



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Evaluación de las propiedades del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ adicionando cenizas de cáscara de arroz y caña de azúcar, Magdalena Cajamarca 2022

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil

AUTOR:

Portilla Ortiz, Erick Joel (orcid.org/0000-0002-5444-6580)

ASESOR:

Mag. Ing. Villegas Martínez, Carlos Alberto (orcid.org/0000-0002-4926-8556)

LÍNEA DE INVESTIGACION:

Diseño Sísmico y Estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

LIMA – PERÚ

2022

Dedicatoria

A mis padres José y Veronika, por haberme brindado la oportunidad de tener una educación superior y de calidad; por todo su esfuerzo, sacrificio, apoyo y motivación; a mis hermanos por ser parte importante de mi vida; a mis amigos y compañeros por su apoyo y aliento. Agradecer a los docentes de la universidad Cesar Vallejo por compartir sus conocimientos y experiencias.

Agradecimiento

Agradezco a mis padres por guiarme en el correcto camino de la educación y que en todo momento me alentaron por no rendirme, por acompañarme durante todo este largo proceso.

Del mismo modo a mis hermanos, por ayudarme en todo este camino. Por la paciencia de enseñarme y acompañarme en los momentos más difíciles.

También a la universidad por todos los buenos momentos vividos en sus instalaciones, como a los docente por compartir sus conocimientos y la formación brindada.

Índice de contenidos

Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de gráficos y figuras	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	3
III. METODOLOGÍA	22
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	22
3.2 Variables y operacionalización.....	22
3.3 Población, muestra y muestreo.....	22
3.4 Técnicas e Instrumentos de recolección de datos.....	25
3.5 Procedimientos.....	25
3.6 Método de análisis de datos.....	30
3.7 Aspectos éticos.....	31
IV. RESULTADOS	32
V. DISCUSIÓN	47
VI. CONCLUSIONES	49
VII. RECOMENDACIONES	51
REFERENCIAS	52
ANEXOS	57

Índice de tablas

Tabla 1.	Límites permisibles para el agua de mezcla y curado	12
Tabla 2.	Cronograma ensayos resistencia a la compresión.	23
Tabla 3.	Cronograma ensayos resistencia a la flexión.	23
Tabla 4.	Cronograma ensayos resistencia a la tracción.	24
Tabla 5.	Cronograma de ensayos de trabajabilidad.	24
Tabla 6.	Cronograma de ensayos de densidad.	24
Tabla 7.	Análisis granulométrico del agregado grueso	27
Tabla 8.	Análisis granulométrico del agregado fino	27
Tabla 9.	Análisis granulométrico cenizas cáscara de arroz	32
Tabla 10.	Análisis granulométrico cenizas caña de azúcar	33
Tabla 11.	Porcentaje de Sílice de las cenizas	35
Tabla 12.	Ensayo de asentamiento	36
Tabla 13.	Peso unitario concreto fresco	36
Tabla 14.	Resistencia a la compresión a los 7 días.....	37
Tabla 15.	Resistencia a la compresión a los 14 días.....	38
Tabla 16.	Resistencia a la compresión a los 28 días.....	39
Tabla 17.	Resistencia a la flexión a los 7 días.....	41
Tabla 18.	Resistencia a la flexión a los 28 días.....	42
Tabla 19.	Resistencia a la tracción a los 7 días.....	43
Tabla 20.	Resistencia a la tracción a los 28 días.....	44
Tabla 21.	Precio unitario concreto patrón.....	45
Tabla 22.	Precio unitario concreto con 5%	46
Tabla 23.	Precio unitario concreto con 10%	46
Tabla 24.	Precio unitario concreto con 15%	46

Índice de gráficos y figuras

Figura 1:	Porcentajes Típicos de la Composición del Concreto.....	8
Figura 2:	Composición química del cemento portland	9
Figura 3:	Requisitos granulométricos del agregado grueso.....	11
Figura 4:	Producción de arroz en el Perú hasta mayo del 2020	19
Figura 5:	Cascarilla de Arroz	25
Figura 6:	Cenizas de cascarilla de arroz.....	26
Figura 7:	Bagazo caña de azúcar.	26
Figura 8:	Cenizas de bagazo de caña de azúcar.....	26
Figura 9:	Curva granulométrica del agregado grueso.....	27
Figura 10:	Curva granulométrica del agregado fino.....	28
Figura 11:	Diseño de mezcla concreto patrón	28
Figura 12:	Diseño de mezcla 5% (4% CCA y 1% CBCA).....	29
Figura 13:	Diseño de mezcla 10% (4% CCA y 6% CBCA).....	29
Figura 14:	Diseño de mezcla 15% (10%CCA y 5% CBCA).....	30
Figura 15:	Curva granulométrica de cenizas cáscara de arroz	33
Figura 16:	Curva granulométrica cenizas caña de azúcar.....	33
Figura 17:	Composición química cenizas cáscara de arroz	34
Figura 18:	Composición química cenizas caña de azúcar.....	35
Figura 19:	Promedios resistencia a la compresión a 7 días	38
Figura 20:	Promedios resistencia a la compresión a 14 días	39
Figura 21:	Resistencia a la compresión a 28 días	40
Figura 22:	Promedios resistencia a la flexión a 7 días	41
Figura 23:	Promedios resistencia a la flexión a 28 días	42
Figura 24:	Promedios resistencia a la tracción a 7 días	44
Figura 25:	Promedios resistencia a la tracción a 28 días	45

RESUMEN

El actual proyecto de investigación la cual lleva por título “Evaluación de las propiedades del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ adicionando cenizas de cáscara de arroz y caña de azúcar, Magdalena Cajamarca 2022”. Se desarrolló en el laboratorio de concreto y materiales de la empresa MTL GEOTECNIA en la ciudad de Lima. Esta investigación es aplicada de tipo experimental, la cual tiene como objetivo principal determinar de qué manera influenciara en las propiedades físico-mecánicas del concreto $f'c=210\text{ kg/cm}^2$ la adición de cenizas de cáscara de arroz y caña de azúcar. Los materiales usados son: Cemento sol tipo I, agua, agregado fino, agregado grueso y cenizas de cáscara de arroz y caña de azúcar provenientes de La Libertad y Cajamarca correspondientemente. Se realizó un diseño para obtener un concreto de $f'c=210\text{ kg/cm}^2$, en el cual se realizaron probetas cilíndricas que se ensayaron a compresión y tracción, así mismo vigas sometidas a ensayos de flexión. Estos especímenes de concreto se elaboraron con 3 diferentes porcentajes de adición de cenizas. En 5% (4% CCA y 1% CBCA), 10% (4% CCA y 6% CBCA) y 15% (10% CCA y 5% CBCA). En cuanto a los resultados obtenidos se determinó que, en los ensayos realizados a compresión, flexión y tracción a la edad de 28 días, ninguno de ellos incrementa su resistencia significativamente en comparación con el concreto patrón. Por lo que se concluye que al ser mayor el porcentaje de adición de las cenizas, las propiedades mecánicas de concreto disminuirán.

Palabras clave: cenizas cáscara de arroz, cenizas caña de azúcar, resistencia, compresión, flexión, tracción, adición.

ABSTRACT

The current research project is entitled "Evaluation of the properties of concrete $f'c=210\text{kg/cm}^2$ with the addition of rice husk ash and sugar cane, Magdalena Cajamarca 2022". It was developed in the concrete and materials laboratory of the company MTL GEOTECNIA in the city of Lima. This research is applied of experimental type, which has as main objective to determine how the addition of rice husk and sugar cane ashes will influence the physical-mechanical properties of concrete $f'c=210\text{ kg/cm}^2$. The materials used are: Type I sol cement, water, fine aggregate, coarse aggregate and rice husk and sugar cane ashes from La Libertad and Cajamarca correspondingly. A design was made to obtain a concrete of $f'c=210\text{ kg/cm}^2$, in which cylindrical specimens were made and tested in compression and traction, as well as beams subjected to flexural tests. These concrete specimens were made with 3 different percentages of ash addition. In 5% (4% CCA and 1% CBCA), 10% (4% CCA and 6% CBCA) and 15% (10% CCA and 5% CBCA). As for the results obtained, it was determined that, in the compression, flexural and tensile tests performed at the age of 28 days, none of them significantly increased its strength compared to the standard concrete. Therefore, it is concluded that the higher the ash addition percentage, the lower the mechanical properties of the concrete.

Keywords: rice husk ash, sugar cane ash, strength, compression, flexural, tensile, admixture.

I. INTRODUCCIÓN

En la realidad problemática, el cemento en el sector de la construcción es de los insumos más importantes, ya que se podría decir que es el más utilizado. Sin embargo, su proceso de fabricación genera un elevado margen de contaminación ambiental. Es por ello, que en el actual proyecto de investigación se busca reemplazar en porcentajes adecuadas con cenizas de cascara de arroz (CCA) y cenizas de caña de azúcar (CBCA), sin deteriorar sus propiedades físico-mecánicas. Esto con el fin de aprovechar los desperdicios de la industria agrícola y la composición química de ambos elementos (CCA Y CBCA), ya que, es similar al del cemento portland.

En este sentido, Montes (2014) indica que es de gran utilidad la integración de CBCA a la mezcla de concreto ya que aumenta las propiedades de durabilidad y resistencia del concreto. Por ser este material (CBCA) de muy fácil acceso y de bajo costo. Así mismo, no pasará mucho tiempo para empezar a utilizar las cenizas vegetales en la industria constructiva.

De la misma manera, se obtuvo la justificación técnica por las características químicas que presentan las cenizas de origen vegetal es viable el uso de estas para reemplazar en porcentajes específicos con cenizas de cascara de arroz (CCA) y cenizas de caña de azúcar (CBCA), por lo que se garantizaría un concreto estructural que cumpla con las normas técnicas, su justificación socioeconómica, los residuos de las industrias agrícolas, usarlas como reemplazante porcentual del cemento portland en la fabricación del concreto estructural. Logrando de esta forma, disminuir los costos en los insumos cementantes. En el mismo sentido, generando disminuciones en los costos de las construcciones, siendo más accesible para la ciudadanía de escasa economía. Finalmente, la justificación ambiental, al usar las cenizas de CCA y CBCA que son desperdicios de las agroindustrias, se está dando un nuevo valor a estos. Convirtiendo así a las obras eco amigables, de la misma forma al usar menos cemento en las obras de construcción civil el impacto medioambiental disminuye.

