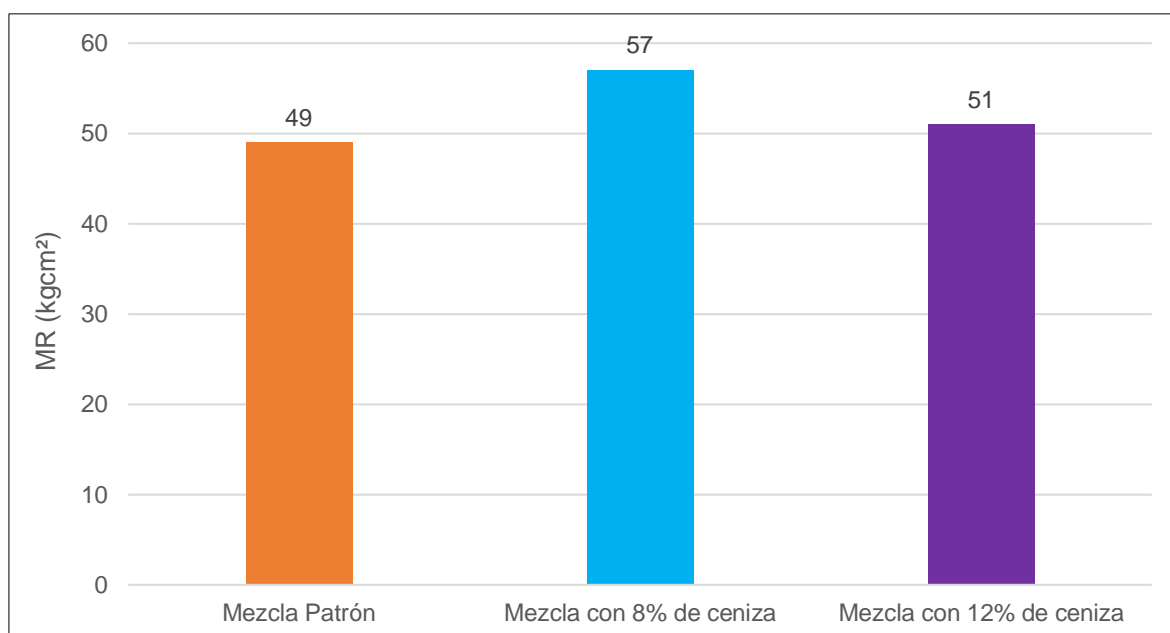
Para una edad de 7 días:

Tabla 30: Resumen de valores de MR a los 7 días.

Dosificación	Edad (días)	Módulo de rotura (kg/cm ²)	Módulo de rotura promedio	% variación con patrón
Mezcla patrón	7	49	49	-
	7	48		
	7	49		
Mezcla con 8% de ceniza	7	58	57	+16.32%
	7	57		
	7	56		
Mezcla con 12% de ceniza	7	52	51	+4.08%
	7	51		
	7	50		

Fuente: Propia.

Figura 17: MR del concreto a los 7 días.



Fuente: Elaboración Propia.

Interpretación: Según lo que se puede apreciar en la Tabla 30 y Figura 16, para los 7 días se logró conseguir un valor de 49kg/cm² para el MR promedio para el patrón, sin embargo, es imprescindible mencionar que se logró valores de 57 kg/cm² y 51 kg/cm² para ambas cantidades de ceniza (8 y 12%) lo cual se traduce en un aumento de 16.32% y 4.08% respectivamente.

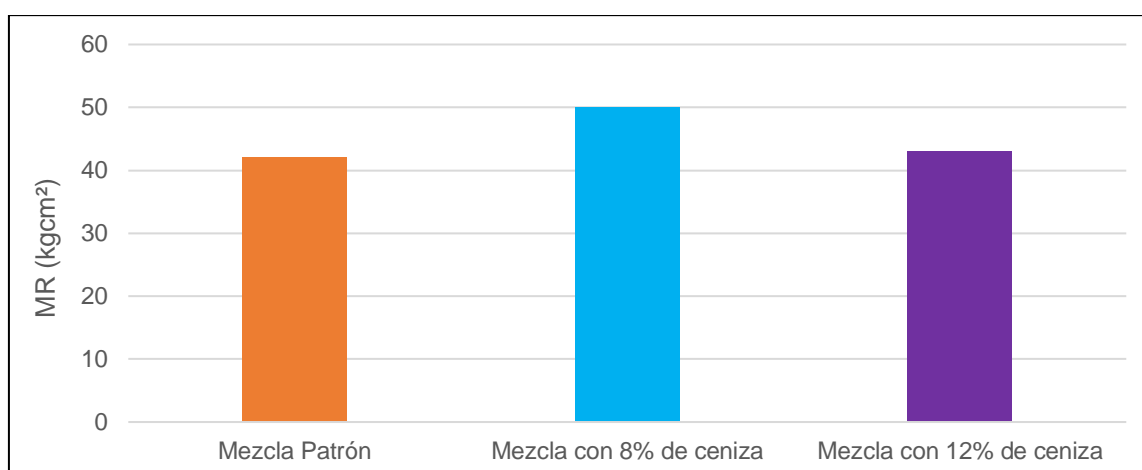
Para una edad de 14 días:

Tabla 31: Resumen de valores de MR a los 14 días.

Dosificación	Edad (días)	Módulo de rotura (kg/cm ²)	Módulo de rotura promedio	% variación con patrón
Mezcla patrón	14	41	42	-
	14	39		
	14	45		
Mezcla con 8% de ceniza	14	51	50	+19.05%
	14	48		
	14	52		
Mezcla con 12% de ceniza	14	45	43	+2.38%
	14	41		
	14	42		

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 18: MR del concreto a los 14 días.



Fuente: Elaboración Propia.

Interpretación: Según lo que se puede apreciar en la Tabla 31 y Figura 17, para los 14 días se logró conseguir un valor de 42kg/cm² para el MR promedio para el patrón, sin embargo, es imprescindible mencionar que se logró valores de 50 kg/cm² y 43 kg/cm² para ambas cantidades de ceniza (8 y 12%) lo cual se traduce en un aumento de 19.05% y 2.38% respectivamente.

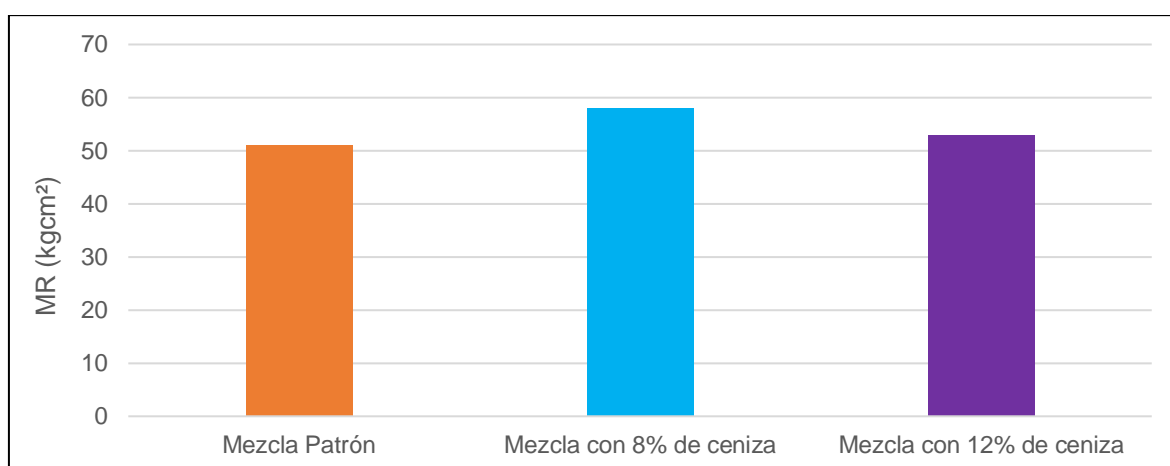
Para una edad de 28 días:

Tabla 32: Resumen de valores de MR a los 28 días.

Dosificación	Edad (días)	Módulo de rotura (kg/cm ²)	Módulo de rotura promedio	% variación con patrón
Mezcla patrón	28	50	51	-
	28	53		
	28	51		
Mezcla con 8% de ceniza	28	57	58	+13.72%
	28	60		
	28	56		
Mezcla con 12% de ceniza	28	53	53	+3.92%
	28	55		
	28	52		

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 19: MR del concreto a los 28 días.



Fuente: Elaboración Propia.

Interpretación: Según lo que se puede apreciar en la Tabla 32 y Figura 18, para los 28 días se logró conseguir un valor de 51kg/cm² para el MR promedio para el patrón, sin embargo, es imprescindible mencionar que se logró valores de 59 kg/cm² y 53 kg/cm² para ambas cantidades de ceniza (8 y 12%) lo cual se traduce en un aumento de 13.72% y 3.92% respectivamente.

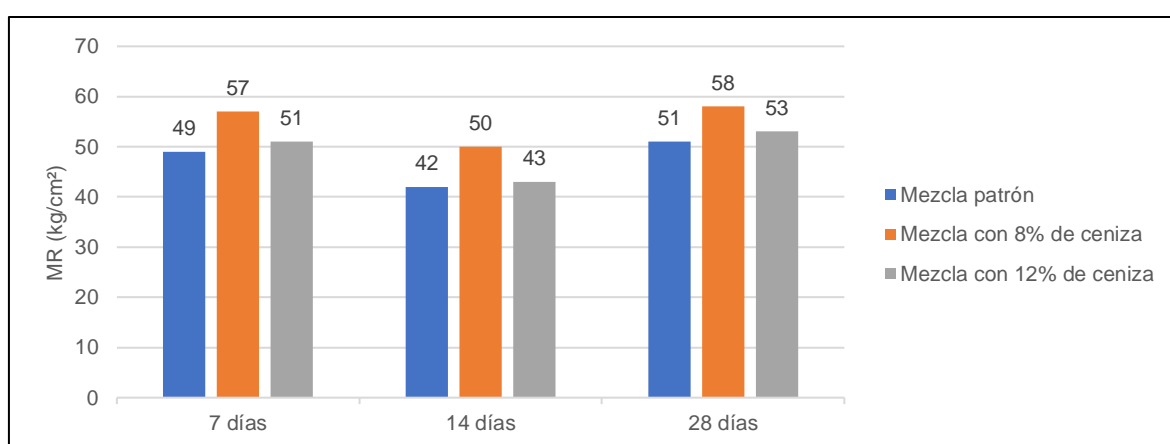
Resumen de resultados de ensayos de flexión:

Tabla 33: Resumen de valores de MR a los 7, 14 y 28 días.

Edad (días)	Módulo de rotura (kg/cm ²)		
	Patrón	8%	12%
7	49	57	51
14	42	50	43
28	51	58	53

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 20: MR a los 7, 14 y 28 días.



Fuente: Elaboración Propia.

Interpretación: Según lo que se puede apreciar en la Tabla 33 y Figura 19, para los 7 días se vio reflejado para el 8% de la ceniza estudiada un incremento de MR de hasta 16.32% y cuando se hizo uso de una cantidad de 12% este valor fue de 4.08% respecto al patrón, mientras que a los 14 días el empleo de la ceniza de Queñual provocó un incremento de 19.05% y 2.38% y para los 28 días el incremento fue de 13.72% y 3.92% para ambas cantidades de ceniza.

Prueba de hipótesis

Para realizar la prueba de hipótesis general y específicas primero se ha realizado el análisis estadístico descriptivo e inferencial para cada una de las propiedades físicas y mecánicas estudiadas.

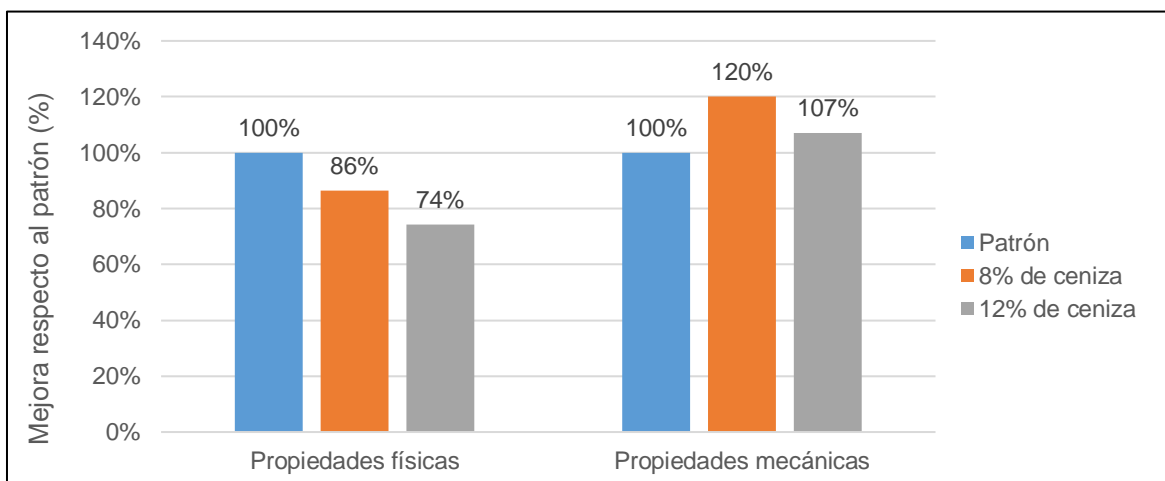
Análisis estadístico descriptivo

Tabla 34: Resumen de resultados de las propiedades físico-mecánicas del concreto.

Tipo de mezcla	Propiedades físicas				Propiedades mecánicas			
	Asentamiento		Exudación		Resistencia a la compresión		Resistencia a la flexión	
	Resultado (pulg)	% de mejora respecto al patrón	Resultado (%)	% de mejora respecto al patrón	Resultado (kg/cm ²)	% de mejora respecto al patrón	Resultado (kg/cm ²)	% de mejora respecto al patrón
Patrón	4.12	-	4.27	-	388.90	-	51	-
8% de ceniza	3.68	-10.68%	3.56	-16.62%	471.89	+19.33%	58	+21.34%
12% de ceniza	3.12	-24.27%	3.10	-27.40%	412.01	+9.48%	53	+5.94%

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 21: Porcentaje de mejora de propiedades físico-mecánicas respecto al patrón.



Fuente: Elaboración Propia.

Interpretación: De acuerdo con los resultados expuestos en la Tabla 34 y la Figura 21 en lo que respecta a las propiedades físicas se aprecia una reducción de hasta 16% en promedio respecto al patrón, mientras que respecto a las propiedades mecánicas se produjo un incremento de hasta 20% respecto al concreto patrón, siendo el porcentaje más óptimo el 8% de ceniza de Queñual.

Análisis estadístico inferencial:

Aplicación de la prueba estadística ANOVA para las propiedades físicas

Para el asentamiento: Se define hipótesis nula e hipótesis alterna.

- H0: Las medias poblacionales para el asentamiento son iguales.
- H1: Las medias poblacionales para el asentamiento son distintas.

Tabla 35: Prueba Post Hoc - Análisis de varianza (ANOVA-TUKEY) para el Asentamiento.

Descriptivos Asentamiento								
	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% de intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
CP	3	4,1200	0,03606	0,02082	4,0304	4,2096	4,08	4,15
Q-8%	3	3,6800	0,02646	0,01528	3,6143	3,7457	3,66	3,71
Q-12%	3	3,1200	0,03606	0,02082	3,0304	3,2096	3,08	3,15
Total	9	3,6400	0,43500	0,14500	3,3056	3,9744	3,08	4,15

ANOVA					
Asentamiento					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1,507	2	0,754	685,091	0,000
Dentro de grupos	0,007	6	0,001		
Total	1,514	8			

Comparaciones múltiples						
Propiedad física: Asentamiento						
HSD Tukey						
(I) Grupo de pertenencia	(J) Grupo de pertenencia	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
CP	2,00	0,44000*	0,02708	0,000	0,3569	0,5231
	3,00	1,00000*	0,02708	0,000	0,9169	1,0831
Q-8%	1,00	-0,44000*	0,02708	0,000	-0,5231	-0,3569
	3,00	,56000*	0,02708	0,000	0,4769	0,6431
Q-12%	1,00	-1,00000*	0,02708	0,000	-1,0831	-0,9169
	2,00	-0,56000*	0,02708	0,000	-0,6431	-0,4769

Subconjuntos homogéneos				
HSD Tukey				
Grupo de pertenencia	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
CP	3	3,1200		
Q-8%	3		3,6800	
Q-12%	3			4,1200
Sig.		1,000	1,000	1,000

Fuente: Elaboración propia en SPSS.

Interpretación: Como se puede apreciar en la Tabla 35 la significancia (p_valor) entre los grupos resultó ser menor que 0.05, lo cual quiere decir que se rechaza H0 y se acepta H1, es decir los datos de asentamiento provienen de poblaciones

distintas, con lo cual comprobamos que, efectivamente, los valores de asentamiento son distintos al concreto patrón cuando se añade ceniza de Queñual. Asimismo, se aprecia que conforme se añade más ceniza de Queñual menor es el asentamiento.

Para la exudación: se define hipótesis nula e hipótesis alterna:

- H0: Las medias poblacionales para la exudación son iguales.
- H1: Las medias poblacionales para la exudación son distintas.

Tabla 36: Prueba Post Hoc - Análisis de varianza (ANOVA-TUKEY) para la exudación.

Exudación								
Descriptivos								
	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% de intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
CP	3	4,2733	0,00577	0,00333	4,2590	4,2877	4,27	4,28
Q-8%	3	3,5567	0,00577	0,00333	3,5423	3,5710	3,55	3,56
Q-12%	3	3,1033	0,00577	0,00333	3,0890	3,1177	3,10	3,11
Total	9	3,6444	0,51091	0,17030	3,2517	4,0372	3,10	4,28

Exudación					
ANOVA					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	2,088	2	1,044	31320,333	0,000
Dentro de grupos	0,000	6	0,000		
Total	2,088	8			

Comparaciones múltiples							
Propiedad física: Exudación							
HSD Tukey							
(I) Grupo de pertenencia	(J) Grupo de pertenencia	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%		
					Límite inferior	Límite superior	
CP	2,00	0,71667 [*]	0,00471	0,000	0,7022	0,7311	
	3,00	1,17000 [*]	0,00471	0,000	1,1555	1,1845	
Q-8%	1,00	-0,71667 [*]	0,00471	0,000	-0,7311	-0,7022	
	3,00	0,45333 [*]	0,00471	0,000	0,4389	0,4678	
Q-12%	1,00	-1,17000 [*]	0,00471	0,000	-1,1845	-1,1555	
	2,00	-0,45333 [*]	0,00471	0,000	-0,4678	-0,4389	

Subconjuntos homogéneos					
HSD Tukey					
Grupo de pertenencia	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	
CP	3	3,1033			
Q-8%	3		3,5567		
Q-12%	3			4,2733	
Sig.		1,000	1,000	1,000	

Fuente: Elaboración propia en SPSS.

Interpretación: Como se puede apreciar en la Tabla 36 la significancia (*p_valor*) entre los grupos resultó ser menor que 0.05, lo cual quiere decir que se rechaza H0 y se acepta H1, es decir los datos de exudación provienen de poblaciones distintas, con lo cual comprobamos que, efectivamente, los valores de exudación son distintos al concreto patrón cuando se añade ceniza de Queñual. Asimismo, se aprecia que conforme se añade más ceniza de Queñual menor es la exudación.

Prueba estadística ANOVA para las propiedades mecánicas

Para la resistencia a la compresión: se define hipótesis nula e hipótesis alterna.

- H0: Las medias poblacionales para la resistencia a la compresión son iguales.
- H1: Las medias poblacionales para la resistencia a la compresión son distintas.

Tabla 37: Prueba Post Hoc - Análisis de varianza (ANOVA-TUKEY) para la resistencia a la compresión.

Resistencia a la compresión								
Descriptivos								
	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% de intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
CP	3	372,2367	29,55104	17,06130	298,8278	445,6455	338,34	392,58
Q-8%	3	471,8933	2,43264	1,40448	465,8503	477,9363	469,84	474,58
Q-12%	3	412,0033	4,88213	2,81870	399,8754	424,1312	408,24	417,52
Total	9	418,7111	45,96967	15,32322	383,3757	454,0465	338,34	474,58

Resistencia a la compresión					
ANOVA					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	15099,651	2	7549,826	25,082	0,001
Dentro de grupos	1806,034	6	301,006		
Total	16905,685	8			

Comparaciones múltiples						
Propiedad mecánica: Resistencia a la compresión						
HSD Tukey						
(I) Grupo de pertenencia	(J) Grupo de pertenencia	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
CP	2,00	-99,65667*	14,16582	0,001	-143,1213	-56,1920
	3,00	-39,76667	14,16582	0,069	-83,2313	3,6980
Q-8%	1,00	99,65667*	14,16582	0,001	56,1920	143,1213
	3,00	59,89000*	14,16582	0,013	16,4254	103,3546
Q-12%	1,00	39,76667	14,16582	0,069	-3,6980	83,2313
	2,00	-59,89000*	14,16582	0,013	-103,3546	-16,4254

Subconjuntos homogéneos

HSD Tukey

Grupo de pertenencia	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
CP	3	372,2367	
Q-8%	3	412,0033	
Q-12%	3		471,8933
Sig.		0,069	1,000

Fuente: Elaboración propia en SPSS.

Interpretación: Como se puede apreciar en la Tabla 37 la significancia (*p_valor*) entre los grupos resultó ser menor que 0.05, lo cual quiere decir que se rechaza H0 y se acepta H1, es decir los datos de resistencia a la compresión provienen de poblaciones distintas, con lo cual comprobamos que, efectivamente, los valores de resistencia a la compresión son distintos al concreto patrón cuando se añade ceniza de Queñual. Asimismo, se aprecia que el valor más óptimo de ceniza de Queñual para la resistencia a la compresión es la dosificación de 8%.

Para la resistencia a la flexión: se define hipótesis nula e hipótesis alterna.

- H0: Las medias poblacionales para la resistencia a la flexión son iguales.
- H1: Las medias poblacionales para la resistencia a la flexión son distintas

Tabla 38: Prueba Post Hoc - Análisis de varianza (ANOVA-TUKEY) para la resistencia a la flexión.

Resistencia a la flexión								
Descriptivos								
	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% de intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
CP	3	51,3333	1,52753	,88192	47,5388	55,1279	50,00	53,00
Q-8%	3	57,6667	2,08167	1,20185	52,4955	62,8378	56,00	60,00
Q-12%	3	53,3333	1,52753	,88192	49,5388	57,1279	52,00	55,00
Total	9	54,1111	3,17980	1,05993	51,6669	56,5553	50,00	60,00

Resistencia a la flexión					
ANOVA					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	62,889	2	31,444	10,481	0,011
Dentro de grupos	18,000	6	3,000		
Total	80,889	8			

Comparaciones múltiples

Propiedad mecánica: Resistencia a la flexión

HSD Tukey

(I) Grupo de pertenencia	(J) Grupo de pertenencia	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
CP	2,00	-6,33333 [*]	1,41421	0,010	-10,6725	-1,9941
	3,00	-2,00000	1,41421	0,392	-6,3392	2,3392
Q-8%	1,00	6,33333 [*]	1,41421	0,010	1,9941	10,6725
	3,00	4,33333	1,41421	0,050	-0,0059	8,6725
Q-12%	1,00	2,00000	1,41421	0,392	-2,3392	6,3392
	2,00	-4,33333	1,41421	0,050	-8,6725	0,0059

Subconjuntos homogéneos

HSD Tukey

Grupo de pertenencia	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
CP	3	51,3333	
Q-8%	3	53,3333	53,3333
Q-12%	3		57,6667
Sig.		0,392	0,050

Fuente: Elaboración propia en SPSS.

Interpretación: Como se puede apreciar en la Tabla 38 la significancia (p_valor) entre los grupos resultó ser menor que 0.05, lo cual quiere decir que se rechaza H_0 y se acepta H_1 , es decir los datos de resistencia a la flexión provienen de poblaciones distintas, con lo cual comprobamos que, efectivamente, los valores de resistencia a la flexión son distintos al concreto patrón cuando se añade ceniza de Queñual. Asimismo, se aprecia que el valor más óptimo de ceniza de Queñual para la resistencia a la flexión es la dosificación de 8%

Contrastación de hipótesis general:

Hipótesis general: La incorporación de la ceniza de Queñual influye significativamente (5% de mejoría) en las propiedades físico-mecánicas del concreto $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$, Apurímac-Cotabambas Challhuahuacho.

Contrastación: De acuerdo con los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio y del análisis estadístico inferencial se acepta parcialmente la hipótesis general, pues en lo que respecta a las propiedades físicas se aprecia una reducción de hasta 16% en promedio respecto al patrón, mientras que respecto a las propiedades mecánicas se produjo un incremento de hasta 20% respecto al concreto patrón, siendo el porcentaje más óptimo el 8% de ceniza de Queñual.

Contrastación de hipótesis específica N°1

Hipótesis específica N°1: La incorporación de la ceniza de Queñual influye significativamente (5% de mejoría) en las propiedades físicas del concreto $f'c=350$ kg/cm², Apurímac-Cotabambas Challhuahuacho.

Contrastación: De acuerdo con los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio y del análisis estadístico inferencial se rechaza la hipótesis específica N°1, pues en lo que respecta a las propiedades físicas se aprecia una reducción del asentamiento en 10.68% y 24.27% con respecto al concreto patrón, para las adiciones de 8% y 12% de ceniza de Queñual, así como también se aprecia una reducción de la exudación en 16.62% y 27.40% con respecto al concreto patrón, para las adiciones de 8% y 12% de ceniza de Queñual, con lo cual se puede afirmar que la dosificación que afectó menos a las propiedades físicas del concreto fue el 8% de ceniza.

Contrastación de hipótesis específica N°2

Hipótesis específica N°2: La incorporación de la ceniza de Queñual influye significativamente (5% de mejoría) en las propiedades mecánicas del concreto $f'c=350$ kg/cm², Apurímac-Cotabambas Challhuahuacho.

Contrastación: De acuerdo con los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio y del análisis estadístico inferencial se acepta la hipótesis específica N°2, pues en lo que respecta a las propiedades mecánicas se aprecia una mejora de la resistencia a la compresión en 19.33% y 9.48% con respecto al concreto patrón, para las adiciones de 8% y 12% de ceniza de Queñual, así como también se aprecia una mejora de la resistencia a la flexión en 21.34% y 5.94% con respecto al concreto patrón, para las adiciones de 8% y 12% de ceniza de Queñual, con lo cual se puede afirmar que la dosificación con la que se obtuvo una mejora mayor de las propiedades mecánicas del concreto fue el 8% de ceniza.

V. DISCUSIÓN

Con respecto a las propiedades físico-mecánicas del concreto se obtuvo dos resultados distintos. Por un lado, se pudo apreciar que la incorporación de ceniza de Queñual reduce el valor de las propiedades físicas (asentamiento y exudación) para ambas dosificaciones de ceniza de Queñual (8% y 12%), mientras que en lo concerniente a las propiedades mecánicas se aprecia una mejora de la resistencia a la compresión y resistencia a la flexión para ambas dosificaciones. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Almanza y Zamudio (2020, p. 92), quienes obtuvieron que al reemplazar el cemento por la ceniza de lodo de papel y roca esquisto, se reducen los valores de las propiedades físicas de asentamiento y exudación, mientras que las propiedades mecánicas como resistencia a la compresión y flexión incrementan su valor al adicionarse las cenizas, para dosificaciones 7% y 11% de dicha ceniza, resultando que la dosificación más óptima a emplearse fue de 7%.

Se evaluaron dos propiedades físicas: el asentamiento y la exudación. Con respecto al **asentamiento** se obtuvo un valor de 4.12" como asentamiento exclusivamente para el concreto que sirvió como patrón. Pero también se obtuvo otros valores de asentamiento, como lo son 3.68" y 3.12" cuando se incorporó el 8% y 12% de ceniza. Sobre la propiedad física de **exudación** se llegó a obtener un descenso de su valor en 16.62% y 27.40% para ambas dosificaciones, esto por supuesto, cuando se realizó la comparación con el concreto que fue utilizado como patrón. Esos resultados concuerdan con los obtenidos por Muñoz (2018, p. 48), quienes llevaron a cabo un estudio en el cual añadieron puzolana natural con un a/c de un valor de 0.60 obteniéndose un descenso del valor de la exudación de 7.56% (cuando se hizo uso de 10% de puzolana), 10.36% (cuando la cantidad fue 20%) y finalmente un descenso de dicho valor en 27.40% (cuando la cantidad fue 12%). Por ello es posible afirmar que los resultados poseen similitud puesto que ambos estudios se apreció un evidente descenso de la exudación debido a los materiales incorporados.

Se evaluaron dos propiedades mecánicas: la resistencia a la compresión y la resistencia a la flexión. Respecto a la **resistencia a la compresión** el presente estudio evaluó la sustitución del cemento en 8% y 12% por la ceniza de Queñual, para comenzar se debe mencionar que fue posible lograr un $f'c$ de 388.90 kg/cm^2 para el concreto que se hizo uso como patrón mientras que con las dos adiciones mencionadas se lograron 471.89 kg/cm^2 y 412.01 kg/cm^2 logrando una mejora de hasta 19.33% de esta propiedad. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Vargas (2021, p. 45), quien realizó incorporaciones de ceniza de Queñual en cantidades de 5%, 10% y 15%, logrando una mejora de hasta 18.08% gracias a la primera cantidad mencionada (5%). Se puede afirmar que los resultados son semejantes puesto que ambos estudios la incorporación de este tipo de ceniza permitió lograr un aumento de esta propiedad si se compara al patrón, sin embargo, cabe señalar que la adición de esta ceniza debe hacerse en pequeñas cantidades. Por otro lado, sobre la propiedad mecánica de **resistencia a la flexión**, el resultado obtenido a los 28 días para el concreto patrón fue un módulo de rotura (MR) promedio de 51 Kg/cm^2 , mientras que el porcentaje óptimo de sustitución del cemento con ceniza de Queñual fue 8%, logrando un MR de 58 kg/cm^2 que superó al patrón en 21.34%, por el contrario, el concreto con sustitución del cemento en 12% obtuvo un MR de 53 Kg/cm^2 incrementando solo un 5.94% en comparación con el patrón. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Ruíz (2018, p. 38), quien llevó a cabo la incorporación de ceniza de lodo de papel logrando un aumento de esta propiedad de hasta 6.44% (53.64 kg/cm^2) al realizar la adición de este material en una cantidad de 8%. Es así como es posible afirmar fueron semejantes los resultados para ambos materiales puesto que se apreció que en porcentajes menores de 8% de reemplazo de cemento por ceniza se obtuvo mejores resultados de resistencia de flexión expresada en su módulo de rotura (MR), puesto que en una dosificación mayor se aprecia un descenso del MR.