Así mismo, el problema general es ¿De qué manera influirá en las propiedades físico-mecánicas del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ adicionando las cenizas de cáscara

de arroz y caña de azúcar, Magdalena Cajamarca 2022? De donde se obtuvieron los problemas específicos: ¿De qué manera la adición de cenizas de cáscara de arroz y caña de azúcar influenciará en las propiedades físicas del concreto $f'c=210$ kg/cm²?, ¿De qué manera la adición de cenizas de cáscara de arroz y caña de azúcar influenciará en las propiedades mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm²?, ¿De qué manera influirá en los costos de la adición de cenizas de cáscara de arroz y caña de azúcar en el concreto $f'c=210$ kg/cm²? De las cuales se origina el objetivo general, Determinar de qué manera influenciara en las propiedades físico-mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm² la adición de cenizas de cáscara de arroz y caña de azúcar, Magdalena Cajamarca 2022. Originando los objetivos específicos, Determinar las propiedades físicas del concreto $f'c=210$ kg/cm², con la adición de cenizas de cáscara de arroz y caña de azúcar, Determinar las propiedades mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm², con añadirle las cenizas de cáscara de arroz y caña de azúcar, Determinar la influencia y los costos, de la adición de cenizas de cáscara de arroz y caña de azúcar en el concreto $f'c=210$ kg/cm². Es así, que se genera la hipótesis general, La adición de cenizas de cáscara de arroz y caña de azúcar influenciara significativamente en las propiedades físico-mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm², Magdalena Cajamarca 2022. De las cuales se deriva las hipótesis específicas, La adición de cenizas de cáscara de arroz y caña de azúcar mejorará las propiedades físicas del concreto $f'c=210$ kg/cm², La adición de cenizas de cáscara de arroz y caña de azúcar mejorará las propiedades mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm², influenciará en el costo la adición de cenizas de cáscara de arroz y caña de azúcar en el concreto $f'c=210$ kg/cm².

II. MARCO TEÓRICO

En el actual trabajo de investigación se tiene como antecedentes artículos científicos, variedad de trabajos de investigación de diversas universidades internacionales y nacionales.

De esa manera los artículos científicos de Ruiz, *et al.* (2020), en su estudio que tiene por título “Análisis comparativo de resultados en el uso de la ceniza de bagazo de caña de azúcar como material sustitutorio del cemento portland en el concreto”. Donde tuvo como finalidad estudiar la reacción puzolánica de los diversos ejemplares que se utilizaron para desarrollar este proyecto y diferenciar estos ensayos con los diversos estudios desarrollados con otros materiales. Así mismo, su investigación es cuantitativa experimental. Donde realizó un diseño de mezcla para que obtenga una resistencia a la compresión de 210 kg/cm². En su análisis comparativo, realizó dosificaciones del 20% y 40% con CBCA. Donde obtuvo los resultados que a los 28 días de curado del concreto con 20% de CBCA desarrollo una resistencia a la compresión de 162.75 kg/cm², mientras que el de 40% obtuvo 162.5 kg/cm² en su resistencia a la compresión. Por lo que llegó al resultado que no es recomendable la utilización de la Ceniza de Bagazo de caña en porcentajes entre 20% y 40% como reemplazante del cemento para la elaboración de concreto estructural dado a su baja resistencia a la compresión.

En el estudio realizado por Torres, *et al.* (2014), donde el objetivo del estudio es presentar la valoración que tiene el uso de las cenizas de bagazo de caña (CBCA) originarios del Ingenio Monte Rosa (Nicaragua) como insumo alternativo al cemento Portland (CP) según proyectos de caracterización avanzada y propiedades mecánicas, en pastas endurecidas de CP sustituidas en 15 y 45 % por CBCA. Siendo este un estudio cuantitativo de tipo experimental. En el cual sustituyó el cemento portland por cenizas de bagazo de caña de azúcar en un 15% y 45%. En sus probetas donde utilizó el 100% de portland obtuvo una resistencia de 29.5 Mpa.

Para la sustitución del 15% obtuvo como resultado 29.6 Mpa a la edad de 28 días, para la sustitución del 45% llegó a una resistencia de 14.5 Mpa a los 28 días. Por lo que se llegó a la conclusión que la sustitución del 15% con CBCA es ideal para la fabricación de concreto estructural, por lo contrario, la sustitución del 45% con CBCA llega a muy poca resistencia a los 28 días.

Robayo y Matthey (2013), en su investigación donde tiene como metodología cuantitativa aplicada. Así mismo, se realizó un diseño de mezcla para obtener un concreto con resistencia a la compresión de 21 Mpa. Es por ello, que realizó ensayos reemplazando en 20% el cemento con cenizas de cascarilla de arroz. Siendo así, obtuvo como resultado a la edad de 28 días de vaciado como resistencia a la compresión de 40 Mpa, mientras que a tracción obtuvo 3 Mpa y en resistencia a flexión obtuvo 4.93 Mpa. Por lo que se llegó a la conclusión, se evidenció la veracidad de desarrollar un concreto fluido agregado con ceniza de cascarilla de arroz y fortalecido con volúmenes inferiores de fibras de acero, poniendo en evidencia que la aplicación de la CCA produce la disminución del consumo de cemento de hasta en un 20% para obtener un similar progreso resistente a edades de curado longevas.

A nivel internacional, en su investigación de Coyasamin (2016), la cual desarrolló para lograr el título profesional de Ingeniero Civil en la Universidad técnica de Ambato. Donde su objetivo general es Desarrollar un hormigón con la inclusión de materiales con propiedades puzolánicas, como elemento reemplazante del cemento portland. Siendo el método de estudio cuantitativo experimental. En su investigación diseñó un concreto patrón de 240 kg/cm², para la cual añadió un 15% y 30% de las cenizas de CCA y CBC, para compararlas e investigarlas. Los resultados a la compresión a los 28 días fueron al añadirle el 15% de CCA al concreto tiene una resistencia de 262.30 kg/cm², cuando añade el 30% de CCA logra una resistencia de 245.03 kg/cm², agregando un 15% de CBC se tiene una resistencia de 304.30 kg/cm², al agregar 30% de CBC obtiene 233.60 kg/cm² de resistencia a la compresión. Por ello, los autores concluyen que al aumentar la cantidad de cenizas la resistencia de concreto disminuye, sin embargo, con las

proporciones correctas se puede utilizar como concreto estructural. Por otro lado, el beneficio económico es de una disminución del 7% comparado con el concreto tradicional.

Montero, Doménica (2017). En su tesis que tiene tuvo como objetivo utilizar materiales de desechos industriales agrícolas como la cascarilla de arroz, como sustitución en fracciones del cemento para de esta manera bajar los costos en la construcción, sin afectar en las propiedades físico-mecánicas. La metodología del proyecto es cuantitativa de tipo experimental. Para este estudio, el autor realizo un diseño de mezcla para obtener una resistencia a la compresión mayor o igual a la de 21 Mpa. Donde reemplazo al cemento en porcentajes de 10%, 15%, 20% y 25%. Por ello, a los 28 días para 10% obtuvo 41.2 Mpa, para 15% 28.7 Mpa, para 20% 26.3 Mpa, finalmente para 25% 22.8 Mpa. Por lo cual se concluyó, que la dosificación del 10% de CCA, obtuvo el mejor resultado a los 28 días de curado, siendo un 16% mayor a la resistencia al de la probeta de control.

En su tesis Alvarado. *et al.* (2016), la que realizó para lograr el grado académico de ingeniero civil, en la universidad de El Salvador, que tuvo por finalidad desarrollar una investigación que muestre el impacto de las cenizas de Ingenios azucareros en la resistencia mecánica del concreto, siendo empleada como sustitución parcial del cemento, siendo la metodología cuantitativa de tipo experimental. Por lo cual realizo en porcentajes de 5%, 10%, 15% y 20%. El bagazo de caña de azúcar lo obtuvo de dos lugares que fue de Ingenio Chaparrastique e Ingenio Jiboa. Para lo cual realizo ensayos de compresión con probetas patrón y los porcentajes respectivos. Para ello, tuvo como resultado a los 28 días de curado, para Ingenio Chaparrastique obtuvo un desarrollo de 232.12 kg/cm² para 5%, 216.44 kg/cm² para 10%, 186.92 kg/cm² para 15% y 179.46 kg/cm² para 20%. En este mismo modo a los 28 días, para Ingenio Jiboa obtuvo 240.75 kg/cm² para 5%, 217.78 kg/cm² para 10%, 212.94 kg/cm² para 15%, 166.86 kg/cm² para 20%, 160.956 kg/cm² para 25%. Por lo que llego a la conclusión, que se halló que el concreto con adiciones del 5% y del 10% de las cenizas originarias del Ingenio Chaparrastique y el concreto con adición del 5%, del 10% y del 15% de las cenizas provenientes del Ingenio Jiboa pueden ser

utilizadas de manera estructural en base a que la resistencia obtenida supera a la de resistencia proyectada.

A nivel nacional, Arévalo y López (2020), en su investigación la cual realizo para obtener el título profesional de Ingeniero Civil, en la universidad Nacional de San Martín en el año 2020. Donde el objetivo general del estudio es añadir cenizas de la cascara de arroz para aumentar las propiedades de resistencia del concreto en la región de San Martín. El estudio es de tipo cuantitativo experimental. Realizó ensayos a la compresión y flexión del concreto adicionando las cenizas de cascarrilla de arroz para evaluar su comportamiento junto con el concreto $f'c=210$ kg/cm², donde la resistencia obtenida a los 28 días para 1% fue de 210.28 kg/cm², para 3% fue 206.74 kg/cm², para 6% fue de 191.30 kg/cm², para 9% 175.83 kg/cm², para 12% 160.19 kg/cm², finalmente para 15% 145.54 kg/cm². Mientras que en los ensayos a flexión en un reemplazo del 2% obtuvo 47.83 kg/cm². Es por ello que se concluye que mientras se incrementa el porcentaje de adición de cenizas de cascarrilla de arroz, la resistencia a la compresión disminuye. Por lo cual, no es recomendable usar con estas dosificaciones para un concreto estructural.

Pastor, Hary (2017) en su estudio tuvo como objetivo hallar el efecto del porcentaje de ceniza del bagazo de caña de bagazo en la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm². Para ello se realizó una metodología experimental, donde se comparó la resistencia a las edades de 7 y de 28 días de un concreto modelo y concreto con adición del 20% y 40% respectivamente de cenizas de bagazo de caña de azúcar. Lo que dio como resultado a los 28 días, la resistencia del concreto a los 7 días fue 140.00. kg/cm² para 20% y 117.75 kg/cm² para 40%. Por otro lado, a los 28 días fue 162.7 kg/cm² para 20% y 162.5 kg/cm² para 40%. Por lo que el autor concluye que, en los especímenes ensayados en resistencia a la compresión, los resultados iniciales que se obtuvieron a los 7 días de edad, las probetas patrón se analizaron con los especímenes de prueba, por lo que no se presentó alguna discrepancia. Para un tiempo de 7 días no se desarrollaron significativas diferencias entre los promedios. Las discrepancias se lograron observar en las probetas analizadas de 28 días de edad, fueron que las cenizas de bagazo de caña de azúcar redujeron su resistencia a la compresión de las probetas notoriamente.