VI. CONCLUSIONES

La incorporación de ceniza de Queñual reduce el valor de las propiedades físicas (asentamiento y exudación) para ambas dosificaciones de ceniza de Queñual (8% y 12%). Mientras que en lo concerniente a las propiedades mecánicas se aprecia una mejora de la resistencia a la compresión y resistencia a la flexión para ambas dosificaciones.

La incorporación de ceniza de Queñual reduce el valor de las propiedades físicas (asentamiento y exudación) para ambas dosificaciones de ceniza de Queñual (8% y 12%), obteniéndose para la incorporación del 8% de ceniza de Queñual una reducción del asentamiento en un 10.68% y una reducción de la exudación en un 16.62% en comparación al concreto patrón, mientras que para la incorporación del 12% de ceniza de Queñual se obtuvo una reducción del asentamiento en un 24.27% y una reducción de la exudación en un 27.40% en comparación al concreto patrón.

La incorporación de ceniza de Queñual incrementa el valor de las propiedades mecánicas para ambas dosificaciones de ceniza de Queñual (8% y 12%), obteniéndose para la incorporación del 8% de ceniza de Queñual un incremento de la resistencia a la compresión y flexión de 19.33% y 21.34% respectivamente respecto al concreto patrón, mientras que para del 12% de ceniza de Queñual se obtuvo un incremento de la resistencia a la compresión y flexión de 9.48% y 5.94% respectivamente respecto al concreto patrón.

VII. RECOMENDACIONES

Para futuros proyectos similares hacer uso también de las cenizas de otros materiales rurales o reutilizables que contribuyan tanto en el aspecto económico como ambiental, como lo son las cenizas de cáscara de arroz, para llevar a cabo un análisis comparativo de las propiedades físico-mecánicas obtenidas con ambos tipos de cenizas para poder determinar cuál es el material más óptimo a emplearse.

Hacer uso de aditivos como aquellos conocidos como plastificantes y también incluso los llamados retardantes, puesto que ha quedado demostrado que esta ceniza afecta la trabajabilidad de la mezcla, y también se puede hacer uso de un mayor a/c.

Para futuras investigaciones se realice la sustitución del cemento por la ceniza de Queñual tomando en consideración cantidades que sean de un valor inferior a 8%, puesto que fue este valor el que mejor contribuyó a la resistencia a la compresión y flexión, puesto que en cantidades mayores se apreció una reducción de los valores de dichas resistencias.

REFERENCIAS

AHMED, Hemn Qader, Dilshad Kakasor JAF y Sinan Abdulkhaleq YASEEN. Comparison of the Flexural Performance and Behaviour of Fly-Ash-Based Geopolymer Concrete Beams Reinforced with CFRP and GFRP Bars. *Advances in Materials Science and Engineering* [en línea]. 2020, 2020, 1–15. ISSN 1687-8442 [consultado el 29 de abril de 2022]. Disponible en: doi:10.1155/2020/3495276

AKHTAR, M. I. Research Design. *Research in Social Science: Interdisciplinary Perspectives*. 2016. Vol. 2, No. 11, pp. 68-84. ISSN 2348-6848. Pág.72

ALMANZA Muñoz, Sayda Pilar y ZAMUDIO Loarte, Melissa Brigitte. Influencia de la mezcla de ceniza de lodo de papel y esquisto en las propiedades del concreto $f_c=210\text{Kg/cm}^2$, La Libertad – 2020. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima, Perú, Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, 2020. 105 p.

ARÉVALO Torres, Andy Fabián y LÓPEZ del Águila, Luis. Adición de ceniza de la cascarilla de arroz para mejorar las propiedades de resistencia del concreto en la región San Martín. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Tarapoto, Perú, Universidad Nacional de San Martín, Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, 2020. 184 p.

ASKARZAI, Walied et al. Research Methodologies: An Extensive Overview. *Human Journals* [en línea]. 2017, Junio, Vol.6, no.4, pp. 21-42. [consulta: 8 abril 2022]. Disponible en: http://ijsrm.humanjournals.com/wpcontent/uploads/2017/07/3.Dr_-Walied-ASKARZAI-Bhuvan-Unhelkar.pdf

BABU, T. S. Ramesh y D. NEERAJA. A experimental study of natural admixture effect on conventional concrete and high volume class F flyash blended concrete. *Case Studies in Construction Materials* [en línea]. 2017, 6, 43–62. ISSN 2214-5095 [consultado el 29 de abril de 2022]. Disponible en: doi:10.1016/j.cscm.2016.09.003

BAENA Paz, Guillermina. Metodología de la Investigación. Ciudad de México, Grupo Editorial Patria, 2017, 141 p.

BHEEL, Naraindas, LAL MEGHWAR, Shanker, SOHU, Samiullah y otros. Experimental study on aggregates of recycled concrete with rice husk ash as partial cement replacement. *Civil Engineering Journal* [en línea] 2018, Vol. 4, n°10. [Fecha

consulta: 15 de abril 2022]. ISSN: 2476-3055. Disponible en: <https://civilejournal.org/index.php/cej/article/view/990>

CABEZAS, Edison, ANDRADE, Diego y TORRES, Johana. Introducción a la Metodología de la Investigación Científica. Sangolquí, Comisión Editorial de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, 2018. 137 p.

CHUEWANGKAM, Nattapong et al. Mechanical and Dielectric Properties of Fly Ash Geopolymer/Sugarcane Bagasse Ash Composites. *Polymers* [en línea]. 2022, 14(6), 1140. ISSN 2073-4360 [consultado el 29 de abril de 2022]. Disponible en: [doi:10.3390/polym14061140](https://doi.org/10.3390/polym14061140)

DÍAZ Jiménez, Pedro Antonio. Efectividad del uso de la ceniza de la Termopaipa como sustituto del cemento en la fabricación del concreto. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Tunja, Colombia, Universidad Santo Tomás, Facultad de Ingeniería, 2020. 93 p.

FANG, Guohao et al. Workability and mechanical properties of alkali-activated fly ash-slag concrete cured at ambient temperature. *Construction and Building Materials* [en línea]. 2018, 172, 476–487. ISSN 0950-0618 [consultado el 29 de abril de 2022]. Disponible en: [doi:10.1016/j.conbuildmat.2018.04.008](https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.04.008)

FOTI, Dora et al. Mechanical Characteristics and Water Absorption Properties of Blast-Furnace Slag Concretes with Fly Ashes or Microsilica Additions. *Applied Sciences* [en línea]. 2019, 9(7), 1279. ISSN 2076-3417 [consultado el 29 de abril de 2022]. Disponible en: [doi:10.3390/app90712](https://doi.org/10.3390/app90712)

GARCÍA Mendoza, Jandir y TUNQUI Mendoza, Edwin. Propiedades físico-mecánicas del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ empleando distintos cementos puzolánicos comerciales en la ciudad de Sicuani, Cusco – 2021. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima, Perú, Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, 2021. 129 p.

GOLEWSKI, Grzegorz. Generalized Fracture Toughness and Compressive Strength of Sustainable Concrete Including Low Calcium Fly Ash. *Materials* [en línea]. 2017, 10(12), 1393. ISSN 1996-1944 [consultado el 29 de abril de 2022]. Disponible en: [doi:10.3390/ma10121393](https://doi.org/10.3390/ma10121393)

GUERRERO López, Sergio Miguel. Ceniza de bagazo de caña de azúcar en el concreto. Exploración preliminar del potencial de uso de la ceniza del valle del Chira. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Piura, Perú, Universidad de Piura, Facultad de Ingeniería, 2020. 175 p.

HERMOZA Gutiérrez, Marián Alicia. Estudio comparativo del comportamiento mecánico, físico y microestructural de morteros geopoliméricos obtenidos a partir de ceniza volcánica y morteros de cemento portland de uso tradicional. Tesis (Magíster en Ingeniería). Arequipa, Perú, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Facultad de Ingeniería, 2019. 102 p.

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la Investigación. Ciudad de México, Editorial McGraw-Hill, 2014. 613 p.

JAIME Huertas, Miguel Ángel y PORTOCARRERO Regalado, Luis Alberto. Influencia de la cascarilla y ceniza de cascarilla de arroz sobre la resistencia a la compresión de un concreto no estructural, Trujillo 2018. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Trujillo, Perú, Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, 2018. 157 p.

JOSHAGHANI, Alireza y Mohammad Amin MOEINI. Evaluating the effects of sugar cane bagasse ash (SCBA) and nanosilica on the mechanical and durability properties of mortar. *Construction and Building Materials* [en línea]. 2017, 152, 818–831. ISSN 0950-0618 [consultado el 29 de abril de 2022]. Disponible en: doi:10.1016/j.conbuildmat.2017.07.041

LIU, Mengmeng y Lu ZHANG. Research on Concrete Durability and Protection Technology in Marine Environment. *Journal of Coastal Research* [en línea]. 2020, 109(sp1). ISSN 0749-0208 [consultado el 29 de abril de 2022]. Disponible en: doi:10.2112/jcr-si109-033.1

MAGHFOURI, Mehdi, Payam SHAFIGH y Muhammad ASLAM. Optimum Oil Palm Shell Content as Coarse Aggregate in Concrete Based on Mechanical and Durability Properties. *Advances in Materials Science and Engineering* [en línea]. 2018, 2018, 1–14. ISSN 1687-8442 [consultado el 29 de abril de 2022]. Disponible en: doi:10.1155/2018/4271497

MONTERO Flores, Segundo Yoel. Evaluación de las propiedades del concreto empleando ceniza de cáscara de arroz como sustituto del cemento en porcentajes para las edificaciones en la Ciudad de Chiclayo. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Pimentel, Perú, Universidad Señor de Sipán, Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Urbanismo, 2019. 223 p.

MUÑOZ Solano, Ricardo. Estudio comparativo de concreto elaborado con puzolana natural y concreto con cementos puzolánicos atlas en la ciudad de Huancayo. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Huancayo, Perú, Universidad del Centro del Perú, Facultad de Ingeniería, 2018. 112 p.

ORR, John et al. Durability enhancements using fabric formwork. Magazine of Concrete Research [en línea]. 2018, 65(20), 1236–1245. ISSN 1751-763X [consultado el 29 de abril de 2022]. Disponible en: doi:10.1680/mac.13.00120

OSPINA Pérez, Eduar Fabián y MOLINA Calderón, Yesica Paola. Influencia del contenido de ceniza de bagazo de caña de azúcar en las propiedades mecánicas de flexión y compresión de un material compuesto por cemento portland, puzolana y arena. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Bogotá, Colombia, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Facultad de Ingeniería, 2018. 65 p.

PACHECO Hernández, Alejandra Verónica. Influencia de la CV_{mx} y CBC_{st} en algunas propiedades de concretos ternarios. Tesis (Magíster en Ciencias). Oaxaca, México, Instituto Politécnico Nacional, Facultad de Ingeniería, 2021. 75 p.

PENG, Hua, Jian YIN y Weimin SONG. Mechanical and Hydraulic Behaviors of Eco-Friendly Pervious Concrete Incorporating Fly Ash and Blast Furnace Slag. Applied Sciences [en línea]. 2018, 8(6), 859. ISSN 2076-3417 [consultado el 29 de abril de 2022]. Disponible en: doi:10.3390/app8060859

RAFIEIZONOOZ, Mahdi, JAHANGIR Mirza, y RAZMAN Mohd. Magazine Construction and Building Materials: Investigation of coal bottom ash and fly ash in concrete as replacement for sand and cement. Magazine Elsevier. [en línea]. 2016, Vol.116, n.56, pp.15-24 [fecha de consulta: 27 abril 2022]. ISSN 0950-0618. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.04.080>

RAHI, Samar. Research Design and Methods: A Systematic Review of Research Paradigms, Sampling Issues and Instruments Development. *International Journal of Economics & Management Sciences*. 2017. Vol. 6, no. 2, pp. 1-5. ISSN: 2162-6359.

RATTANACHU, P, KARNTONG, I Y TANGCHIRAPAT, W. Influence of bagasse ash and recycled concrete aggregate on hardened properties of high-strength concrete. *Magazine Construction materials [en línea]* 2018, Vol 68, n°330. pp. 56 - 72. [Fecha consulta: 12 de abril 2022]. ISSN: 0465-2746. Disponible en: <http://doi.org/10.3989/mc.2018.04717>

RODRÍGUEZ Sánchez, Anyi Marcela y TIBABUZO Jiménez, María Paula. Evaluación de la ceniza de cascarilla de arroz como suplemento al cemento en mezclas de concreto hidráulico. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Villavicencio, Colombia, Universidad Santo Tomás, Facultad de Ingeniería Civil, 2019. 63 p.

RUÍZ Sánchez, Aderlly. Resistencia de viga con cemento sustituido en 8% y 10% por la combinación de ceniza de lodo de papel y esquisto. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Chimbote, Perú, Universidad San Pedro, Facultad de Ingeniería, 2018. 124 p.

SULYMON, Nurain et al. Engineering properties of concrete made from gravel obtained in South-West Nigeria. *Cogent Engineering [en línea]*. 2017, Vol. 4, pp. 1-11 [consulta: 10 mayo 2020] DOI:10.1080/23311916.2017.1295793.

VARGAS Delgado, Katya Kelly. Adición de ceniza de Quinual para mejorar la resistencia del concreto – Yanacancha, Cerro de Pasco – 2021. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima, Perú, Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, 2021. 60 p.

WANG, Engui. Upcycling waste seasells with cement: Rheology ad early-age properties of Portland cement paste. (en línea). 2019. (Fecha de consulta: 28 de abril de 2022). Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0921344920300021>.

WU, Zemei, Caijun SHI y Wen HE. Comparative study on flexural properties of ultra-high performance concrete with supplementary cementitious materials under

different curing regimes. *Construction and Building Materials* [en línea]. 2017, 136, 307–313. ISSN 0950-0618 [consultado el 29 de abril de 2022]. Disponible en: doi:10.1016/j.conbuildmat.2017.01.052

YAZURI, Dianely y YELADAQUI, Alberto. Propiedades físico-mecánicas del concreto con sustitución parcial de ceniza de bagazo de caña de azúcar. Revista AvaCient, 7(2): 87-93, 2019.

ZHIPING, Li; DAGAN, Lu; XIAOJIAN, Gao. Multi-objective optimization of gapgraded cement paste blended with supplementary cementitious materials using response Surface Methodology. (en línea). 2019. (Fecha de consulta: 19 de abril de 2022). Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061820305572>

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia.

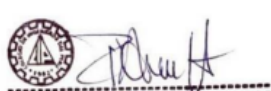


PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIÓN	INDICADORES	METODOLOGÍA
GENERAL	GENERAL	GENERAL	VI: CENIZA DE QUEÑUAL	Dosificación	Adición de la ceniza de Queñual al 8% del peso del cemento de la mezcla.	Enfoque: Cuantitativo. Diseño de investigación: Experimental Tipo de investigación: Aplicada Nivel de Investigación: Explicativo-correlacional Población: Conjunto de probetas y vigas de concreto ensayadas para la obtención de datos. Muestra: 27 probetas y 27 vigas
¿De qué manera la incorporación de ceniza de Queñual influye en las propiedades físico-mecánicas del concreto $f'c=350\text{kg/cm}^2$, Apurímac-Cotabambas Challhuahuacho?	Determinar la influencia de la incorporación de la ceniza de Queñual en las propiedades físico-mecánicas del concreto $f'c=350\text{kg/cm}^2$, Apurímac-Cotabambas Challhuahuacho.	La incorporación de la ceniza de Queñual influye significativamente (de 5% de mejoría) en las propiedades físico-mecánicas del concreto $f'c=350\text{kg/cm}^2$, Apurímac-Cotabambas Challhuahuacho.			Características de la ceniza de Queñual	
				Temperatura de calcinación (400°C)		
					Componentes químicos (% de sílice y calcio)	
ESPECÍFICOS	ESPECÍFICOS	ESPECÍFICOS	VD 1: PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO $F'c=350\text{KG/CM}^2$	Asentamiento	Slump = 3 a 4 pulgadas	
PE1:	OE1:	HE1:				
¿De qué manera la incorporación de ceniza de Queñual influye en propiedades físicas del concreto $f'c=350\text{kg/cm}^2$, Apurímac-Cotabambas Challhuahuacho?	Determinar la influencia de la incorporación de la ceniza de Queñual en las propiedades físicas del concreto $f'c=350\text{kg/cm}^2$, Apurímac-Cotabambas Challhuahuacho.	La incorporación de la ceniza de Queñual influye significativamente (de 5% de mejoría) en las propiedades físicas del concreto $f'c=350\text{kg/cm}^2$, Apurímac-Cotabambas Challhuahuacho.		Exudación	E = 2%-5%	

						Técnica:
PE2:	OE2:	HE2:				Observación experimental
¿De qué manera la incorporación de ceniza de Queñual influye en propiedades mecánicas del concreto $f'c=350\text{kg/cm}^2$, Apurímac-Cotabambas Challhuahuacho?	Determinar la influencia de la incorporación de la ceniza de Queñual en las propiedades mecánicas del concreto $f'c=350\text{kg/cm}^2$, Apurímac-Cotabambas Challhuahuacho.	La incorporación de la ceniza de Queñual influye significativamente (de 5% de mejoría) en las propiedades mecánicas del concreto $f'c=350\text{kg/cm}^2$, Apurímac-Cotabambas Challhuahuacho.	VD 2: PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO $F'C=350\text{KG/CM}^2$	Resistencia a la compresión	$f'c = 350\text{ kg/cm}^2$	Instrumentos:
				Resistencia a la flexión	$MR = 40 - 50\text{ kg/cm}^2$	Formatos de los ensayos realizados

Anexo 2: Matriz de operacionalización de variables.

VARIABLE DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR	INSTRUMENTO	ESCALA DE MEDICIÓN
VI: Ceniza de Queñual	La ceniza de Queñual es un producto proveniente del proceso de combustión de las ramas del árbol de Queñual, compuesto por mucho calcio y potasio, así mismo magnesio, sílice, fósforo, algo de azufre y poco nitrógeno. (VARGAS, 2021, p. 11).	Material constituido por la calcinación de Queñual a temperaturas mayores de 400°C, los cuales serán utilizados mediante dosificaciones de 8% y 12% del peso del cemento de la mezcla.	Dosificación	Adición de la ceniza de Queñual al 8% del peso del cemento de la mezcla.	Formato de ensayo de análisis granulométrico de los agregados.	RAZÓN
				Adición de la ceniza de Queñual al 12% del peso del cemento de la mezcla.	Formato de ensayo del análisis granulométrico de los agregados.	RAZÓN
			Características de la ceniza de Queñual	Temperatura de calcinación (400°C)	Formato de recolección datos	RAZÓN
				Componentes químicos (% de sílice y calcio)	Formato de ensayo de fluorescencia de rayos X	RAZÓN
VD 1: Propiedades físicas del concreto f'c=350 kg/cm ²	Las propiedades físicas del concreto son aquellas que están relacionadas a su estado fresco, y estas son: el asentamiento y la exudación (ALMANZA y ZAMUDIO, 2020, p. 18).	Son las propiedades de asentamiento y exudación que presenta el concreto en estado fresco que se obtienen de los resultados de ensayos de laboratorio.	Asentamiento	Slump = 3 a 4 pulgadas	Formato de ensayo de asentamiento.	RAZÓN
			Exudación	E = 2%-5%	Formato de ensayo de exudación.	RAZÓN
VD 2: Propiedades mecánicas del concreto f'c=350 kg/cm ²	Las propiedades mecánicas del concreto son aquellas que están relacionadas a su estado endurecido, y estas son: la resistencia a la compresión y la resistencia a la flexión (DOMÍNGUEZ y FERNÁNDEZ, 2020, p. 7).	Son la propiedades de resistencia a la compresión y flexión que presenta el concreto en estado endurecido que se obtienen de los resultados de ensayos de laboratorio.	Resistencia a la compresión	f'c = 350 kg/cm ²	Formato de ensayo de resistencia a la compresión.	RAZÓN
			Resistencia a la flexión	MR = 40 - 50 kg/cm ²	Formato de ensayo de resistencia a la flexión.	RAZÓN

Anexo 3: Ficha de validación (juicio de expertos)


FICHA DE VALIDACION								
TÍTULO:			AUTOR:					
"Influencia de ceniza de Queñual (Polylepis) sobre las propiedades físico-mecánicas del concreto $f_c=350$ kg/cm ² , Apurímac-Cotabambas Chalhuhhuacho"			Bach. Huilca Escalante, Brayan Teófilo					
VARIABLES EMPLEADAS	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	VALIDEZ DEL JUICIO DE EXPERTOS				
				INGENIERO N°1	INGENIERO N°2	INGENIERO N°3		
VI: Ceniza de Queñual.	Dosificación.	Adición de la ceniza de Queñual al 8% del peso del cemento de la mezcla.	Formato de ensayo de análisis granulométrico de los agregados	0.85	0.87	0.88		
		Adición de la ceniza de Queñual al 12% del peso del cemento de la mezcla.	Formato de ensayo de análisis granulométrico de los agregados	0.93	0.86	0.79		
	Características de la ceniza de Queñual	Temperatura de calcinación (400°C)	Formato de recolección datos	0.84	0.78	0.84		
		Componentes químicos (% de sílice y calcio)	Formato de ensayo de fluorescencia de rayos X	0.78	0.84	0.76		
VD 1: Propiedades físicas del concreto $f_c=350$ kg/cm ²	Asentamiento	Slump = 3 a 4 pulgadas	Formato de ensayo de asentamiento.	0.85	0.90	0.90		
	Exudación	E = 2%-5%	Formato de ensayo de exudación.	0.87	0.80	0.90		
VD 2: Propiedades mecánicas del concreto $f_c=350$ kg/cm ²	Resistencia a la compresión	$f_c = 350$ kg/cm ²	Formato de ensayo de resistencia a la compresión	0.89	0.92	0.95		
	Resistencia a la flexión	MR = 40 - 50 kg/cm ²	Formato de ensayo de resistencia a la flexión.	0.91	0.95	0.93		
INTERPRETACIÓN DEL VALOR DE LA VALIDEZ (Según Hernández, 2014)			Sumatoria	6.92	6.92	6.95		
Valor de la validez obtenida		Interpretación						
De 0 a 0.60		Inaceptable	Sumatoria / (n° de instrumentos)	0.87	0.87	0.88		
Mayor a 0.60 y menor o igual que 0.70		Deficiente						
Mayor a 0.70 y menor o igual que 0.80		Aceptable	Promedio de la validez obtenida	0.87				
Mayor a 0.80 y menor o igual que 0.90		Buena						
Mayor a 0.90		Excelente						
 ROBERTO ACUÑA HUAMAN INGENIERO CIVIL CIP. 149478 Ingeniero N°1			 Eber John Gutiérrez Arone ING. CIVIL CIP. 168649 Ingeniero N°2			 Ing Marco A. Gutiérrez León INGENIERO CIVIL CIP. 136155 Ingeniero N°3		

Fuente: Propia.

Validación de instrumento – experto 1.

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. Claridad	Esta formulada con lenguaje comprensible.												X	
2. Objetividad	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. Actualidad	Esta adecuado a los objetivos y a las necesidades reales de la investigación.											X		
4. Organización	Existe una organización lógica.											X		
5. Suficiencia	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.											X		
6. Intencionalidad	Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis.											X		
7. Consistencia	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8. Coherencia	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. Metodología	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. Pertinencia	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico.											X		

APORTES Y/O SUGERENCIAS:


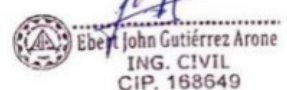
PROMEDIO DE VALORACIÓN: 91%	NOMBRE DEL ESPECIALISTA: Dr. Ing. Roberto Acuña Huamán N° CIP: 149476 FIRMA Y SELLO: 
LUEGO DE REVISAR EL INSTRUMENTO:	
<ul style="list-style-type: none"> • PROCEDE SU APLICACIÓN X • DEBE CORREGIR 	

Fuente: Propia.

Validación de instrumento – experto 2.



CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. Claridad	Esta formulada con lenguaje comprensible.											X		
2. Objetividad	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. Actualidad	Esta adecuado a los objetivos y a las necesidades reales de la investigación.												X	
4. Organización	Existe una organización lógica.											X		
5. Suficiencia	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.												X	
6. Intencionalidad	Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis.												X	
7. Consistencia	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8. Coherencia	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. Metodología	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												X	
10. Pertinencia	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico.											X		

APORTES Y/O SUGERENCIAS:

<p>PROMEDIO DE VALORACIÓN: 93%</p> <p>LUEGO DE REVISAR EL INSTRUMENTO:</p> <ul style="list-style-type: none"> • PROCEDE SU APLICACIÓN X • DEBE CORREGIR 	<p>NOMBRE DEL ESPECIALISTA: Dr. Ing. Ebert John Gutiérrez Arone</p> <p>N° CIP: 168649</p> <p>FIRMA Y SELLO:</p> <div style="text-align: center;">   </div>
---	--

Fuente: Propia.


Validación de instrumento – experto 3.

 <p>UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</p>	VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS																																																																																																																																																																																												
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL																																																																																																																																																																																													
<p>Tesis: "Influencia de ceniza de Queñual (Polylepis) sobre las propiedades físico-mecánicas del concreto $f_c=350$ kg/cm², Apurímac-Cotabambas Challhuahuacho "</p> <p>Autor: Bach. Brayan Teófilo Huilca Escalante.</p> <p>Fecha: 20/03/2022</p>																																																																																																																																																																																													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">CRITERIOS</th> <th rowspan="2">INDICADORES</th> <th colspan="6">INACEPTABLE</th> <th colspan="3">MÍNIMAMENTE ACEPTABLE</th> <th colspan="4">ACEPTABLE</th> </tr> <tr> <th>40</th><th>45</th><th>50</th><th>55</th><th>60</th><th>65</th> <th>70</th><th>75</th><th>80</th> <th>85</th><th>90</th><th>95</th><th>100</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.</td><td>Claridad</td><td colspan="14">Esta formulada con lenguaje comprensible.</td> </tr> <tr> <td>2.</td><td>Objetividad</td><td colspan="14">Esta adecuado a las leyes y principios científicos.</td> </tr> <tr> <td>3.</td><td>Actualidad</td><td colspan="14">Esta adecuado a los objetivos y a las necesidades reales de la investigación.</td> </tr> <tr> <td>4.</td><td>Organización</td><td colspan="14">Existe una organización lógica.</td> </tr> <tr> <td>5.</td><td>Suficiencia</td><td colspan="14">Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.</td> </tr> <tr> <td>6.</td><td>Intencionalidad</td><td colspan="14">Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis.</td> </tr> <tr> <td>7.</td><td>Consistencia</td><td colspan="14">Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.</td> </tr> <tr> <td>8.</td><td>Coherencia</td><td colspan="14">Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores.</td> </tr> <tr> <td>9.</td><td>Metodología</td><td colspan="14">La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.</td> </tr> <tr> <td>10.</td><td>Pertinencia</td><td colspan="14">El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico.</td> </tr> </tbody> </table>	CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	1.	Claridad	Esta formulada con lenguaje comprensible.														2.	Objetividad	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.														3.	Actualidad	Esta adecuado a los objetivos y a las necesidades reales de la investigación.														4.	Organización	Existe una organización lógica.														5.	Suficiencia	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.														6.	Intencionalidad	Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis.														7.	Consistencia	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.														8.	Coherencia	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores.														9.	Metodología	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.														10.	Pertinencia	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico.														
CRITERIOS			INDICADORES	INACEPTABLE						MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE																																																																																																																																																																																
	40	45		50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100																																																																																																																																																																															
1.	Claridad	Esta formulada con lenguaje comprensible.																																																																																																																																																																																											
2.	Objetividad	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.																																																																																																																																																																																											
3.	Actualidad	Esta adecuado a los objetivos y a las necesidades reales de la investigación.																																																																																																																																																																																											
4.	Organización	Existe una organización lógica.																																																																																																																																																																																											
5.	Suficiencia	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.																																																																																																																																																																																											
6.	Intencionalidad	Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis.																																																																																																																																																																																											
7.	Consistencia	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.																																																																																																																																																																																											
8.	Coherencia	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores.																																																																																																																																																																																											
9.	Metodología	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.																																																																																																																																																																																											
10.	Pertinencia	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico.																																																																																																																																																																																											
<p>APORTES Y/O SUGERENCIAS:</p> <p>-----</p> <p>-----</p>																																																																																																																																																																																													
<p>PROMEDIO DE VALORACIÓN: 94%</p> <p>LUEGO DE REVISAR EL INSTRUMENTO:</p> <ul style="list-style-type: none"> • PROCEDE SU APLICACIÓN X • DEBE CORREGIR 	<p>NOMBRE DEL ESPECIALISTA:</p> <p>Dr. Ing. Marco Gutiérrez León</p> <p>N° CIP: 136155</p> <p>FIRMA Y SELLO:</p> <div style="text-align: center;">  <p style="font-size: small;">Ing. Marco A. Gutiérrez León INGENIERO CIVIL CIP. 136155</p> </div>																																																																																																																																																																																												

Fuente: Propia.