Ramos, Frank (2020). En su trabajo de investigación experimental “Influencia de las cenizas del bagazo de caña de azúcar y cáscara de arroz en la resistencia a la compresión del mortero modificado”. El objetivo del estudio es hallar la influencia de la ceniza de bagazo de caña de azúcar y cáscarilla de arroz en la resistencia a la compresión del mortero arternado. La metodología de estudio es cuantitativa de tipo experimental. Es por ello, se discute la fiabilidad de usar CBCA y CCA para la elaboración de un concreto de $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$. Por lo que se llegó a la conclusión que el concreto a los 28 días adicionado de cenizas vegetales del 2.5% incrementa su resistencia en $f'c=185.09 \text{ kg/cm}^2$ (CBCA) y $f'c=185.82 \text{ kg/cm}^2$ (CCA), al 5% incrementa su resistencia en $f'c=186.00 \text{ kg/cm}^2$ (CBCA) y $f'c=187.81 \text{ kg/cm}^2$ (CCA), al 7.5% incrementa su resistencia en $f'c=187.36 \text{ kg/cm}^2$ (CBCA) y $f'c=188.86 \text{ kg/cm}^2$ (CCA), al 10% incrementa su resistencia en $f'c=188.29 \text{ kg/cm}^2$ (CBCA) y $f'c=188.88 \text{ kg/cm}^2$ (CCA) y al 15% es de $f'c=181.50 \text{ kg/cm}^2$ (CBCA) y $f'c=181.23 \text{ kg/cm}^2$ (CCA). Por lo cual se llega a la conclusión que todos los porcentajes cumplen con el diseño de mezcla.

Así mismo, el concreto es una conglomeración de diferentes materiales, que tiene como finalidad crear un producto que ofrezca resistencia y rigidez a la estructura. En este sentido, PASTOR señala:

El Concreto tradicional o habitual es un componente premezclado de resistencia regulada, está mezcla principalmente constituida por agua, cemento, agregado fino aditivos y agregado grueso. Se proyecta como un componente de resistencia a la compresión a 28 días y de peso volumétrico normal. (2017, p.19).

Es adición, el concreto es un material que al combinar sus componentes se crea una mezcla uniforme. El concreto está integrado por aire, cemento, agua y agregados, en una dosificación adecuada (ver **Figura 1**).

Aire = 1 % a 3 %
Cemento = 7 % a 15 %
Agua = 15 % a 22 %
Agregados = 60 % a 75 %

Figura 1: Porcentajes Típicos de la Composición del Concreto.

Fuente: Pastor, 2017

Así mismo, el cemento tiene como función principal, ser un aglomerante de los agregados, que proporciona tanto en el estado fresco, como endurecido, ciertas propiedades.

El cemento se logra obtener mediante un proceso de pulverización del Clinker, el cual esta última es un subproducto de la cremación de materiales calcáreos y arcillosos. En este sentido, Pasquel nos dice:

En 1824 Joseph Apsdin un constructor inglés, patenta un desarrollo de cremación de caliza arcillosa que desarrollaba un material cementicio que al mezclarse con agua desarrollaba, según él, igual resistencia que las rocas de la isla de Portland cercanas al puerto de Dorset. (1992, p.17).

El cemento llamado portland es un componente pulverizado proveniente del oxido de calcio, arcillas, oxido de sílice y oxido de aluminio. Los cuales pasan por procesos de trituración y fundición. Lo que lleva al resultado de su mezcla al material denominado Clinker. En ese sentido, la composición química del cemento (ver **Figura 2**) es la siguiente:

	Componente Químico	Procedencia Usual
95%	Oxido de Calcio (CaO)	Rocas Calizas
	Oxido de Sílice (SiO ₂)	Areniscas
	Oxido de Aluminio (Al ₂ O ₃)	Arcillas
	Oxido de Hierro (Fe ₂ O ₃)	Arcillas, Mineral de Hierro
5%	Óxidos de Magnesio, Sodio	
	Potasio, Titanio, Azufre	Minerales Varios
	Fósforo y Manganeso	

Figura 2: Composición química del cemento portland

Fuente: Pastor, 2017

Según Bellido (2019, p. 39.) nos dice sobre los tipos de cemento:

a) Cemento portland tradicionales

Tipo I: Son los habitualmente empleados

Tipo II: Proporcionan una ligera resistencia al calor de hidratación y a los sulfatos.

Tipo III: Son los que generan velozmente un gran calor de hidratación, empleados en climas de baja temperatura.

Tipo IV: Proporcionan un calor de hidratación bajo.

Tipo V: Tiene una gran resistencia a los sulfatos, utilizado para climas muy agresivos. (NTP 334.009).

b) Cementos mezclados o adicionados

Tipo IS: A este cemento, se le adiciona entre un 25% a un 70%, de desperdicios de altos hornos, del peso en general.

Tipo IP: A este cemento, se le adiciona entre un 15% y un 40% de puzolana, de su peso en general.

Tipo IPM: A estos cementos se le adicionan porcentajes menores de 15% de puzolana, de su peso general. (NTP 334.090).

c) Cemento portland adicionados con especificaciones a la performance

Tipo GU: Construcciones habituales.

Tipo HE: Resistencia altas iniciales.

Tipo MS: Moderada resistencia a los sulfatos.

Tipo HS: Altamente resistente a los sulfatos.

Tipo LH: De bajo calor de hidratación. (NTP 334.082)

Otro componente importante en la mezcla del concreto son los agregados, por eso Chávez, nos comenta:

“los agregados se categorizan principalmente en gruesos y finos, y que representan los componentes principales del concreto, ya que no participan en las reacciones químicas surgidas entre el cemento y el agua” (2003, p. 2).

Los agregados son una parte fundamental del concreto. Este material representa de un 60% a 75% del total de la mezcla. Es así, que las propiedades que forme el concreto en su estado endurecido, depende de gran manera en las características que se tiene de los agregados. Existe, dos tipos de agregados como son el agregado grueso y fino.

El agregado grueso, es el productor de la trituración natural o mecánica de la piedra que pasa por el tamiz normalizado N° 4. En este sentido, Chávez expresa que:

Son los que se mantienen en el tamiz N°4. Están formados por piedras sieníticas, dioríticas y graníticas. Pueden utilizarse piedra molida en chancadora o yacimientos naturales o roca zarandeada originarias de los fondos de los ríos. La dimensión límite del agregado grueso para utilizarse como concreto reforzado (...) no puede ser más que un 1/5 del espacio libre generado entre los tablonces del encofrado, 3/4 del intervalo disponible entre armaduras y 1/3 del grosor entre de las losas. Igualmente, que para la arena, no debiendo presentar más de un 5% de arcillas, ni finos mayores del 1.5% de materias orgánicas como el carbón, etc. y según la norma ASTM C-33-93 (2003, p. 3).

Así mismo, algunas de las características que debe tener el agregado grueso:

Tener una densidad que este dentro de los rangos 2.3 gr/cm³ y 2.9 gr/cm³.

La absorción debe oscilar entre 1% y 5%.

No debe contener elementos planos, ya que no se aglomera correctamente con el cemento. Por ende se producen bajas resistencias a la compresión.

Su granulométrica no debe pasar más del 5% retenido en la malla 1 1/2" y no debe pasar más del 6% por la malla 1/4" (ver **Figura 3**).

Tamaño nominal	Cantidades mas finas que cada tamiz de laboratorio (aberturas cuadradas), % en peso												
	4" 100 mm	3½" 90 mm	3" 75 mm	2½" 63 mm	2" 50 mm	1½" 37.5 mm	1" 25.0 mm	¾" 19.0 mm	½" 12.5 mm	⅜" 9.5 mm	No. 4 4.75 mm	No. 8 2.36 mm	No. 16 1.18 mm
3½" a 1½"	100	90-100	-	25-60	-	0-15	-	0-5					
2½" a 1½"	-	-	100	90-100	35-70	0-15	-	0-5					
2" a No. 4	-	-	-	100	95-100	-	35-70	-	10-30	-	0-5		
1½" a No. 4	-	-	-	-	100	95-100	-	35-70	-	10-30	0-5		
1" a ¾"	-	-	-	-	-	100	90-100	40-85	10-40	0-15	0-5		
1" a No. 4	-	-	-	-	-	100	95-100	-	25-60	-	0-10	0-5	
¾" a No. 4	-	-	-	-	-	100	100	90-100	-	20-55	0-10	0-5	
2" a 1"	-	-	-	100	90-100	35-70	0-15	-	0-5				
1½" a ¾"	-	-	-	-	100	90-100	20-55	0-15	-	0-5			
1" a ¾"	-	-	-	-	-	100	90-100	20-55	0-10	0-5			
¾" a ½"	-	-	-	-	-	-	100	90-100	20-55	0-15	0-5		
1½" a No. 4	-	-	-	-	-	-	-	100	90-100	40-70	0-15	0-5	
¾" a No. 8	-	-	-	-	-	-	-	-	100	65-100	10-30	0-10	0-5

Figura 3: Requisitos granulométricos del agregado grueso

Fuente: Chávez, 2003.

El agregado fino son partículas de arena que pasa por el tamiz normalizado de 3/8" y detenido en la malla N°200, que se generan de forma natural o artificial. De la misma forma, deben seguir los parámetros de la NTP 400.01. De esta forma Cadena (2013) expresa:

Distinguido habitualmente como arena es el de principal responsabilidad en la mezcla del concreto, a tal magnitud que pueda manifestarse que no es viable hacer un buen hormigón. El agregado fino o comúnmente llamado arena se utiliza como llenante, así mismo, interactúa como engrasante entre los que se movilizan los agregados gruesos generándole una mejor trabajabilidad del concreto. La carencia de agregado fino se evidencia en la aspereza de la mezcla y el abuso de arena genera un gran consumo en el volumen de agua para producir un asentamiento proyectado.

Es por ello, que se genera de la correcta elección del agregado. Ya que, de esta forma si el agregado es demasiado fino, generará la segregación en la mezcla. Es así, Pastor comenta unos requerimientos para el agregado grueso:

La granulometría escogida necesitará principalmente continua, con porcentajes detenidos entre las mallas N° 04, N° 08, N° 16, N° 30, N° 50 y N° 100 de la escala de Tyler. El agregado no podrá detener encima del 45% en dos mallas seguidos cualquiera. El módulo de fineza del agregado fino se conservará dentro de los parámetros de ± 0.2 del valor aceptado para la distinción de las proporciones del concreto; surgiendo aceptable que los valores aceptados estén entre 2.35 y 3.15. En la evaluación del módulo de fineza, se considera que las arenas reunidas entre los parámetros del 2.2 y 2.8 generan concretos de excelente trabajabilidad y una segregación reducida; y que las que se evalúan entre 2.8 y 3.2 son las mejores recomendables para la elaboración de concretos de alta resistencia. (2017, p. 19).

Según Montalvo el agua:

“Es un elemento primordial en la fabricación de hormigón, se vincula principalmente a la resistencia, a la trabajabilidad, y a las características del hormigón en su estado endurecido” (2014).

El agua es una parte fundamental en el proceso del concreto, ya que se usa en diferentes etapas como para el agua de mezclado y el curado del concreto en estado endurecido. Es por ello que para utilizar el agua seleccionada debe cumplir con la norma NTP 339.088. Lo cual nos indica que el agua de mezcla debe ser preferentemente potable, si en caso no se pueda usar agua potable, el agua a usar debe estar de impurezas como sales, cloruros, ácidos, aceites u otras sustancias que puedan dañar al concreto y al acero (ver **Tabla 1**).