Anexo 4: Ensayos de laboratorio.

Análisis granulométrico de agregado grueso.



GEOMAT SERV E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES
DIRECCIÓN: Paj. Montevideo Mz "D" Lote N° 4 Urbanización La Américas, Abancay-Apurímac
CEL: 944983689 – 951266402
Correo: geomat@ire@gmail.com

PROYECTO: TESIS "INFLUENCIA DE CENIZA DE QUEÑUAL (POLYLEPIS) SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c=350 KG/CM², APURÍMAC-COTABAMBAS CHALLHUAHUACHO"

SOLICITANTE: BACH. BRAYAN TEÓFILO HUILLCA ESCALANTE **FECHA:** 24-03-22

DISTRITO: CHALLHUAHUACHO **PROVINCIA:** COTABAMBAS **DEPARTAMENTO:** APURÍMAC

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS
ASTM C136

DATOS DE LA MUESTRA

MATERIAL: AGREGADO GRUESO **PROCEDENCIA:** CANTERA MAYUTINKU

MUESTRA: AGREGADO GRUESO

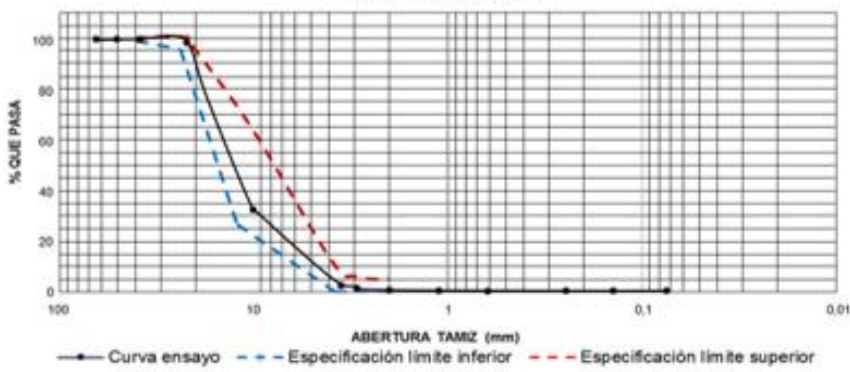
TAMIZ	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	%PASA
				100.00
3"	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	0.00	0.00	0.00	100.00
1-1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	61.00	2.35	2.35	97.65
3/4"	1603.90	61.91	64.26	35.74
1/2"	914.20	35.29	99.55	0.45
3/8"	2.70	0.10	99.66	0.34
N°4	3.20	0.12	99.78	0.22
N°8	1.00	0.04	99.82	0.18
N°16	0.80	0.03	99.85	0.15
N°30	0.80	0.03	99.88	0.12
N°50	0.70	0.03	99.91	0.09
N°100	0.90	0.03	99.94	0.06
N°200	0.90	0.03	99.98	0.02
FONDO	0.60	0.02	100.00	0.00
TOTAL	2590.70			

Wrec+Wsec (g)	2797.50
Wrec (g)	206.80
Wsec (g)	2590.70
Error %	0.00

GRAVA (%)	99.78
ARENA (%)	0.20
FINOS (%)	0.02

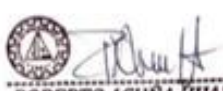
D10	14.26
D30	17.94
D60	21.35
Cc	1.06
Cu	1.50


CURVA DE GRADACIÓN




—●— Curva ensayo - - - Especificación límite inferior - - - Especificación límite superior

Observaciones:



ROBERTO ACUÑA HUAMAN
INGENIERO CIVIL
CIP. 149476


Eber John Gutiérrez Arone
ING. CIVIL
CIP. 168649


Inga Marco A. Gutiérrez León
INGENIERO CIVIL
CIP. 136155

Fuente: GEOMAT SERV. E.I.R.L.

Análisis granulométrico de agregado fino.



GEOMAT SERV E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES
DIRECCIÓN: Paj. Montevideo Mz "D" Lote N° 4 Urbanización La Américas, Abancay-Apurímac
CEL: 944983689 - 951268402
Correo: geomat@ire@gmail.com

PROYECTO: TESIS "INFLUENCIA DE CENIZA DE QUEÑUAL (POLYLEPIS) SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c=350 KG/CM², APURÍMAC-COTABAMBA CHALLHUACHO"

SOLICITANTE: BACH. BRAYAN TEÓFILO HUILLCA ESCALANTE **FECHA:** 24-03-22

DISTRITO: CHALLHUACHO **PROVINCIA:** COTABAMBA **DEPARTAMENTO:** APURÍMAC

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS
ASTM C 136

DATOS DE LA MUESTRA

MATERIAL: AGREGADO FINO **PROCEDECENCIA:** CANTERA MAYUTINKU

MUESTRA: AGREGADO FINO

TAMIZ	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	%PASA
3"	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	0.00	0.00	0.00	100.00
1-1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	6.70	0.42	0.42	99.58
3/8"	2.60	0.16	0.59	99.41
N°4	7.40	0.47	1.06	98.95
N°8	12.20	0.77	1.82	98.18
N°16	29.70	1.88	3.70	96.30
N°30	173.00	10.92	14.62	85.38
N°50	988.80	62.42	77.05	22.95
N°100	251.60	15.88	92.93	7.07
N°200	104.80	6.62	99.55	0.45
FONDO	7.20	0.45	100.00	0.00
TOTAL	1584.00			

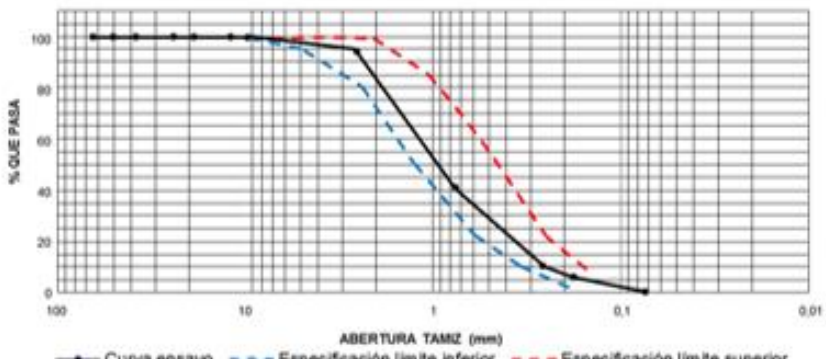
Wrec+Wsec (g)	1755.90
Wrec (g)	171.90
Wsec (g)	1584.00
Error %	0.00

GRAVA (%)	1.05
ARENA (%)	98.49
FINOS (%)	0.45

D10	0.17
D30	0.29
D60	0.46
Cc	1.09
Cu	2.72


MÓDULO DE FINURA	1.91
-------------------------	-------------

CURVA DE GRADACIÓN




—●— Curva ensayo
- - - Especificación límite inferior
- - - Especificación límite superior


Observaciones:



ROBERTO ACUÑA HUAMAN
INGENIERO CIVIL
CIP. 149476




Eberth John Gutiérrez Arone
ING. CIVIL
CIP. 168649



Ing. Marco A. Gutiérrez León
INGENIERO CIVIL
CIP. 136155

Fuente: GEOMAT SERV. E.I.R.L.

Contenido de humedad de los agregados.



GEOMAT SERV E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES
 DIRECCIÓN: Psj. Montevideo Mz "D" Lote N° 4 Urbanización La Américas, Abancay-Apurímac
 CEL: 944983689 – 951268402
 Correo: geomatjhire@gmail.com

PROYECTO: TESIS "INFLUENCIA DE CENIZA DE QUEÑUAL (POLYLEPIS) SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=350 KG/CM², APURÍMAC-COTABAMBAS CHALLHUAHUACHO"

SOLICITANTE: BACH. BRAYAN TEÓFILO HUILLCA ESCALANTE **FECHA:** 24-03-22

DISTRITO: CHALLHUAHUACHO **PROVINCIA:** COTABAMBAS **DEPARTAMENTO:** APURÍMAC

CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS
ASTM C566-19

DATOS DE LA MUESTRA

MATERIAL: AGREGADOS **PROCEDENCIA:** CANTERA MAYUTINKU

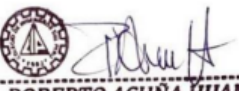
CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND.	DATOS	CANTERA
1	Wrec + Whum	g	2916.50	Mayutinku
2	Wrec + Wsec	g	2909.80	
3	Wrec	g	206.70	
4	Wagua	g	6.70	
5	Wsec	g	2703.10	
6	Contenido de humedad (%)	%	0.2	


CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND.	DATOS	CANTERA
1	Wrec + Whum	g	1945.60	Mayutinku
2	Wrec + Wsec	g	1847.90	
3	Wrec	g	171.80	
4	Wagua	g	97.70	
5	Wsec	g	1676.10	
6	Contenido de humedad (%)	%	5.8	


Observaciones:



ROBERTO ACUÑA HUAMAN
INGENIERO CIVIL
CIP. 149476




Eber John Gutiérrez Arone
ING. CIVIL
CIP. 168649



Ing. Marco A. Gutiérrez León
INGENIERO CIVIL
CIP. 136155

Fuente: GEOMAT SERV. E.I.R.L.

Determinación de peso unitario seco y compactado para agregado grueso.



GEOMAT SERV E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES
DIRECCIÓN: Psj. Montevideo Mz "D" Lote N° 4 Urbanización La Américas, Abancay-Apurímac
CEL: 944983689 – 951268402
Correo: geomatjhire@gmail.com

PROYECTO: TESIS "INFLUENCIA DE CENIZA DE QUEÑUAL (POLYLEPIS) SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c=350 KG/CM², APURÍMAC-COTABAMBAS CHALLHUAHUACHO"

SOLICITANTE: BAC-I. BRAYAN TEÓFILO HUILLCA ESCALANTE **FECHA:** 24-03-22

DISTRITO: CHA.LHUAHUACHO **PROVINCIA:** COTABAMBAS **DEPARTAMENTO:** APURÍMAC

DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DE LOS AGREGADOS
(ASTM C29 / C29M-17a)

DATOS DE LA MUESTRA

MATERIAL: AGREGADO GRUESO **PROCEDENCIA:** CANTERA MAYUTINKU

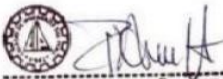
PESO UNITARIO SUELTO

ÍTEM	IDENTIFICACIÓN	UND.	DATOS	CANTERA
1	Peso molde	g	3868.00	Mayutinku
2	Peso molde + grava (1)	g	16211.00	
3	Peso molde + grava (2)	g	16036.00	
4	Peso molde + grava (3)	g	16051.00	
5	Peso molde + grava promedio	g	16099.40	
6	Peso de la grava seca	g	12232.40	
7	Volumen del molde	cm ³	9564.80	
8	Peso unitario suelto	kg/m ³	1279.00	


PESO UNITARIO COMPACTADO

ÍTEM	IDENTIFICACIÓN	UND.	DATOS	CANTERA
1	Peso molde	g	3868.00	Mayutinku
2	Peso molde + grava (1)	g	17661.00	
3	Peso molde + grava (2)	g	17863.00	
4	Peso molde + grava (3)	g	17711.00	
5	Peso molde + grava promedio	g	17745.00	
6	Peso de la grava seca	g	13878.00	
7	Volumen del molde	cm ³	9564.00	
8	Peso unitario compactado	kg/m ³	1452.00	


Observaciones:



ROBERTO ACUÑA HUAMAN
INGENIERO CIVIL
CIP. 149478




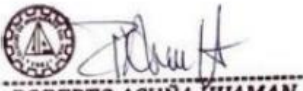





Eber John Gutiérrez Arone
ING. CIVIL
CIP. 168649



Ingo Marco A. Gutiérrez León
INGENIERO CIVIL
CIP. 136155


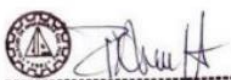


Fuente: GEOMAT SERV. E.I.R.L.

Ensayo de fluorescencia de rayos X para la ceniza de Queñual.

 <p>GEOMAT SERV E.I.R.L.</p>	<p>GEOMAT SERV E.I.R.L.</p> <p>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO</p> <p>SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES</p> <p>DIRECCIÓN: Psj. Montevideo Mz "D" Lote N° 4 Urbanización La Américas, Abancay-Apurímac CEL: 944983689 – 951268402 Correo: geomatjhire@gmail.com</p>																																								
<p>PROYECTO: TESIS "INFLUENCIA DE CENIZA DE QUEÑUAL (POLYLEPIS) SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c=350 KG/CM², APURÍMAC-COTABAMBAS CHALLHUAHUACHO"</p> <p>SOLICITANTE: BACH. BRAYAN TEÓFILO HUILLCA ESCALANTE</p> <p>DISTRITO: CHALLHUAHUACHO</p>	<p>FECHA: 24-03-22</p> <p>PROVINCIA: COTABAMBAS</p> <p>DEPARTAMENTO: APÚRIMAC</p>																																								
ENSAYO DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X																																									
DATOS DE LA MUESTRA																																									
<p>Tipo de muestra: Ceniza de Queñual Condiciones ambientales: Temperatura: 22.5°C; Humedad natural: 68%</p> <p style="text-align: center;">ANÁLISIS DE CENIZA DE QUEÑUAL (CALCINADA A 400°C)</p>																																									
<p>Análisis de composición química elemental</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Composición química</th> <th>Resultados (%)</th> <th>Método utilizado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Calcio, Ca</td> <td>74.485</td> <td rowspan="8" style="text-align: center; vertical-align: middle;">Espectrometría de fluorescencia de rayos X de energía dispersiva.</td> </tr> <tr> <td>Magnesio, Mg</td> <td>9.145</td> </tr> <tr> <td>Aluminio, Al</td> <td>3.987</td> </tr> <tr> <td>Silicio, Si</td> <td>7.228</td> </tr> <tr> <td>Azufre, S</td> <td>1.341</td> </tr> <tr> <td>Hierro, Fe</td> <td>2.984</td> </tr> <tr> <td>Estroncio, Sr</td> <td>0.385</td> </tr> <tr> <td>Potasio, K</td> <td>0.445</td> </tr> </tbody> </table>	Composición química	Resultados (%)	Método utilizado	Calcio, Ca	74.485	Espectrometría de fluorescencia de rayos X de energía dispersiva.	Magnesio, Mg	9.145	Aluminio, Al	3.987	Silicio, Si	7.228	Azufre, S	1.341	Hierro, Fe	2.984	Estroncio, Sr	0.385	Potasio, K	0.445	<p>Análisis de composición química expresado en óxidos</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Composición química</th> <th>Resultados (%)</th> <th>Método utilizado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Óxido de calcio, CaO</td> <td>58.272</td> <td rowspan="8" style="text-align: center; vertical-align: middle;">Espectrometría de fluorescencia de rayos X de energía dispersiva.</td> </tr> <tr> <td>Óxido de magnesio, MgO</td> <td>17.485</td> </tr> <tr> <td>Óxido de aluminio, Al₂O₃</td> <td>10.255</td> </tr> <tr> <td>Óxido de silicio, SiO₂</td> <td>7.876</td> </tr> <tr> <td>Óxido de potasio, K₂O</td> <td>1.421</td> </tr> <tr> <td>Óxido de hierro, Fe₂O₃</td> <td>4.066</td> </tr> <tr> <td>Óxido de azufre, SO₃</td> <td>0.45</td> </tr> <tr> <td>Óxido de estroncio, SrO</td> <td>0.174</td> </tr> </tbody> </table>	Composición química	Resultados (%)	Método utilizado	Óxido de calcio, CaO	58.272	Espectrometría de fluorescencia de rayos X de energía dispersiva.	Óxido de magnesio, MgO	17.485	Óxido de aluminio, Al ₂ O ₃	10.255	Óxido de silicio, SiO ₂	7.876	Óxido de potasio, K ₂ O	1.421	Óxido de hierro, Fe ₂ O ₃	4.066	Óxido de azufre, SO ₃	0.45	Óxido de estroncio, SrO	0.174
Composición química	Resultados (%)	Método utilizado																																							
Calcio, Ca	74.485	Espectrometría de fluorescencia de rayos X de energía dispersiva.																																							
Magnesio, Mg	9.145																																								
Aluminio, Al	3.987																																								
Silicio, Si	7.228																																								
Azufre, S	1.341																																								
Hierro, Fe	2.984																																								
Estroncio, Sr	0.385																																								
Potasio, K	0.445																																								
Composición química	Resultados (%)	Método utilizado																																							
Óxido de calcio, CaO	58.272	Espectrometría de fluorescencia de rayos X de energía dispersiva.																																							
Óxido de magnesio, MgO	17.485																																								
Óxido de aluminio, Al ₂ O ₃	10.255																																								
Óxido de silicio, SiO ₂	7.876																																								
Óxido de potasio, K ₂ O	1.421																																								
Óxido de hierro, Fe ₂ O ₃	4.066																																								
Óxido de azufre, SO ₃	0.45																																								
Óxido de estroncio, SrO	0.174																																								
<p>Validez de los resultados: Los resultados son válidos solo para la muestra seleccionada por el solicitante del servicio en las condiciones indicadas en este informe.</p>																																									
<p><u>Observaciones:</u></p>																																									
  ROBERTO ACUÑA HUAMAN INGENIERO CIVIL CIP. 149476	  Ebert John Gutiérrez Arone ING. CIVIL CIP. 168649	  Ing. Marco A. Gutiérrez León INGENIERO CIVIL CIP. 136155																																							


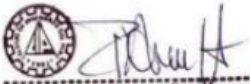





Fuente: GEOMAT SERV. E.I.R.L.

Determinación de peso unitario seco y compactado para agregado fino.

		GEOMAT SERV E.I.R.L. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES DIRECCIÓN: Psj. Montevideo Mz "D" Lote N° 4 Urbanización La Américas, Abancay-Apurímac CEL: 944983689 – 951268402 Correo: geomatjhire@gmail.com			
		GEOMAT SERV E.I.R.L.			
PROYECTO:	TESIS "INFLUENCIA DE CENIZA DE QUEÑUAL (POLYLEPIS) SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c=350 KG/CM ² , APURÍMAC-COTABAMBAS CHALLHUAHUACHO"				
SOLICITANTE:	BACH. BRAYAN TEÓFILO HUILLCA ESCALANTE	FECHA:	24-03-22		
DISTRITO:	CHALLHUAHUACHO	PROVINCIA:	COTABAMBAS		
		DEPARTAMENTO:	APURÍMAC		
DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DE LOS AGREGADOS (ASTM C29 / C29M-17a)					
DATOS DE LA MUESTRA					
MATERIAL:	AGREGADO FINO	PROCEDENCIA:	CANTERA MAYUTINKU		
PESO UNITARIO SUELTO					
ÍTEM	IDENTIFICACIÓN	UND.	DATOS	CANTERA	
1	Peso molde	g	5140.00	Mayutinku	
2	Peso molde + arena (1)	g	9603.00		
3	Peso molde + arena (2)	g	9608.00		
4	Peso molde + arena (3)	g	9584.00		
5	Peso molde + arena promedio	g	9598.60		
6	Peso de la arena seca	g	4458.60		
7	Volumen del molde	cm ³	3121.90		
8	Peso unitario suelto	kg/m ³	1429.00		
PESO UNITARIO COMPACTADO					
ÍTEM	IDENTIFICACIÓN	UND.	DATOS	CANTERA	
1	Peso molde	g	5140.00	Mayutinku	
2	Peso molde + arena (1)	g	10170.00		
3	Peso molde + arena (2)	g	10221.00		
4	Peso molde + arena (3)	g	10221.00		
5	Peso molde + arena promedio	g	10204.00		
6	Peso de la arena seca	g	5064.00		
7	Volumen del molde	cm ³	3121.80		
8	Peso unitario suelto	kg/m ³	1623.00		
<u>Observaciones:</u>					
 ROBERTO ACUÑA HUAMAN INGENIERO CIVIL CIP. 149476		 Eberth John Gutiérrez Arone ING. CIVIL CIP. 168649		 Ing. Marco A. Gutiérrez León INGENIERO CIVIL CIP. 136155	


Fuente: GEOMAT SERV. E.I.R.L.

Ensayo de asentamiento.

 <p>GEOMAT SERV E.I.R.L.</p>	<p>GEOMAT SERV E.I.R.L. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES DIRECCIÓN: Psj. Montevideo Mz "D" Lote N° 4 Urbanización La Américas, Abancay-Apurímac CEL: 944983689 – 951268402 Correo: geomatjhire@gmail.com</p>				
<p>PROYECTO: TESIS "INFLUENCIA DE CENIZA DE QUEÑUAL (POLYLEPIS) SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO F^c=350 KG/CM², APURÍMAC-COTABAMBAS CHALLHUAHUACHO"</p>	<p>SOLICITANTE: BACH. BRAYAN TEÓFILO HUILLCA ESCALANTE</p>	<p>FECHA: 28-03-22</p>			
<p>DISTRITO: CHALLHUAHUACHO</p>	<p>PROVINCIA: COTABAMBAS</p>	<p>DEPARTAMENTO: APÚRIMAC</p>			
<p>ENSAYO DE ASENTAMIENTO DEL CONCRETO FRESCO (ASTM C-143/NTP 339.035)</p>					
<p>DATOS DE LA MUESTRA</p>					
<p>Tipo de muestra: Concreto fresco</p>	<p>F^c de diseño: 350 kg/cm²</p>				
<p>Tipo de mezcla</p>	<p>Identificación</p>	<p>Fecha toma</p>	<p>Asentamiento (pulg)</p>	<p>Asentamiento promedio (pulg)</p>	<p>Tipo de consistencia</p>
<p>Concreto Patrón</p>	<p>ACP-1</p>	<p>28-03-22</p>	<p>4.15</p>	<p>4.12</p>	<p>Plástico</p>
	<p>ACP-2</p>	<p>28-03-22</p>	<p>4.08</p>		
	<p>ACP-3</p>	<p>28-03-22</p>	<p>4.13</p>		
<p>Concreto con 8% de ceniza de Queñual</p>	<p>ACQ8-1</p>	<p>28-03-22</p>	<p>3.71</p>	<p>3.68</p>	<p>Plástico</p>
	<p>ACQ8-2</p>	<p>28-03-22</p>	<p>3.66</p>		
	<p>ACQ8-3</p>	<p>28-03-22</p>	<p>3.67</p>		
<p>Concreto con 12% de ceniza de Queñual</p>	<p>ACQ12-1</p>	<p>28-03-22</p>	<p>3.13</p>	<p>3.12</p>	<p>Plástico</p>
	<p>ACQ12-2</p>	<p>28-03-22</p>	<p>3.15</p>		
	<p>ACQ12-3</p>	<p>28-03-22</p>	<p>3.08</p>		
<p><u>Observaciones:</u></p>					
  ROBERTO ACUÑA HUAMAN INGENIERO CIVIL CIP. 149476	  Ebert John Gutiérrez Arone ING. CIVIL CIP. 168649	  Ing. Marco A. Gutiérrez León INGENIERO CIVIL CIP. 136155			

Fuente: GEOMAT SERV. E.I.R.L.

Ensayo de exudación.



GEOMAT SERV E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES
DIRECCIÓN: P.sj. Montevideo Mz "D" Lote N° 4 Urbanización La Américas, Abancay-Apurímac
CEL: 944983689 – 951268402
Correo: geomatjhre@gmail.com

PROYECTO: TESIS "INFLUENCIA DE CENIZA DE QUEÑUAL (POLYLEPIS) SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c=350 KG/CM², APURÍMAC-COTABAMBAS CHALLHUAHUACHO"

SOLICITANTE: BACH. BRAYAN TEÓFILO HUILLCA ESCALANTE **FECHA:** 28-03-22

DISTRITO: CHALLHUAHUACHO **PROVINCIA:** COTABAMBAS **DEPARTAMENTO:** APURÍMAC


ENSAYO DE EXUDACIÓN DEL CONCRETO FRESCO
 (ASTM C-232/NTP 339.077)

DATOS DE LA MUESTRA


Tipo de muestra: Concreto fresco **F'c de diseño:** 350 kg/cm²

Tipo de mezcla	Identificación	Fecha de toma	Peso de la muestra de concreto	Peso promedio	Volumen acumulado exudado (ml)	Exudación (ml/cm²)	Exudación (%)
Concreto Patrón	ECP-1	28-03-22	15.81	15.82	42	0.16	4.27
	ECP-2	28-03-22	15.79				
	ECP-3	28-03-22	15.84				
Concreto con 8% de ceniza de Queñual	ECQ8-1	28-03-22	15.53	15.56	35	0.13	3.56
	ECQ8-2	28-03-22	15.58				
	ECQ8-3	28-03-22	15.57				
Concreto con 12% de ceniza de Queñual	ECQ12-1	28-03-22	14.62	14.67	32	0.11	3.10
	ECQ12-2	28-03-22	14.71				
	ECQ12-3	28-03-22	14.68				


Observaciones:



ROBERTO ACUÑA HUAMAN
INGENIERO CIVIL
CIP. 149476




Eber John Gutiérrez Arone
ING. CIVIL
CIP. 168649



Ing. Marco A. Gutiérrez León
INGENIERO CIVIL
CIP. 136155

Fuente: GEOMAT SERV. E.I.R.L.

Ensayo de resistencia a la compresión a los 7 días.



GEOMAT SERV E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES

DIRECCIÓN: Psj. Montevideo Mz "D" Lote N° 4 Urbanización La Américas, Abancay-Apurímac
CEL: 944983689 – 951268402
Correo: geomatjhire@gmail.com

PROYECTO: TESIS "INFLUENCIA DE CENIZA DE QUEÑUAL (POLYLEPIS) SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c=350 KG/CM², APURÍMAC-COTABAMBAS CHALLHUAHUACHO"

SOLICITANTE: BACH. BRAYAN TEÓFILO HUILLCA ESCALANTE **FECHA:** 04-04-22

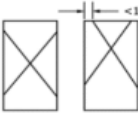
DISTRITO: CHALLHUAHUACHO **PROVINCIA:** COTABAMBAS **DEPARTAMENTO:** APURÍMAC

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
(ASTM C39/M-21)

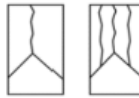
DATOS DE LA MUESTRA

Tipo de muestra: Concreto **F'c de diseño:** 350 kg/cm² **Presentación:** Especímenes cilíndricos


Identificación	Edad (días)	f'c de diseño (kg/cm ²)	A (cm ²)	W (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Esfuerzo (MPa)	Porcentaje de resistencia
CP-1-7	7	350	177.82	30.487	295.42	28.97	84.41%
CP-2-7	7	350	178.94	31.225	288.75	28.32	82.50%
CP-3-7	7	350	179.25	31.469	301.94	29.61	86.27%
CQ8-1-7	7	350	175.82	38.334	340.88	33.43	97.39%
CQ8-2-7	7	350	176.94	39.688	359.93	35.30	102.84%
CQ8-3-7	7	350	179.25	40.245	351.42	34.46	100.41%
CQ12-1-7	7	350	178.35	34.451	324.72	31.84	92.78%
CQ12-2-7	7	350	177.68	35.905	320.86	31.47	91.67%
CQ12-3-7	7	350	176.34	34.458	328.73	32.24	93.92%




Tipo 1
Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 1 pulg (25 mm)




Tipo 2
Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, como no bien definido en el otro extremo




Tipo 3
Fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, conos no bien formados



Tipo 4
Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos; golpee suavemente con un martillo para distinguirla del Tipo 1



Tipo 5
Fracturas en los lados en las partes superior o inferior (Ocurre comúnmente con tapas no adheridas)



Tipo 6
Similar al Tipo 5, pero el extremo del cilindro es puntiagudo

8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table Note 13:

L/D:	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor:	0.98	0.96	0.93	0.87


Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.

Fuente: ASTM


	Coefficient of Variation ⁴	Acceptable Range ⁴ of Individual Cylinder Strengths	
		2 cylinders	3 cylinders
150 by 300 mm [6 by 12 in.]			
Laboratory conditions	2.4 %	6.6 %	7.8 %
Field conditions	2.9 %	8.0 %	9.5 %
100 by 200 mm [4 by 8 in.]			
Laboratory conditions	3.2 %	9.0 %	10.6 %

Fuente: ASTM


Observaciones:



ROBERTO ACUÑA HUAMAN
INGENIERO CIVIL
CIP. 149476




Eber John Gutiérrez Arone
ING. CIVIL
CIP. 168649



Ing. Marco A. Gutiérrez León
INGENIERO CIVIL
CIP. 136155

Fuente: GEOMAT SERV. E.I.R.L.

Ensayo de resistencia a la compresión a los 14 días.