Tabla 1. Límites permisibles para el agua de mezcla y curado

DESCRIPCION	LIMITE PERMISIBLE	
Sólidos en suspensión	5000 ppm	Máximo
Materia Orgánica	3 ppm	Máximo
Alcalinidad (NaHCO ₃)	1000 ppm	Máximo
Sulfatos (ión SO ₄)	600 ppm	Máximo
Cloruros (ión CL ⁻)	1000 ppm	Máximo
PH	5 a 8	Máximo

Fuente: NTP 339.088

Los aditivos son elementos químicos que modifican las propiedades del concreto según la necesidad que se tenga. En ese sentido Torre, expresa:

Un aditivo es especificado, por el Comité 116R del ACI como también por la Norma ASTM C 125, como “un elemento que, no siendo cemento hidráulico, agua, fibra de refuerzo o agregado, es utilizado como un componente del mortero o concreto, y es agregado a la mezcla primordialmente antes o durante su mezclado” (2004).

Los aditivos es recomendable añadirlos en el agua de mezclado y posterior a esto. Agregarlo a la mezcla de concreto. De este modo, se mejoran los rendimientos y trabajabilidad del concreto. Así mismo, generan un menor costo con el concreto tradicional. La clasificación de los aditivos es relacionada a los efectos que se produce al emplearle con el concreto. Las cuales tienen que seguir los lineamientos de las normas ASTM y de la norma ACI.

Los aditivos reductores de agua o plastificantes, nos permite reducir entre en un 8% y 10% de agua, respecto al concreto tradicional. Mejora las propiedades en estado fresco del concreto. Es por ello, Anfah nos dice:

Los reductores de agua, también denominados como plastificantes o fluidificantes, logran incrementar la trabajabilidad de la pasta de cemento, así también de los morteros y hormigones, en tal grado que, para una igual cantidad de agua, se obtuvieron hormigones más trabajables y dóciles, que toleran colocarlas en obra mucho más segura y sencilla (párr. 1).

De esta manera, este aditivo permite tener una mejor manejabilidad del concreto, sin reducirle sus propiedades físicas, esto se produce gracias a la reacción química del cemento con el aditivo, lo cual genera que las partículas se repelen y se tiene un mejor proceso de hidratación. Para poder obtener este resultado se añade a la mezcla entre un 0.2% y 0.8% de aditivo respecto al peso de cemento. Algunos de los beneficios de este aditivo son: Se tiene una mejor trabajabilidad, tiene mejor acabado, mejora la compactación del concreto y se tendrá mejor durabilidad.

El efecto de los aditivos superplastificantes es similar al de los plastificantes, resaltando en este tener mayor capacidad y que los elementos químicos de este son diferentes. Por cual se genera concretos de una alta resistencia. En ese sentido, El instituto mexicano del concreto y del cemento, expresan:

Estos aditivos son químicamente diferentes de los plastificantes habituales y aunque su accionar sean idénticas, es más marcada. Cuando se utilizan para elaborar un concreto fluido puede generarse una disminución repentina de la trabajabilidad y, por tanto, éstos deben ser mezclados antes de la colocación. De manera habitual, los superplastificantes son elementos químicos como formaldehído de melamina sulfonatada, formaldehído naftaleno sulfonatado y lignosulfonatos modificados (2006, p. 34).

De esta forma, la manera correcta de usar sin modificar las propiedades del concreto es entre 750ml a 2500ml por cada 100kg de cemento. Así mismo, este aditivo reduce entre el 15% a 25% de agua del concreto tradicional, teniendo de esta forma construcciones eco amigables.

Los aditivos incorporadores de aire se utilizan en climas de frio extremo, que no permite el normal fraguado del concreto. Por lo que, introduce pequeñas burbujas de aire que se dispersan por toda la mezcla de concreto con la finalidad de evitar

la aparición de fisuras, la segregación y grietas por el deshielo y congelamiento del agua dentro del concreto. De esta manera, Probacons comenta:

El integrador de aire es un líquido que se agrega al concreto en el mezclado, se adiciona al agua de la mezcla y se mueve constantemente para desarrollar una incorporación homogénea, logrando así, un sistema de microburbujas de aire que interactúan como una lubricación entre las partículas que componen el concreto aumentando considerablemente su trabajabilidad (2017, párr. 2).

En este sentido, existen en dos presentaciones de este elemento lo cual se puede añadir al concreto en forma líquida o sólidos. Este aditivo suele ser grasos y aceites animales y vegetales, también hidrocarburos sulfonados o resinas de madera. La correcta adición al concreto es entre 50ml a 150ml por cada 100kg de cemento.

Los aditivos acelerantes como su mismo nombre indica acelera la reacción química del cemento y el agua, logrando de esta manera acelerar el tiempo de fraguado y la ganancia de altas resistencias a una edad temprana. De esta manera, Anfah expresa:

“Los aditivos acelerantes son los elementos cuya función primordial es aumentar o disminuir su tiempo de fraguado del cemento. La empleabilidad del acelerante de fraguado está habitualmente indicada en aquellos hormigones donde es requerido obtener unas resistencias mayores a una edad temprana” (párr. 1 y 2).

Regularmente estos aditivitos se usan en circunstancias de condiciones climáticas frías, cuando se requiera el rápido desencofrado de las estructuras o para obtener resistencias temprano de concreto. Es por ello, entre algunos acelerantes encontramos la ceniza de sosa, cloruro de calcio, cloruro de potasio, etc. Para la correcta dosificación se tiene en mezclar entre el 1% al 4% del peso del cemento, lo que equivaldría entre 300ml a 1200ml por bolsa de cemento (42.5 kg).

Los aditivos retardantes o también conocidos como retardante de fragua, es la reacción química entre el cemento y agua de mezcla para la ampliación del tiempo en que el concreto llegue a su estado endurecido, teniendo de esta forma un manejo más prolongado de la plasticidad del concreto. De la misma forma, Sika expresa:

“Los retardantes puros también tienen principales aplicaciones claras en los morteros larga duración, donde regulan el tiempo de fraguado en rango de edades que van entre las 3 y las 72 horas” (2014, p.8).

Frecuentemente este elemento se requiere en las obras donde el clima llega a altas temperaturas, por ello que al usarlo en estas circunstancias evitamos la creación de juntas frías en los vacados de concreto y también se puede transportar durante más tiempo. Es recomendable usar este aditivo en proporciones entre 150ml a 500ml por cada 100kg de cemento.

El concreto tiene dos propiedades relevantes de manera general, la cual una es en su estado fresco o líquido y la otra en su estado endurecido o solidificado. Según el Instituto mexicano del cemento y del concreto A.C. comentan:

Las propiedades físicas del concreto contemplan dichas cualidades que se pueden distinguir a simple vista y/o mediciones simples, a su vez que son propios, esto quiere decir, que no varía si la proporción de la mezcla es baja o alta cantidad, si no que varía del cuidado que se tenga con ella. (2005).

La trabajabilidad es la cualidad que obtiene el concreto para ser vacado y compactado correctamente evitando de esta manera la segregación de los agregados. Así también tiene la función de mantener una masa estable y fluida. De esta manera, Terreros y Carbajal expresan:

[...]con respecto a la trabajabilidad cuanto más tiempo se demore después del mezclado más dificultoso va resultar trabajarlo, el tiempo determinado para poder trabajar el concreto varía depende de la riqueza de la mezcla, la calidad de la temperatura del concreto, la manejabilidad inicial y el tipo de cemento, de la misma forma también varía según las condiciones de humedad que tenga el agregado. (2016, p. 28).

Para medir la trabajabilidad se realiza el ensayo de asentamiento, la cual se determina mediante el cono de Abrams, lo que mide que tan seca o líquida esta la mezcla de concreto y se tienen que seguir los parámetros de la ASTM C125.

La exudación, es el momento donde los agregados de la mezcla tienden a separarse y el agua de la mezcla a elevarse, esto generado ya que los agregados de la mezcla no pueden absorber el agua de mezcla. En este sentido, el ACI-116 expresa:

“Es un componente líquido o denso similar a la de un gel el cual aflora de un poro, grieta o hendidura en la superficie de concreto” (2016).

El contenido de aire es el principal factor que genera está localizado en la porosidad de los agregados, lo que forma los vacíos de aire durante en mezclado de los mismos. En ese sentido, ACI-116 comenta:

"volumen de vacíos de aire en la pasta de cemento, hormigón u mortero, separando el espacio que existe entre los poros en las partículas de los agregados; principalmente se conoce como un porcentaje del volumen total de la pasta, mortero u hormigón" (2016).

El calor de hidratación, esta propiedad del concreto se produce por la reacción química entre el agua y el cemento, esto generado por los compuestos de este último como el C3 y el C35 siendo los principales, también está asociado por la relación agua-cemento del diseño de mezcla y la finura del cemento. En este sentido, Coila y Loayza nos dicen:

"El calor libertado cuando se desarrolla el transcurso de catálisis entre el cemento y el agua a plena fricción, esta propiedad se desarrolla aun así si el agua de la mezcla se encuentra en estado gaseoso" (2015).

El peso unitario del concreto se determina mediante una mezcla determinar, lo cual varía dependiendo el tipo de concreto, diseño de mezcla, los agregados que se usen, el agua de mezcla y el tipo de cemento a utilizar. Así mismo, Coila y Loayza expresan:

"[el peso unitario] Es el producto que se desarrolla en la división entre el peso y volumen de las partículas que contienen los vacíos" (2015).

Las propiedades del concreto endurecido, según el Instituto mexicano del cemento y del concreto A.C. nos dice:

Las propiedades endurecidas del concreto son las cuales se relacionan con el comportamiento del concreto que se encuentra endurecido dependiente a las situaciones mecánicas sobre él, a su vez las propiedades mecánicas son parámetros de suma importancia para la proyección del diseño estructural del concreto (2005).

La resistencia a la compresión es la propiedad más importante del concreto que se logra con relación a las capacidades que tiene este último para aguantar la carga por unidad de área. En este sentido, Castellon y Osa comentan:

La resistencia a la compresión es el máximo valor de la resistencia de una probeta fabricada de concreto al sometida a una máquina de ensayos de compresión, a la cual se aplica una carga aplicada constante que actúa sobre uno de sus ejes hasta lograr la

rotura; la resistencia a la compresión se calcula dividiendo la carga de rotura de la probeta de concreto por la resistencia a la compresión del área de la sección transversal y se calcula en kg/cm² o psi (2013).

De esta manera, para terminar la resistencia que logra el concreto se inicia obteniendo el diseño de mezcla previamente realizada. Realizar ensayos de ruptura de probetas sometidas a la compresión, es de primordial importancia para la verificación de la calidad de esta.

La resistencia a la flexión del concreto es una medición a la falla por momento sea una losa o viga. Este se manifiesta mediante el módulo de falla que varía entre 10% a 20% de la resistencia a la compresión. En adición, Cárdenas y Lozano expresan:

Llamado también como Módulo de Rotura, es la medida del esfuerzo que se desarrolla en la línea de influencia de tensión que se genera al exponer a una viga a la flexión (2019).

Sobre la permeabilidad, según Ligia nos dice:

La permeabilidad en el concreto consta de la magnitud de migración de H₂O u otros elementos líquidos por la porosidad que presenta el material en un determinado tiempo; de esta manera se desarrolla de: la estructura de la porosidad en la mezcla de concreto, la asociación con la liberación de calor o calor de hidratación la hidratación y la evaporación del agua de mezcla, la formación de cavidades, la temperatura del concreto y las grietas por la reducción plástica en el concreto que se mantiene en el tiempo de fraguado (2010, p. 173).

Así mismo, el concreto se somete a ensayos de resistencia a tracción indirecta, este se realiza con probetas cilíndricas siguiendo los parámetros de la norma ASTM C496, en este sentido Aire, Aguado y Molins nos dicen:

El ensayo consta en la aplicación de una carga de compresión en una de las caras de la probeta, resultando la cara opuesta deba permanecer apoyada. El espécimen deberá soportar dos cargas aplicadas diametralmente contrarias que generaran una repartición homogénea de tracciones transversales a lo largo del eje de carga, lo que ocasionará la falla a tracción de la probeta. El ensayo se desarrolla con un controlador de carga y culmina cuando se consigue la falla máxima de la probeta ensayada (2013, p. 13).

Se ha podido distinguir los siguientes tipos de adiciones:

Adiciones hidráulicas

Adiciones puzolánicas

Adiciones mixtas: Participan las dos adiciones mencionadas anteriormente

De las adiciones mencionadas anteriormente, las más utilizadas son las conocidas como puzolánicas, quienes a su vez se han clasificados como naturales y artificiales.

Las puzolanas naturales, son aquellas, que no necesitan ningún tipo de tratamiento adicional, estas pueden ser de:

Materiales de origen volcánico: Son las rocas resultantes de erupciones volcánicas.

Materiales de origen sedimentario: Las arcillas.

Materiales de origen mixto: Están formados por rocas: tanto de procedencia volcánica como sedimentario, una de las más conocidas son las tierras blancas italianas.

Las puzolanas artificiales, son aquellas resultantes de una transformación estructural y/o química de un material que inicialmente no tenía un comportamiento puzolánico, estas se pueden diferenciar como:

Cenizas volantes: Según Rodríguez, son "variantes desarrolladas por la combustión de carbón pulverizado en las centrales termo eléctricas. Las partículas finas son llevadas por los gases durante el proceso y rescatadas posteriormente en filtros" (2007, p.35)

Arcillas y esquistos calcinados: Las arcillas son sometidas a altas temperaturas entre 600 y 900 °C, las cuales presentan transformaciones químicas y estructurales: como la pérdida de agua, la disminución del volumen del material.

Es así que las cenizas de cáscara de arroz y caña de azúcar son puzolanas naturales, de esta manera la producción se arroz, según el ministerio de agricultura y riego del Perú (ver **Figura 4**), nos dice:

"Es uno de los cereales más consumidos en el mundo " (2009), y en el Perú " en conjunto con la papa son los que mayor área cultivada tienen, unen a una de las mayores cantidades de productores" (2010).



Figura 4: Producción de arroz en el Perú hasta mayo del 2020

Fuente: Ministerio de agricultura y riego del Perú, 2010.

La cascarilla de arroz según Aybar y Villaroel nos dicen:

“Es la semilla de arroz, que contiene nutrientes y aglomeraciones de metabolitos en el crecimiento del grano y cubre las semillas tanto de insectos y plagas, como ataques de patógenos y daños físicos ” (2022, p.26).

Para separar el grano de arroz maduro con la cascarilla de arroz se le somete a un proceso de molienda. Es usada en procesos de remoción de metales pesados, para obtener combustible sólido, como material para abonos.

Las cenizas de cascara de arroz, es obtenida mediante la combustión de la cascarilla de arroz, Aybar y Villaroel mencionan que:

“Cuando la cáscara de arroz pasa por el proceso de cremado, genera entre el 17% y el 20% [...], es un material altamente poroso, voluminoso y liviano, con un peso específico que varía entre 180-200 kg/m³” (2022, p.27).

Se pueden obtener cenizas de color blanca o negra, según a la temperatura y el tiempo sometido a la combustión y si la combustión fue completa o incompleta.

Por su gran contenido de Sílice, en los últimos años dicen:

“Se ha empleado múltiples veces en cuantiosos campos para la fabricación de diferentes zeolitas, catalizadores, silicatos, cemento, nanocompuestos, materiales de construcción livianos, absorbentes y aislantes” (Aybar y Villaroel, 2022, p.28).

Las cenizas de cáscara de arroz está compuesta por diversos elementos químicos: Oxido de calcio (CaO), sílice (SiO₂), carbono (C), oxido de fosforo (P₂O₅), oxido

de potasio (K₂O) y en menores cantidades sodio (Na), magnesio (Mg) y hierro (Fe). La cantidad de sílice que contiene, según Aybar y Villaroel " oscila entre el 80% y el 99%. Todos los demás componentes de ceniza de cáscarilla de arroz, excepto potasio y calcio, son <1%" (2022, p.28).

La producción de caña de azúcar según el MIDAGRI expresa:

La producción en el mundo de la caña de azúcar en 2008 – 2009 fue de 1.558 millones toneladas, siendo Brasil el mayor productor con 33% de la producción mundial China 7%, India 23%, Tailandia 4%, México 3% y Pakistán 4%, así mismo los demás países representan el 26%; (párr.1).

Así mismo, en el Perú es producida en la costa, sierra y selva, su siembra y cosecha su producción es generada todo el año. El principal que se le da en la industria es para la producción de azúcar. Donde representa de las hectáreas se tiene que el 65% de estas son de los ingenios azucareros, mientras que el 35% son sembradores particulares.

Sin lugar a duda la caña de azúcar es uno de los productos primordiales y de mayor consumo en todo el mundo, ya sea para su consumo como fruto o como azúcar que se obtienen mediante un proceso. Por tal motivo, las industrias y/o campos de cultivo generan una gran cantidad de residuos. Si bien es cierto, estos desperdicios también son usados como alimento para ganado, abonos orgánicos y algunos productos biocombustibles. No es suficiente para mitigar esta problemática; por ende, se genera una contaminación al medio ambiente; por tal motivo, se han buscado otras opciones. En estos últimos años, esto ha sido motivo de varios estudios para su uso en construcción, se ha encontrado que por su gran porcentaje de contenido de la sílice al ponerlo a combustión se puede usar como un aditivo puzolánico a la hora de la mezcla del concreto.

Se denomina bagazo de caña, al desperdicio obtenido después de su corte, molienda y extracción de su jugo (sacarosa). Es el material fibroso resultante después de todo este proceso. Alvarado, Andrade y Hernández mencionan:

"que la fibra de la caña de azúcar representa entre un 40-50% de su volumen de toda la planta" (2016, p. 57).

Después de su siembra, se procede a su cosecha después de los 12 a 14 meses; para la cosecha se realiza una corte en la parte baja de la planta casi en el suelo,

este corte puede ser realizada por maquinaria o manualmente; en caso de realizarlo por el segundo método, se recomienda primero realizar un quemado controlado para eliminar las malezas y para la seguridad de los trabajadores evitando cortes de la hoja de caña. Luego mediante camiones se transporta a industrias encargadas de la molienda y extracción de su sacarosa, llamadas ingenio azucarero. Una vez llegados al ingenio, pasa por unas cuchillas picándolos en trozos pequeños, facilitando a los molinos en la extracción de su sacarosa. Posteriormente pasa un proceso de colado para la separación de la sacarosa y el bagazo.

El producto resultante del proceso menciona anteriormente, se le transporta a un horno para su quemado, esto con motivo de generar energía eléctrica. Culminado el quemado, en el fondo del horno se encontrarán las cenizas del bagazo. Según, Alvarado, Andrade y Hernández:

“25 kg de ceniza son generados por cada tonelada de bagazo quemado ” (2016, p. 57).

Otro método de obtener las cenizas de caña de azúcar, es que después de todo el proceso de extracción de sus jugos. La fibra se utilice como leña y así obtener las cenizas de forma artesanal.

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

El diseño de estudio es aplicado ya que, se tendrá resultados confiables obtenidos de ensayos de laboratorio siguiendo los parámetros de las normas técnicas nacionales e internacionales. Así mismo, es de tipo experimental por lo que se tendrá una mezcla de control o llamado patrón y otro conjunto donde se le añadirá las cenizas de cascarilla de arroz y caña de azúcar en diferentes proporciones. Es así, Hernández *et. al* expresan:

(El diseño experimental) Manipula una o más variables independientes para dar cuenta de su intercambio en la variable dependiente de la fase de control. En otras palabras, los diseños experimentales se utilizan cuando los observadores quieren determinar los efectos de diversas causas manipulables. (2014, p.82).

3.2 Variables y operacionalización

Variable Independiente: Cenizas de cascara de arroz y caña de azúcar.

Variable dependiente: Propiedades físico-mecánicas del concreto $f_c=210$ kg/cm².

3.3 Población, muestra y muestreo

POBLACIÓN

Según Arias, Villasis y Miranda nos dicen:

“Una población de investigación es un conjunto definido, limitado y disponible de casos que formarán la referencia para seleccionar una muestra que cumpla con un conjunto de criterios predeterminados.” (2016, p. 201).

Está constituida por un grupo de testigos y vigas de concreto, que se realizaran en base a un diseño de mezcla y fabricadas en laboratorio. Las probetas y vigas de concreto tendrán una muestra patrón y muestras experimentales donde sustituiremos en 5% (4% CCA y 1% CBCA),

10% (4% CCA y 6% CBCA) y 15% (10% CCA y 5% CBCA) de cemento por cenizas de cascara de arroz (CCA) y caña de azúcar (CBCA).

MUESTRA

La muestra de esta investigación está conformada por 8 ensayos de trabajabilidad (ver **Tabla 5**), 8 ensayos de densidad (ver **Tabla 6**), 36 probetas de concreto que se someterán a compresión (ver **Tabla 2**), 24 vigas de concreto las cuales serán expuestas a ensayos de flexión (ver **Tabla 3**) y 24 probetas de concreto que serán sometidas a tracción (ver **Tabla 4**). De esa manera, las Normas APA, expresan:

“La muestra es un conjunto que representa parte de una población. Cuando se realizan tesis con enfoques cuantitativos, es decir, con análisis numéricos quizás debemos hacer un censo” (2016, párr. 1).

Tabla 2. Cronograma ensayos resistencia a la compresión.

ENSAYO A LA COMPRESION CON ESPECÍMENES CILINDRICOS				
% de CCA Y CBCA	Días de curado			Acumulado
	7	14	28	
0%	3	3	3	9
5%	3	3	3	9
10%	3	3	3	9
15%	3	3	3	9
	TOTAL			36

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3. Cronograma ensayos resistencia a la flexión.

ENSAYO A LA FLEXION CON ESPECÍMENES DE VIGAS				
% de CCA Y CBCA	Días de curado			Acumulado
	7		28	
0%	3		3	6
5%	3		3	6
10%	3		3	6
15%	3		3	6
	TOTAL			24

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4. Cronograma ensayos resistencia a la tracción.

ENSAYO TRACCION DIAMETRALCON ESPECÍMENES CILINDRICOS				
% de CCA Y CBCA	Días de curado			Acumulado
	7		28	
0%	3		3	6
5%	3		3	6
10%	3		3	6
15%	3		3	6
	TOTAL			24

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5. Cronograma de ensayos de trabajabilidad.