GEOMAT SERV E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES

DIRECCIÓN: Psj. Montevideo Mz "D" Lote N° 4 Urbanización La Américas, Abancay-Apurímac
CEL: 944983689 – 951268402
Correo: geomatjhire@gmail.com

PROYECTO: TESIS "INFLUENCIA DE CENIZA DE QUEÑUAL (POLYLEPIS) SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c=350 KG/CM², APURÍMAC-COTABAMBAS CHALLHUAHUACHO"

SOLICITANTE: BACH. BRAYAN TEÓFILO HUILLCA ESCALANTE

FECHA: 11-04-22

DISTRITO: CHALLHUAHUACHO

PROVINCIA: COTABAMBAS

DEPARTAMENTO: APÚRIMAC

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
(ASTM C39/M-21)


DATOS DE LA MUESTRA

Tipo de muestra: Concreto

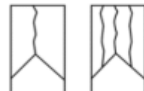
F'c de diseño: 350 kg/cm²

Presentación: Especímenes cilíndricos


Identificación	Edad (días)	f'c de diseño (kg/cm ²)	A (cm ²)	W (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Esfuerzo (MPa)	Porcentaje de resistencia
CP-1-14	14	350	178.79	31.524	334.82	32.83	95.67%
CP-2-14	14	350	177.94	31.648	338.54	33.20	96.73%
CP-3-14	14	350	176.83	30.796	339.26	33.27	96.93%
CQ8-1-14	14	350	177.32	43.338	388.65	38.11	111.04%
CQ8-2-14	14	350	177.64	45.254	406.39	39.85	116.11%
CQ8-3-14	14	350	176.38	44.679	398.92	39.12	113.98%
CQ12-1-14	14	350	176.58	40.212	376.47	36.92	107.56%
CQ12-2-14	14	350	177.39	42.354	380.89	37.35	108.83%
CQ12-3-14	14	350	177.42	42.895	382.46	37.51	109.27%



Tipo 1
Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 1 pulg (25 mm)



Tipo 2
Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, como no bien definido en el otro extremo



Tipo 3
Fisuras verticales en columnadas a través de ambos extremos, conos no bien formados


8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table Note 13:

L/D:	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor:	0.98	0.96	0.93	0.87


Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.

	Coefficient of Variation ^a	Acceptable Range ^d of Individual Cylinder Strengths	
		2 cylinders	3 cylinders
150 by 300 mm [6 by 12 in.]			
Laboratory conditions	2.4 %	6.6 %	7.8 %
Field conditions	2.9 %	8.0 %	9.5 %
100 by 200 mm [4 by 8 in.]			
Laboratory conditions	3.2 %	9.0 %	10.6 %


Fuente: ASTM



Tipo 4
Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos; golpee suavemente con un martillo para distinguirla del Tipo 1



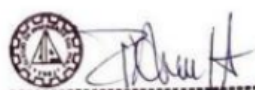
Tipo 5
Fracturas en los lados en las partes superior o inferior (Ocurre comúnmente con tapas no adheridas)




Tipo 6
Similar al Tipo 5, pero el extremo del cilindro es puntagudo

Fuente: ASTM


Observaciones:



ROBERTO ACUÑA HUAMAN
INGENIERO CIVIL
CIP. 149476



Eberth John Gutiérrez Arone
ING. CIVIL
CIP. 168649




Ing. Marco A. Gutiérrez León
INGENIERO CIVIL
CIP. 136155

Fuente: GEOMAT SERV. E.I.R.L.

79

Ensayo de resistencia a la compresión a los 28 días.



GEOMAT SERV E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES
DIRECCIÓN: Psj. Montevideo Mz "D" Lote N° 4 Urbanización La Américas, Abancay-Apurímac
CEL: 944983689 – 951268402
Correo: geomatjhire@gmail.com

PROYECTO: TESIS "INFLUENCIA DE CENIZA DE QUEÑUAL (POLYLEPIS) SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c=350 KG/CM², APURÍMAC-COTABAMBAS CHALLHUAHUACHO"

SOLICITANTE: BACH. BRAYAN TEOFILO HUILLCA ESCALANTE

FECHA: 25-04-22

DISTRITO: CHALLHUAHUACHO

PROVINCIA: COTABAMBAS

DEPARTAMENTO: APÚRIMAC

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
(ASTM C39/M-21)

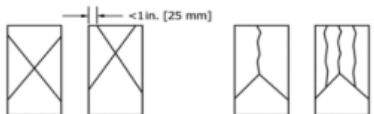
DATOS DE LA MUESTRA

Tipo de muestra: Concreto

F'c de diseño: 350 kg/cm²


Presentación: Especímenes cilíndricos

Identificación	Edad (días)	f'c de diseño (kg/cm ²)	A (cm ²)	W (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Esfuerzo (MPa)	Porcentaje de resistencia
CP-1-28	28	350	178.79	31.524	388.34	38.08	111.54%
CP-2-28	28	350	177.94	31.648	385.79	37.83	110.23%
CP-3-28	28	350	176.83	30.796	392.58	38.50	112.17%
CQ8-1-28	28	350	177.45	49.874	469.84	46.08	134.24%
CQ8-2-28	28	350	178.32	50.752	474.58	46.54	135.59%
CQ8-3-28	28	350	178.97	52.496	471.26	46.21	134.65%
CQ12-1-28	28	350	179.34	44.258	408.24	40.03	116.64%
CQ12-2-28	28	350	178.83	43.625	417.52	40.94	119.29%
CQ12-3-28	28	350	177.56	44.572	410.25	40.23	117.21%



Tipo 1
Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 1 pulg (25 mm)

Tipo 2
Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, como no bien definido en el otro extremo




Tipo 3
Fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, conos no bien formados

8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table Note 13:

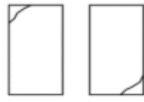
L/D:	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor:	0.98	0.96	0.93	0.87

Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.


	Coefficient of Variation ⁴	Acceptable Range ⁴ of Individual Cylinder Strengths	
		2 cylinders	3 cylinders
150 by 300 mm [6 by 12 in.]	Laboratory conditions	2.4 %	6.6 %
	Field conditions	2.9 %	8.0 %
100 by 200 mm [4 by 8 in.]	Laboratory conditions	3.2 %	9.0 %
	Laboratory conditions	3.2 %	10.6 %



Tipo 4
Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos; golpee suavemente con un martillo para distinguirla del Tipo 1



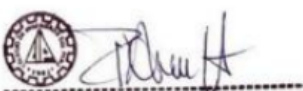
Tipo 5
Fracturas en los lados en las partes superior o inferior (Ocurre comúnmente con tapas no adheridas)




Tipo 6
Similar al Tipo 5, pero el extremo del cilindro es puntagudo

Fuente: ASTM


Observaciones:



ROBERTO ACUÑA HUAMAN
INGENIERO CIVIL
CIP. 149476




Eber John Gutiérrez Arone
ING. CIVIL
CIP. 168649



Ing. Marco A. Gutiérrez León
INGENIERO CIVIL
CIP. 136155

Fuente: GEOMAT SERV. E.I.R.L.

Ensayo de resistencia a la flexión a los 7 días.



GEOMAT SERV E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES

DIRECCIÓN: Psj. Montevideo Mz "D" Lote N° 4 Urbanización La Américas, Abancay-Apurímac
CEL: 944983689 – 951268402
Correo: geomatjhire@gmail.com

PROYECTO: TESIS "INFLUENCIA DE CENIZA DE QUEÑUAL (POLYLEPIS) SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=350 KG/CM², APURÍMAC-COTABAMBAS CHALLHUAHUACHO"

SOLICITANTE: BACH. BRAYAN TEÓFILO HUILLCA ESCALANTE

FECHA: 04-04-22

DISTRITO: CHALLHUAHUACHO

PROVINCIA: COTABAMBAS

DEPARTAMENTO: APURÍMAC

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN
(ASTM C-78/NTP 339.078)

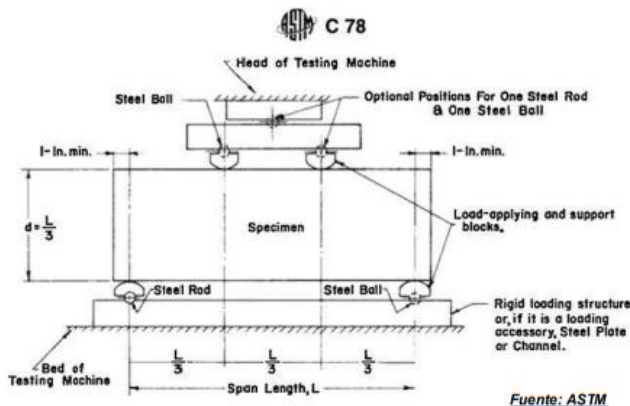
DATOS DE LA MUESTRA

Tipo de muestra: Concreto

F'c de diseño: 350 kg/cm²


Presentación: Vigas de concreto endurecido

Mezcla	Edad (días)	Dimensiones del espécimen			Ubicación de la falla	Módulo de rotura (kg/cm ²)	Módulo de rotura (MPa)
		Altura (mm)	Luz libre (mm)	Ancho (mm)			
FP-1-7	7	150.00	450.00	151.00	Tercio central	49	4.81
FP-2-7	7	150.00	450.00	149.00	Tercio central	48	4.71
FP-3-7	7	149.00	450.00	150.00	Tercio central	49	4.81
QP8-1-7	7	150.00	450.00	149.00	Tercio central	58	5.69
QP8-2-7	7	150.00	450.00	152.00	Tercio central	57	5.59
QP8-3-7	7	151.00	450.00	150.00	Tercio central	56	5.49
QP12-1-7	7	151.00	450.00	151.00	Tercio central	52	5.10
QP12-2-7	7	150.00	450.00	152.00	Tercio central	51	5.00
QP12-3-7	7	149.00	450.00	153.00	Tercio central	50	4.90




Fuente: ASTM


Observaciones:



ROBERTO ACUÑA HUAMAN
INGENIERO CIVIL
CIP. 149476




Eber John Gutiérrez Arone
ING. CIVIL
CIP. 168649



Ing. Marco A. Gutiérrez León
INGENIERO CIVIL
CIP. 136155

Fuente: GEOMAT SERV. E.I.R.L.

Ensayo de resistencia a la flexión a los 14 días.



GEOMAT SERV E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES
DIRECCIÓN: P.sj. Montevideo Mz "D" Lote N° 4 Urbanización La Américas, Abancay-Apurímac
CEL: 944983689 – 951268402
Correo: geomatjhire@gmail.com

PROYECTO: TESIS "INFLUENCIA DE CENIZA DE QUEÑUAL (POLYLEPIS) SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c=350 KG/CM². APURÍMAC-COTABAMBAS CHALLHUAHUACHO"

SOLICITANTE: BACH. BRAYAN TEÓFILO HUILLCA ESCALANTE

FECHA: 11-04-22

DISTRITO: CHALLHUAHUACHO

PROVINCIA: COTABAMBAS

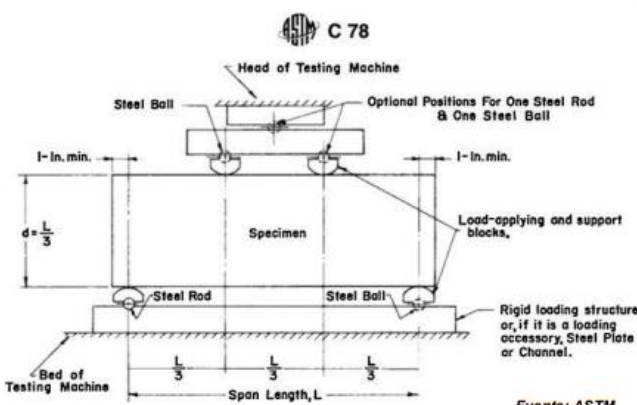
DEPARTAMENTO: APURÍMAC

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN
(ASTM C-78/NTP 339.078)

DATOS DE LA MUESTRA

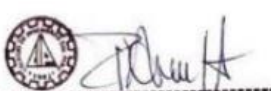
Tipo de muestra: Concreto **F'c de diseño:** 350 kg/cm² **Presentación:** Vigas de concreto endurecido

Mezcla	Edad (días)	Dimensiones del espécimen			Ubicación de la falla	Módulo de rotura (kg/cm²)	Módulo de rotura (MPa)
		Altura (mm)	Luz libre (mm)	Ancho (mm)			
FP-1-14	14	150.00	450.00	151.00	Tercio central	41	4.02
FP-2-14	14	150.00	450.00	149.00	Tercio central	39	3.82
FP-3-14	14	149.00	450.00	150.00	Tercio central	45	4.41
QP8-1-14	14	150.00	450.00	149.00	Tercio central	51	5.00
QP8-2-14	14	150.00	450.00	152.00	Tercio central	48	4.71
QP8-3-14	14	151.00	450.00	150.00	Tercio central	52	5.10
QP12-1-14	14	151.00	450.00	151.00	Tercio central	45	4.41
QP12-2-14	14	150.00	450.00	152.00	Tercio central	41	4.02
QP12-3-14	14	149.00	450.00	153.00	Tercio central	42	4.12




Fuente: ASTM


Observaciones:



ROBERTO ACUÑA HUAMAN
INGENIERO CIVIL
CIP. 149478



Eberth John Gutiérrez Arone
ING. CIVIL
CIP. 168649



Ing. Marco A. Gutiérrez León
INGENIERO CIVIL
CIP. 136155

Fuente: GEOMAT SERV. E.I.R.L.

Ensayo de resistencia a la flexión a los 28 días.



GEOMAT SERV E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES
 DIRECCIÓN: Psj. Montevideo Mz "D" Lote N° 4 Urbanización La Américas, Abancay-Apurímac
 CEL: 944983689 – 951268402
 Correo: geomatjhire@gmail.com

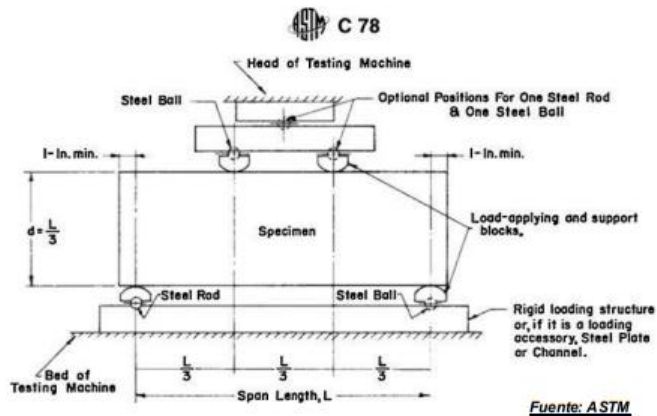
PROYECTO: TESIS "INFLUENCIA DE CENIZA DE QUEÑUAL (POLYLEPIS) SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO F^c=350 KG/CM², APURIMAC-COTABAMBAS CHALLHUAHUACHO"
SOLICITANTE: BACH. BRAYAN TEÓFILO HUILLCA ESCALANTE **FECHA:** 25-04-22
DISTRITO: CHALLHUAHUACHO **PROVINCIA:** COTABAMBAS **DEPARTAMENTO:** APÚRIMAC

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN
(ASTM C-78/NTP 339.078)

DATOS DE LA MUESTRA

Tipo de muestra: Concreto **F^c de diseño:** 350 kg/cm² **Presentación:** Vigas de concreto endurecido

Mezcla	Edad (días)	Dimensiones del espécimen			Ubicación de la falla	Módulo de rotura (kg/cm ²)	Módulo de rotura (MPa)
		Altura (mm)	Luz libre (mm)	Ancho (mm)			
FP-1-28	28	150.00	450.00	151.00	Tercio central	50	4.90
FP-2-28	28	150.00	450.00	149.00	Tercio central	53	5.20
FP-3-28	28	149.00	450.00	150.00	Tercio central	51	5.00
QP8-1-28	28	150.00	450.00	149.00	Tercio central	57	5.59
QP8-2-28	28	150.00	450.00	152.00	Tercio central	60	5.88
QP8-3-28	28	151.00	450.00	150.00	Tercio central	56	5.49
QP12-1-28	28	151.00	450.00	151.00	Tercio central	53	5.20
QP12-2-28	28	150.00	450.00	152.00	Tercio central	55	5.39
QP12-3-28	28	149.00	450.00	153.00	Tercio central	52	5.10



Observaciones:


ROBERTO ACUÑA HUAMAN
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 149476


Eber John Gutiérrez Arone
 ING. CIVIL
 CIP. 168649


Ing. Marco A. Gutiérrez León
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 136155

Fuente: GEOMAT SERV. E.I.R.L.