CONO DE ABRAMS	
% de CCA Y CBCA	CANTIDAD
0%	1
5%	1
10%	1
15%	1
TOTAL	4

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6. Cronograma de ensayos de densidad.

DENSIDAD DEL CONCRETO	
% de CCA Y CBCA	CANTIDAD
0%	1
5%	1
10%	1
15%	1
TOTAL	4

Fuente: Elaboración propia.

MUESTREO

Se tomarán los ejemplares que se dispongan en el momento que se necesite, cumpliendo con las características necesarias. Por el cual, el muestreo es de tipo no probabilístico por conveniencia, siendo así que no se brindará las mismas oportunidades a todas las unidades. Así mismo, Gómez nos indica:

El muestreo es el conjunto de métodos o procesos para lograr una muestra finita de una población finita o infinita para estimar valores de parámetros o

probar hipótesis sobre la forma de una distribución de probabilidad o sobre el valor de uno o más parámetro de una o más población (2018, párr. 3).

3.4 Técnicas e Instrumentos de recolección de datos

Se realizará la observación experimental como técnica de investigación, de este modo Behar, nos dice: “[La observación experimental] Conduce la verificación del problema planteado, asimismo instituye sus instrumentos y herramientas o medios que serán empleados” (2008, párr. 55).

Por ello, el instrumento de investigación son los formatos de cuantificación donde tendremos los resultados de cada espécimen que se sometió a los ensayos, de la misma forma estas fichas serán evaluadas, validadas y autorizadas por expertos.

Los ensayos se realizarán en laboratorios autorizados que cuenten con los certificados de calibración necesarios, con ello contar con la validez, confiabilidad y veracidad de los documentos que se van a emitir.

3.5 Procedimientos

Para el desarrollo del proyecto de investigación se realizará en los siguientes pasos:

Primer paso: Selección de la cascarilla de arroz (**Figura 5**) en el molino “El Cholo” ubicado en el distrito de Chepén – La Libertad.

Figura 5: Cascarilla de Arroz



Fuente: Elaboración Propia

Segundo paso: Se quemará la cascará de arroz (ver **Figura 6**) a una temperatura aproximada de 600 C°, para de esa forma obtener las cenizas de esta.

Figura 6: Cenizas de cascarilla de arroz



Fuente: Elaboración Propia

Tercer paso: Selección de la caña de azúcar (ver **Figura 7**) en el trapiche “Hermanos Navarro” ubicado en el distrito de Magdalena, Cajamarca.

Figura 7: Bagazo caña de azúcar.



Fuente: Elaboración Propia

Cuarto paso: Se quemará la caña de azúcar (ver **Figura 8**) a una temperatura aproximada de 600 C°, para de esa forma obtener las cenizas de la misma.

Figura 8: Cenizas de bagazo de caña de azúcar



Fuente: Elaboración Propia

Quinto paso: Selección de los agregados en la cantera “trapiche” ubicado en el distrito de comas, departamento de Lima.

Sexto paso: Una vez encontrados todos los insumos que se utilizará se realizarán los ensayos de granulometría al agregado fino y grueso para encontrar sus propiedades físicas y realizar el diseño de mezcla $f'c=210$ kg/cm².

Tabla 7. Análisis granulométrico del agregado grueso

MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES (ASTM C33)	
		(g)	(%)	Retenido	Pasa	Huso #57	
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0		
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	0.0	100.0		
1"	24.50	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100
3/4"	19.05	47.1	2.3	2.3	97.7	90	100
1/2"	12.50	903.8	47.5	49.8	50.2		
3/8"	9.53	915.3	30.3	80.1	19.9	20	55
N° 04	4.75	386.1	19.0	99.1	0.9	0	10
N° 08	2.38	11.4	0.6	99.7	0.3	0	5
N° 16	1.18	2.4	0.1	99.9	0.2		
FONDO		3.80	0.2	100.0	0.0		

Fuente: MTL Geotecnia

Figura 9: Curva granulométrica del agregado grueso



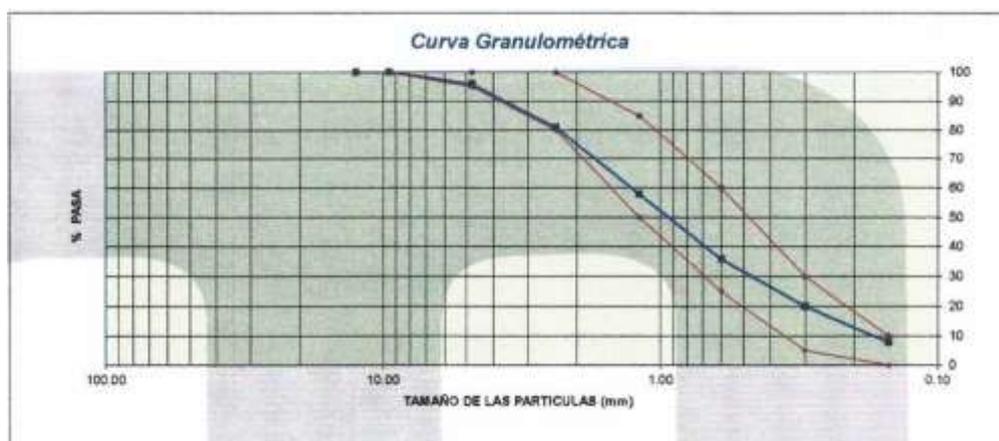
Fuente: MTL Geotecnia

Tabla 8. Análisis granulométrico del agregado fino

MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES (ASTM C33)	
		(g)	(%)	Retenido	Pasa	Huso Arena	
1/2"	12.50	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100
3/8"	9.50	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100
N° 04	4.75	12.1	4.0	4.0	96.0	95	100
N° 08	2.38	46.2	15.1	19.1	80.9	80	100
N° 16	1.19	70.7	23.2	42.3	57.7	50	85
N° 30	0.60	66.8	21.9	64.2	35.8	25	60
N° 60	0.30	48.2	15.8	79.9	20.1	5	30
N° 100	0.15	37.4	12.3	92.2	7.8	0	10
FONDO		23.80	7.8	100.0	0.0		

Fuente: MTL Geotecnia

Figura 10: Curva granulométrica del agregado fino



Fuente: MTL Geotecnia

Figura 11: Diseño de mezcla concreto patrón

A) VALORES DE DISEÑO				
1	ASENTAMIENTO	3-4	pulg	
2	TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	3/4"		
3	RELACION AGUA CEMENTO	0.60		
4	AGUA	221		
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %	2.0		
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO	0.36		
B) ANALISIS DE DISEÑO				
	FACTOR CEMENTO	388.38	Kg/m³	8.7
	Volumen absoluto del cemento	0.1181	m ³ /m ³	
	Volumen absoluto del Agua	0.2210	m ³ /m ³	
	Volumen absoluto del Aire	0.0200	m ³ /m ³	
				0.359
	VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS			
	Volumen absoluto del Agregado fino	0.2831	m ³ /m ³	0.841
	Volumen absoluto del Agregado grueso	0.3579	m ³ /m ³	
	SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS			1.000
C) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO SECO				
	CEMENTO	368	Kg/m ³	
	AGUA	221	L/m ³	
	AGREGADO FINO	716	Kg/m ³	
	AGREGADO GRUESO	913	Kg/m ³	
	PESO DE MEZCLA	2218	Kg/m³	
D) CORRECCION POR HUMEDAD				
	AGREGADO FINO HUMEDO	741.0	Kg/m ³	
	AGREGADO GRUESO HUMEDO	917.5	Kg/m ³	
E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS				
	AGREGADO FINO	-1.67	L/m ³	
	AGREGADO GRUESO	0.56	L/m ³	
	AGUA DE MEZCLA CORREGIDA		214.2	L/m³
F) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO HUMEDO				
	CEMENTO	368	Kg/m ³	
	AGUA	214	L/m ³	
	AGREGADO FINO	741	Kg/m ³	
	AGREGADO GRUESO	917	Kg/m ³	
	PESO DE MEZCLA	2241	Kg/m³	
G) CANTIDAD DE MATERIALES (120 lL)				
	CEMENTO	44.21	Kg	
	AGUA	26.70	Lbs	
	AGREGADO FINO	88.92	Kg	
	AGREGADO GRUESO	110.10	Kg	
PORPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)			PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)	
C	1.0		C	1.0
A.F	2.01		A.F	2.16
A.G	2.48		A.G	2.58
H ₂ O	24.7		H ₂ O	24.7

Fuente: MTL Geotecnia

Séptimo paso: Se realizan los diseños de mezcla para los diferentes porcentajes que se realizarán en la presente investigación, 5%, 10% Y 15% de CCA y CBCA.

Figura 12: Diseño de mezcla 5% (4% CCA y 1% CBCA)

A) VALORES DE DISEÑO					
1	ASENTAMIENTO	3-4	mm		
2	TAMANO MAXIMO NOMINAL	3/4"			
3	RELACION AGUA CEMENTO	0.60			
4	AGUA	221			
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %	2.0			
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO	0.36			
B) ANALISIS DE DISEÑO					
FACTOR CEMENTO		388.26	Kg/m³	8.7	Blts/m³
	Volumen absoluto del cemento	0.1181	m ³ /m ³		
	Volumen absoluto del Agua	0.2210	m ³ /m ³		
	Volumen absoluto del Aire	0.0200	m ³ /m ³		
				0.350	
VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS					
	Volumen absoluto del Agregado fino	0.2631	m ³ /m ³		0.641
	Volumen absoluto del Agregado grueso	0.3579	m ³ /m ³		
SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS					1.000
C) CANTIDAD DE MATERIALES m ³ POR EN PESO SECO					
	CEMENTO	350	Kg/m ³		
	AGUA	221	Lts/m ³		
	AGREGADO FINO	716	Kg/m ³		
	AGREGADO GRUESO	913	Kg/m ³		
	CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ (4%)	14.74	Kg/m ³		
	CENIZA DE CÁSCARA DE CAÑA DE AZÚCAR (1%)	3.65	Kg/m ³		
		2200	Kg/m³		
D) PESO DE MEZCLA					
CORRECCION POR HUMEDAD					
	AGREGADO FINO HUMEDO	741.0	Kg/m ³		
	AGREGADO GRUESO HUMEDO	917.5	Kg/m ³		
E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS					
	AGREGADO FINO	-1.67	Lts/m ³		
	AGREGADO GRUESO	0.56	Lts/m ³		
				-6.8	
	AGUA DE MEZCLA CORREGIDA			214.2	Lts/m³
F) CANTIDAD DE MATERIALES m ³ POR EN PESO HUMEDO					
	CEMENTO	350	Kg/m ³		
	AGUA	214	Lts/m ³		
	AGREGADO FINO	741	Kg/m ³		
	AGREGADO GRUESO	917	Kg/m ³		
	CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ (4%)	14.74	Kg/m ³		
	CENIZA DE CÁSCARA DE CAÑA DE AZÚCAR (1%)	3.65	Kg/m ³		
		2223	Kg/m³		
G) PESO DE MEZCLA					
CANTIDAD DE MATERIALES (120 L)					
	CEMENTO	42.30	Kg		
	AGUA	25.70	Lts		
	AGREGADO FINO	86.92	Kg		
	AGREGADO GRUESO	110.10	Kg		
	CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ (4%)	1.765.3	g		
	CENIZA DE CÁSCARA DE CAÑA DE AZÚCAR (1%)	442.1	g		
PROPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)					
C	1.0				
A.F	2.13				
A.G	2.62				
H2o	26.0				
PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)					
C	1.0				
A.F	2.27				
A.G	2.71				
H2o	26.0				