Anexo 5. Certificados de calibración

Certificado de calibración de horno eléctrico – Hoja 1.

	LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL – DA CON REGISTRO N° LC - 001	 INACAL DA - Perú Laboratorio de Calibración Acreditado Registro N° LC - 001
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° V-3824-2022		
		Expediente N° : 97858 Pág. 1 de 5
Fecha de emisión	2022-03-24	
1. Solicitante:	GEOMAT SERV. EIRL	Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.
2. Dirección:	Pje. Montevideo Mz. D; Lte. 4 Urbanización Las Américas – Abancay – Apurímac	
3. Equipo:	HORNO ELÉCTRICO DIGITAL	METROIL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI). Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de METROIL S.A.C.
Marca:	PINZUAR LTDA.	
Modelo:	PG - 190	
Número de serie:	199	
Procedencia:	Colombia	
Identificación:	S/N	
Instrumento medición:	Termómetro con Indicación Digital	
Marca / Modelo	DELTA OHM	
Alcance de Indicación:	-50 °C a 400 °C	
División de Escala:	0.01 °C	
Identificación:	MT-5147	
Selector:	S16	
Marca / Modelo:	SALZER	
Alcance de Indicación:	0 °C a 200 °C	
División de Escala:	1 °C	
Ubicación:	Pje. Montevideo D-4 Urb Las Américas – Abancay – Apurímac	
4. Fecha de Calibración:	2022-03-23	  Ing. GERARDO A. GOICOCHEA DE LA CRUZ Gerente Técnico (e) C.I.P.: 171505
METROLOGÍA E INGENIERÍA LINO S.A.C. Av. Venezuela N° 2040 - Lima 01 - Lima, Perú Central Telefónica: (511) 713-9080 / (511) 713-5656 / 999 048 181 Atención al Cliente: 975 193 739 Consulta Técnica: (511) 713-5610 / 975 432 445 / 965 403 256 E-mail: ventas@metroil.com.pe / Web: www.metroil.com.pe		

Fuente: METROIL S.A.C.

Certificado de calibración de horno eléctrico – Hoja 2.



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL – DA
CON REGISTRO N° LC - 001



Registro N° LC - 001

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° V-3824-2022

Pág. 2 de 5

5. Método de Calibración:

La calibración se realizó por comparación directa según el PC-018, 2da Ed. "Procedimiento para la calibración o caracterización de medios isotermos con aire como medio termostático"

6. Lugar de calibración:

Laboratorio de Temperatura y Humedad de METROIL S.A.C.

7. Condiciones Ambientales:

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	22.1	22.8 °C
Humedad Relativa (%HR)	50.5	50 %

8. Patrones de Referencia:

Los resultados de calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología – INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades (SI) y el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia del SNM - INACAL	TERMÓMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL Rango de Indicación - 50°C a 400°C	TERMOMETRÍA INACAL LT-154-2022
Patrones de Referencia del SNM - INACAL	CRONÓMETRO DIGITAL Rango de Indicación 9H59min 59,999s	METROIL – INACAL LT-2338-2022
Patrones de Referencia del METROIL - INACAL	Termohigrómetro patrón de resolución 0.1 °C / 1%HR	METROIL – INACAL T-0127-2022

9. OBSERVACIONES:

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de Calibrado y el número de Certificado de Calibración.

METROLOGÍA E INGENIERÍA LINO S.A.C.

Av. Venezuela N° 2040 - Lima 01 - Lima, Perú **Central Telefónica:** (511) 713-9080 / (511) 713-5656 / 999 048 181 **Atención al Cliente:** 975 193 739
Consulta Técnica: (511) 713-5610 / 975 432 445 / 965 403 256 **E-mail:** ventas@metroil.com.pe / **Web:** www.metroil.com.pe

Fuente: METROIL S.A.C.

Certificado de calibración de horno eléctrico – Hoja 3.



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL – DA CON REGISTRO N° LC - 001



Registro N° LC - 001

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° V-3824-2022

Pág. 3 de 5

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

TEMPERATURA DE TRABAJO:

Tiempo (min)	Termómetro del equipo (°C)	TEMPERATURA EN LA POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T.prom (°C)	Tmáx - Tmín (°C)
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110.7	105.6	108.0	107.0	106.3	106.4	108.4	113.6	112.3	110.5	113.2	109.1	8.0
02	110.3	105.5	108.1	106.9	106.4	106.3	108.6	113.5	112.5	110.5	113.2	109.1	8.0
04	110.5	105.3	107.1	106.8	106.2	106.7	108.3	112.8	111.9	110.4	112.8	108.7	7.5
06	109.8	105.2	107.8	106.4	105.8	106.0	108.3	113.2	112.0	110.3	112.9	108.8	8.0
08	110.1	105.6	107.9	106.6	106.7	106.8	108.5	113.6	112.3	110.6	113.4	109.2	8.0
10	110.1	105.3	108.0	106.7	106.4	106.2	108.5	113.2	112.6	110.4	113.1	109.0	7.9
12	109.8	105.3	108.1	106.9	106.2	106.1	108.2	113.0	111.9	110.3	112.9	108.8	7.7
14	109.9	105.3	107.9	107.0	106.4	106.2	108.5	113.4	112.3	110.4	113.2	108.9	8.1
16	110.0	105.8	107.8	106.9	106.3	106.0	108.5	113.2	112.1	110.6	113.5	109.2	7.7
18	110.1	105.4	108.1	106.4	105.8	106.4	108.4	112.9	112.4	110.4	112.9	108.9	7.7
20	109.8	105.2	108.1	106.9	105.5	106.4	108.2	113.4	112.3	110.3	112.8	108.8	7.7
22	110.0	105.5	107.6	107.0	106.3	106.5	108.4	113.5	112.1	110.5	113.2	109.1	7.9
24	110.1	105.4	107.8	106.5	105.8	106.7	108.2	113.1	112.0	110.5	113.5	109.1	8.0
26	110.0	105.2	107.8	106.5	106.0	106.3	108.7	113.0	112.0	110.4	113.0	108.9	7.8
28	109.9	105.2	107.3	106.9	105.7	106.0	108.4	113.1	112.1	110.5	112.9	108.8	7.9
30	110.0	105.5	107.5	106.8	105.6	106.8	108.4	113.2	112.2	110.4	113.3	109.0	7.8
32	110.1	105.5	107.8	106.9	106.0	106.0	108.5	113.4	112.0	110.5	113.3	109.0	7.9
34	110.1	105.2	108.1	106.7	106.0	106.2	108.2	113.2	112.0	110.5	112.9	108.8	7.8
36	110.1	105.2	108.0	106.5	106.2	106.2	108.3	113.4	112.0	110.4	113.0	108.8	7.9
38	109.9	105.3	107.9	106.4	105.9	106.8	108.4	113.4	112.1	110.5	113.1	108.9	7.9
40	110.0	105.5	107.9	106.1	105.8	106.5	108.5	113.2	112.2	110.4	113.0	109.0	7.9
T.PROM	110.1	105.4	107.8	106.7	106.0	106.4	108.4	113.2	112.1	110.4	113.1	108.9	
T.MAX	110.7	105.8	108.1	107.0	106.4	106.8	108.7	113.6	112.6	110.6	113.5		
T.MIN	109.8	105.2	107.1	106.4	105.5	106.0	108.2	112.8	111.6	110.3	112.8		
DTT	0.9	0.6	1.0	0.6	0.9	0.8	0.5	0.8	0.8	0.3	0.7		

DTT DIFERENCIA DE TEMPERATURA (T.MAX-T.MIN)

PARÁMETRO	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Máxima temperatura medida	113.9	0.01
Mínima temperatura medida	105.1	0.01
Desviación de la temperatura en el Tiempo	1.1	0.01
Desviación de la temperatura en el Espacio	7.9	0.01
Estabilidad Medida	0.55	0.00
Uniformidad Medida	2.8	0.01

METROLOGÍA E INGENIERÍA LINO S.A.C.

Av. Venezuela N° 2040 - Lima 01 - Lima, Perú Central Telefónica: (511) 713-9080 / (511) 713-5656 / 999 048 181 Atención al Cliente: 975 193 739
 Consulta Técnica: (511) 713-5610 / 975 432 445 / 965 403 256 E-mail: ventas@metroil.com.pe / Web: www.metroil.com.pe

Fuente: METROIL S.A.C.

Certificado de calibración de horno eléctrico – Hoja 4.



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL – DA
CON REGISTRO N° LC - 001



Registro N° LC - 001

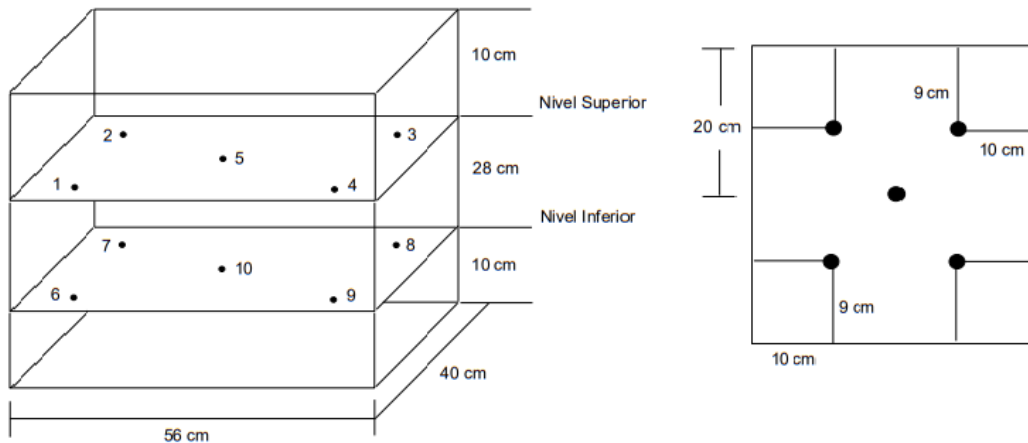
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° V-3824-2022

Pág. 4 de 5

- T. PROM: Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.
T. prom: Promedio de las temperaturas en las posiciones de medición para un instante dado.
T. Máx: Temperatura Máxima
T. Mín: Temperatura Mínima
DTT: Desviación de la temperatura en el tiempo

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición.
Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

DISTRIBUCIÓN DE TERMOPARES EN EL EQUIPO



METROLOGÍA E INGENIERÍA LINO S.A.C.

Av. Venezuela N° 2040 - Lima 01 - Lima, Perú Central Telefónica: (511) 713-9080 / (511) 713-5656 / 999 048 181 Atención al Cliente: 975 193 739
Consulta Técnica: (511) 713-5610 / 975 432 445 / 965 403 256 E-mail: ventas@metroil.com.pe / Web: www.metroil.com.pe

Fuente: METROIL S.A.C.



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL – DA CON REGISTRO N° LC - 001

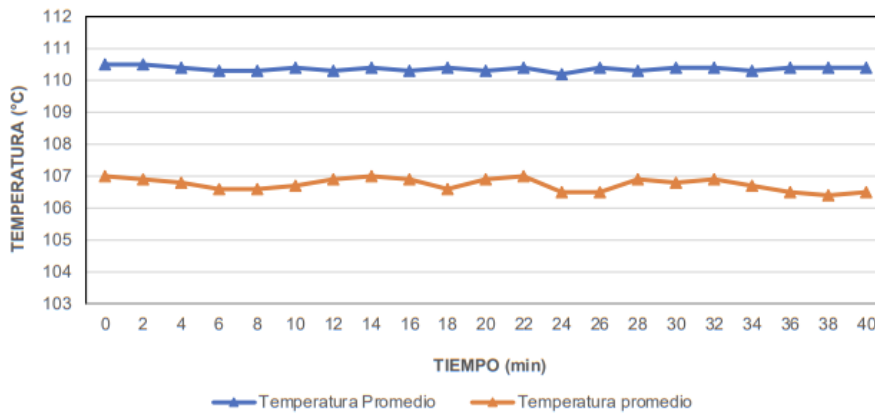


Registro N° LC - 001

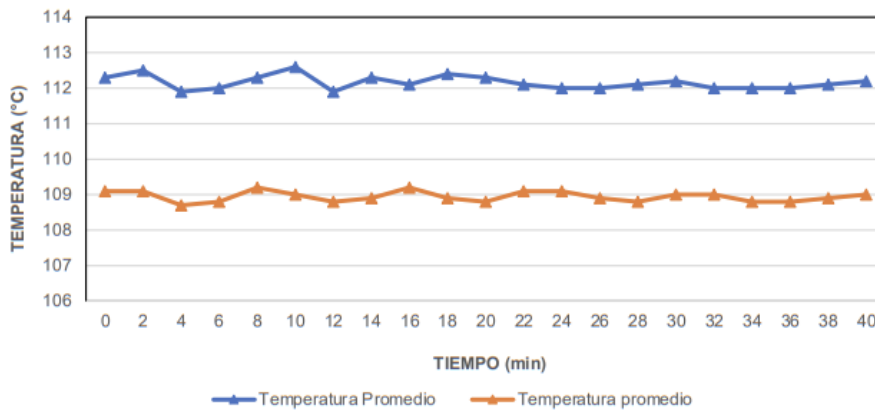
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° V-3824-2022

Pág. 5 de 5

**DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURA DE TRABAJO
NIVEL SUPERIOR 110°C ± 5°C**



**DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURA DE TRABAJO
NIVEL INFERIOR 110°C ± 5°C**



FIN DEL DOCUMENTO

METROLOGÍA E INGENIERÍA LINO S.A.C.

Av. Venezuela N° 2040 - Lima 01 - Lima, Perú **Central Telefónica:** (511) 713-9080 / (511) 713-5656 / 999 048 181 **Atención al Cliente:** 975 193 739
Consulta Técnica: (511) 713-5610 / 975 432 445 / 965 403 256 **E-mail:** ventas@metroil.com.pe / **Web:** www.metroil.com.pe

Fuente: METROIL S.A.C.

Anexo 6: Panel fotográfico.

Cantera Mayutinku.



Fuente: Propia.



Fuente: Propia.

Ceniza de Queñual.



Fuente: Propia.



Fuente: Propia.

Mezclado de materiales.



Fuente: Propia.

Ensayo de asentamiento.



Fuente: Propia.

Midiendo diámetro de probetas cilíndricas.



Fuente: Propia.

Ensayo de resistencia a la compresión.



Fuente: Propia.

Elaboración de vigas prismáticas.



Fuente: Propia.

Ensayo de resistencia a la flexión.



Fuente: Propia.