Fuente: MTL Geotecnia

Figura 13: Diseño de mezcla 10% (4% CCA y 6% CBCA)

A) VALORES DE DISEÑO					
1	ASENTAMIENTO	3-4	mm		
2	TAMANO MAXIMO NOMINAL	3/4"			
3	RELACION AGUA CEMENTO	0.60			
4	AGUA	221			
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %	2.0			
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO	0.36			
B) ANALISIS DE DISEÑO					
FACTOR CEMENTO		388.26	Kg/m³	8.7	Blts/m³
	Volumen absoluto del cemento	0.1181	m ³ /m ³		
	Volumen absoluto del Agua	0.2210	m ³ /m ³		
	Volumen absoluto del Aire	0.0200	m ³ /m ³		
				0.350	
VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS					
	Volumen absoluto del Agregado fino	0.2631	m ³ /m ³		0.641
	Volumen absoluto del Agregado grueso	0.3579	m ³ /m ³		
SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS					1.000
C) CANTIDAD DE MATERIALES m ³ POR EN PESO SECO					
	CEMENTO	332	Kg/m ³		
	AGUA	221	Lts/m ³		
	AGREGADO FINO	716	Kg/m ³		
	AGREGADO GRUESO	913	Kg/m ³		
	CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ (4%)	14.74	Kg/m ³		
	CENIZA DE CÁSCARA DE CAÑA DE AZÚCAR (6%)	22.10	Kg/m ³		
		2181	Kg/m³		
D) PESO DE MEZCLA					
CORRECCION POR HUMEDAD					
	AGREGADO FINO HUMEDO	741.0	Kg/m ³		
	AGREGADO GRUESO HUMEDO	917.5	Kg/m ³		
E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS					
	AGREGADO FINO	-1.67	Lts/m ³		
	AGREGADO GRUESO	0.56	Lts/m ³		
				-6.8	
	AGUA DE MEZCLA CORREGIDA			214.2	Lts/m³
F) CANTIDAD DE MATERIALES m ³ POR EN PESO HUMEDO					
	CEMENTO	332	Kg/m ³		
	AGUA	214	Lts/m ³		
	AGREGADO FINO	741	Kg/m ³		
	AGREGADO GRUESO	917	Kg/m ³		
	CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ (4%)	14.74	Kg/m ³		
	CENIZA DE CÁSCARA DE CAÑA DE AZÚCAR (6%)	22.10	Kg/m ³		
		2204	Kg/m³		
G) PESO DE MEZCLA					
CANTIDAD DE MATERIALES (120 L)					
	CEMENTO	39.79	Kg		
	AGUA	25.70	Lts		
	AGREGADO FINO	86.92	Kg		
	AGREGADO GRUESO	110.10	Kg		
	CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ (4%)	1.765.3	g		
	CENIZA DE CÁSCARA DE CAÑA DE AZÚCAR (6%)	2652.4	g		
PROPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)					
C	1.0				
A.F	2.23				
A.G	2.77				
H2o	27.5				
PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)					
C	1.0				
A.F	2.40				
A.G	2.86				
H2o	27.5				

Fuente: MTL Geotecnia

Figura 14: Diseño de mezcla 15% (10%CCA y 5% CBCA)

A) VALORES DE DISEÑO				
1	ASENTAMIENTO	3 - 4	in	
2	TAMANO MAXIMO NOMINAL	3/4"		
3	RELACION AGUA CEMENTO	0.80		
4	AGUA	221		
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %	2.0		
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO	0.36		
B) ANALISIS DE DISEÑO				
	FACTOR CEMENTO	386.39	Kg/m ³	8.7 Bl/m ³
	Volumen absoluto del cemento	0.1181	m ³ /m ³	
	Volumen absoluto del Agua	0.2210	m ³ /m ³	
	Volumen absoluto del Aire	0.0200	m ³ /m ³	
	VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS			0.359
	Volumen absoluto del Agregado fino	0.2831	m ³ /m ³	
	Volumen absoluto del Agregado grueso	0.3679	m ³ /m ³	0.641
	SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS			1.000
C) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO SECO				
	CEMENTO	313	Kg/m ³	
	AGUA	221	L/m ³	
	AGREGADO FINO	716	Kg/m ³	
	AGREGADO GRUESO	913	Kg/m ³	
	CENIZA DE CASCARA DE ARROZ (10%)	36.84	Kg/m ³	
	CENIZA DE CASCARA DE CAÑA DE AZÚCAR (5%)	18.42	Kg/m ³	
D) PESO DE MEZCLA				
		2183	Kg/m ³	
E) CORRECCION POR HUMEDAD				
	AGREGADO FINO HUMEDO	741.0	Kg/m ³	
	AGREGADO GRUESO HUMEDO	917.3	Kg/m ³	
F) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS				
		%	L/m ³	
	AGREGADO FINO	-1.67	-12.0	
	AGREGADO GRUESO	0.26	5.1	
	AGUA DE MEZCLA CORREGIDA		214.2	L/m ³
G) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO HUMEDO				
	CEMENTO	313	Kg/m ³	
	AGUA	214	L/m ³	
	AGREGADO FINO	741	Kg/m ³	
	AGREGADO GRUESO	917	Kg/m ³	
	CENIZA DE CASCARA DE ARROZ (10%)	36.84	Kg/m ³	
	CENIZA DE CASCARA DE CAÑA DE AZÚCAR (5%)	18.42	Kg/m ³	
H) PESO DE MEZCLA				
		2188	Kg/m ³	
I) CANTIDAD DE MATERIALES (120 l.)				
	CEMENTO	37.58	Kg	
	AGUA	26.70	Lib	
	AGREGADO FINO	86.92	Kg	
	AGREGADO GRUESO	110.10	Kg	
	CENIZA DE CASCARA DE ARROZ (10%)	4420.7	g	
	CENIZA DE CASCARA DE CAÑA DE AZÚCAR (5%)	2210.3	g	
PROPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)				
	C	1.0		
	A.F	2.37		
	A.G	2.93		
	H2o	28.1		
PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)				
	C	1.0		
	A.F	2.54		
	A.G	3.00		
	H2o	28.1		

Fuente: MTL Geotecnia

Octavo paso: Propiedades físicas del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en estado endurecido. Se realizarán los ensayos de trabajabilidad y peso unitario del concreto en estado fresco.

Noveno paso: Propiedades mecánicas del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en estado endurecido. Se realizarán los ensayos de falla de probetas a compresión y tracción, así mismo, reventado de vigas sometidas a flexión.

Decimo paso: Obtención de los resultados de los ensayos.

3.6 Método de análisis de datos

Se analizarán las propiedades físicas y mecánicas del concreto con cenizas de cascarilla de arroz y caña de azúcar, que se basarán bajo los parámetros de las NTP y ASTM. Se realizarán ensayos de resistencia la compresión, flexión, trabajabilidad y temperatura de las cenizas de cascarilla de arroz y bagazo caña de azúcar adicionado con el concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, se

seguirán los parámetros de la NTP y ASTM. Diseño de mezcla, se regirán bajos los parámetros y exigencias de la NTP y ASTM para una correcta dosificación de cada componente.

3.7 Aspectos éticos

Los resultados de los ensayos del actual proyecto de investigación se obtendrán de laboratorios certificados, de esta forma se validará la autenticidad y confiabilidad en los resultados obtenidos. Así mismo, se usaron diversos párrafos de libros, tesis y revistas que estén vinculadas con las variables independiente y dependientes, es por ello que para respetar el derecho de autor se realizaron citas bibliográficas usando la norma ISO 690–2, garantizando de esa forma la total originalidad y autenticidad de esta investigación.

IV. RESULTADOS

Los resultados logrados en los ensayos desarrollados significan la fuente principal de la investigación, es por lo que determinar las propiedades físicas y mecánicas del concreto y compararlas con un diseño patrón, nos ayudará para determinar si con los porcentajes (5% (4% CCA y 1% CBCA), 10% (4% CCA y 6% CBCA) y 15% (10% CCA y 5% CBCA) de adición de las cenizas de cascarilla de arroz (CCA) y cenizas de caña de azúcar (CBCA), podremos utilizar estas como reemplazante del cemento portland.

Resultados de ensayos realizados a las cenizas

Ensayo de análisis granulométrico

Este ensayo se realizó bajo los parámetros de la norma ASTM C136, donde se utilizó una balanza electrónica de marca OHAUS, modelo EB30 la cual cuenta con su certificado de calibración TC-06131-2022, de la misma manera de usó un horno electrónico de marca PERUTEST, modelo PT-H76 que cuenta con su certificado de calibración TC-12559-2022.

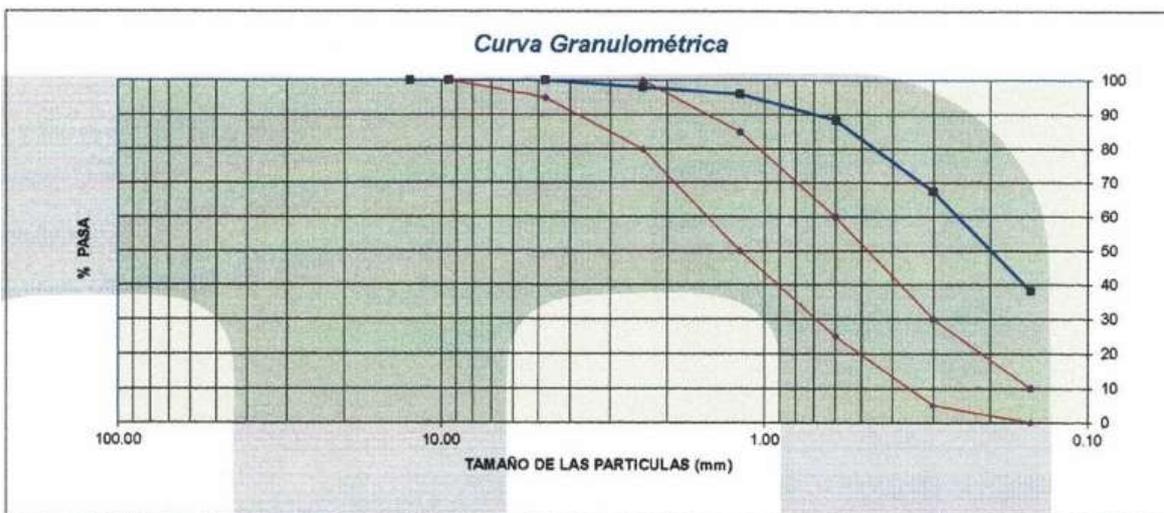
Los resultados del ensayo granulométrico realizados a las cenizas de cáscarilla de arroz (Tabla 9 y Figura 15) y a las cenizas de bagazo de caña de azúcar (Tabla 10 y Figura 16) serán detalladas en las siguientes tablas donde se tendrá el análisis y la curva granulométricos de cada una de las cenizas ya antes mencionadas.

Tabla 9. Análisis granulométrico cenizas cáscara de arroz

MALLAS	ABERTURA	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES (ASTM C33)	
	(mm)	(g)	(%)	Retenido	Pasa	Huso Arena	
1/2"	12.50	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100
3/8"	9.50	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100
Nº 04	4.76	0.0	0.0	0.0	100.0	95	100
Nº 08	2.38	2.0	2.0	2.0	98.0	80	100
Nº 16	1.19	2.0	2.0	4.0	96.0	50	85
Nº 30	0.60	7.5	7.6	11.6	88.4	25	60
Nº 50	0.30	20.7	20.9	32.6	67.4	5	30
Nº 100	0.15	28.9	29.2	61.8	38.2	0	10
FONDO		37.80	38.2	100.0	0.0		

Fuente: MTL Geotecnia

Figura 15: Curva granulométrica de cenizas cáscara de arroz



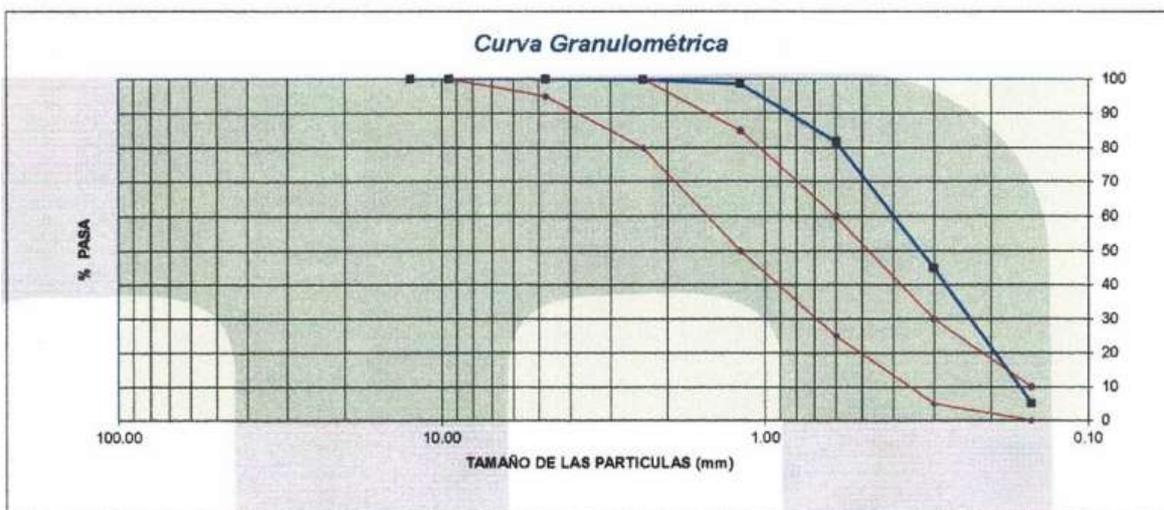
Fuente: MTL Geotecnia

Tabla 10. Análisis granulométrico cenizas caña de azúcar

MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES (ASTM C33)	
		(g)	(%)	Retenido	Pasa	Huso Arena	
1/2"	12.50	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100
3/8"	9.50	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100
Nº 04	4.76	0.0	0.0	0.0	100.0	95	100
Nº 08	2.38	0.2	0.2	0.2	99.8	80	100
Nº 16	1.19	1.3	1.3	1.5	98.5	50	85
Nº 30	0.60	16.7	16.7	18.2	81.8	25	60
Nº 50	0.30	36.8	36.9	55.1	44.9	5	30
Nº 100	0.15	39.6	39.7	94.8	5.2	0	10
FONDO		5.20	5.2	100.0	0.0		

Fuente: MTL Geotecnia

Figura 16: Curva granulométrica cenizas caña de azúcar



Fuente: MTL Geotecnia

Ensayo de análisis químico

En el análisis químico realizado a las cenizas de cascarilla de arroz y a las cenizas de caña de azúcar se elaboraron bajo la técnica ICP-OES bajo los parámetros de la norma ASTM C-25, donde se determina la composición química de las cenizas (Figura 17 y 18) y también el porcentaje de sílice (Tabla 11) que contiene cada tipo de cenizas.

Figura 17: Composición química cenizas cáscara de arroz

Elemento	Límite Detc.	Resultado	Unidades	Técnica
Ag	0,2	0,9	ppm	ICP-OES
Al	0,01	0,09	%	ICP-OES
As	3	<3	ppm	ICP-OES
Ba	1	29	ppm	ICP-OES
Bc	0,5	< 0,5	ppm	ICP-OES
Bi	5	< 5	ppm	ICP-OES
Ca	0,01	0,88	%	ICP-OES
Cd	1	< 1	ppm	ICP-OES
Co	1	< 1	ppm	ICP-OES
Cr	1	28	ppm	ICP-OES
Cu	0,5	95,8	ppm	ICP-OES
Fe	0,01	0,26	%	ICP-OES
Ga	10	< 10	ppm	ICP-OES
Hg	1	< 1	ppm	ICP-OES
K	0,01	1,89	%	ICP-OES
La	0,5	1,2	ppm	ICP-OES
Mg	0,01	0,34	%	ICP-OES
Mn	2	680	ppm	ICP-OES
Mo	1	4	ppm	ICP-OES
Nb	0,01	0,14	%	ICP-OES
Nb	1	< 1	ppm	ICP-OES
Ni	1	5	ppm	ICP-OES
P	0,01	0,38	%	ICP-OES
Pb	2	24	ppm	ICP-OES
S	0,01	0,19	%	ICP-OES
Sb	5	< 5	ppm	ICP-OES
Sc	0,5	< 0,5	ppm	ICP-OES
Se	10	< 10	ppm	ICP-OES
Sn	10	< 10	ppm	ICP-OES
Sr	0,5	54,5	ppm	ICP-OES
Te	10	<10	ppm	ICP-OES
Tl	0,01	< 0,01	%	ICP-OES
Tl	2	5	ppm	ICP-OES
V	2	3	ppm	ICP-OES
W	10	< 10	ppm	ICP-OES
Y	0,5	0,6	ppm	ICP-OES
Zn	0,5	92,9	ppm	ICP-OES
Zr	0,5	< 0,5	ppm	ICP-OES

Fuente: R&M LAB

Figura 18: Composición química cenizas caña de azúcar

Elemento	Limite Detc.	Resultado	Unidades	Técnica
Ag	0,2	0,7	ppm	ICP-OES
Al	0,01	0,31	%	ICP-OES
As	3	<3	ppm	ICP-OES
Ba	1	80	ppm	ICP-OES
Be	0,5	< 0,5	ppm	ICP-OES
Bí	5	< 5	ppm	ICP-OES
Ca	0,01	4,6	%	ICP-OES
Cd	1	< 1	ppm	ICP-OES
Co	1	3	ppm	ICP-OES
Cr	1	34	ppm	ICP-OES
Cu	0,5	99,3	ppm	ICP-OES
Fe	0,01	0,39	%	ICP-OES
Ga	10	< 10	ppm	ICP-OES
Hg	1	< 1	ppm	ICP-OES
K	0,01	8,89	%	ICP-OES
La	0,5	4,6	ppm	ICP-OES
Mg	0,01	1,46	%	ICP-OES
Mn	2	580	ppm	ICP-OES
Mo	1	14	ppm	ICP-OES
Na	0,01	0,08	%	ICP-OES
Nb	1	2	ppm	ICP-OES
Ni	1	7	ppm	ICP-OES
P	0,01	0,96	%	ICP-OES
Pb	2	11	ppm	ICP-OES
S	0,01	2,98	%	ICP-OES
Sb	5	6	ppm	ICP-OES
Sc	0,5	< 0,5	ppm	ICP-OES
Se	10	< 10	ppm	ICP-OES
Sn	10	< 10	ppm	ICP-OES
Sr	0,5	397,4	ppm	ICP-OES
Te	10	<10	ppm	ICP-OES
Ti	0,01	< 0,01	%	ICP-OES
Tl	2	< 2	ppm	ICP-OES
V	2	7	ppm	ICP-OES
W	10	< 10	ppm	ICP-OES
Y	0,5	1,4	ppm	ICP-OES
Zn	0,5	169,5	ppm	ICP-OES
Zr	0,5	< 0,5	ppm	ICP-OES

Fuente: R&M LAB

Tabla 11. Porcentaje de Sílice de las cenizas

DENOMINACIÓN DE LA MUESTRA	RESULTADO DE ANALISIS
	SiO ₂ %
CAÑA DE AZÚCAR	52.25
CÁSCARA DE ARROZ	83.95

Fuente: R&M LAB

Resultados del concreto en estado fresco

Ensayo de asentamiento

El ensayo se desarrolló bajo los parámetros de la norma ASTM C143, la cual estará detallada en la siguiente tabla donde observaremos el slump (Tabla 12) que tuvo el concreto base, como también el concreto con las adiciones de cenizas.

Tabla 12. Ensayo de asentamiento

ENSAYO DE ASENTAMIENTO	
% de CCA Y CBCA	SLUMP (pulg)
0%	3 1/2
5% (4% CCA y 1% CBCA)	1 1/2
10% (4% CCA y 6% CBCA)	2 3/4
15% (10% CCA y 5% CBCA)	1/2

Fuente: Elaboración propia

Ensayo del peso unitario

El ensayo se elaboró bajo los parámetros determinados por las normas ASTM C138 y la NTP 339.046, la cual estará detallada en la siguiente tabla donde observaremos las variaciones del peso unitario (Tabla 13) que tuvo el concreto base, como también el concreto con las adiciones de cenizas.

Tabla 13. Peso unitario concreto fresco

PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO (P.U. del diseño)				
DESCRIPCIÓN	DISEÑO PATRÓN	4%CCA y 1% CBCA	4%CCA y 6% CBCA	10%CCA y 5% CBCA
Peso de recipiente + concreto (kg)	20.45	20.43	20.20	20.05
Peso recipiente (kg)	3.54	3.54	3.54	3.54
Peso concreto (kg)	16.91	16.89	16.66	16.51
Volumen de recipiente (m3)	0.007040	0.007040	0.007040	0.007040
Peso Unitario (kg/m3)	2402	2400	2367	2346

Fuente: MTL Geotecnia

Resultados del concreto en estado endurecido

Ensayo de Resistencia a la compresión axial

Los parámetros usados para la determinación de este ensayo se realizaron bajo las normas ASTM C39 y NTP 339.034, en el cual se utilizó una prensa hidráulica de concreto, UTEST modelo UTC-422FPR la cual cuenta con su certificado de calibración TC-02915-2022.

Los resultados logrados de los ensayos analizados a los 7 (**Tabla 14**), 14 (**Tabla 15**) y 28 (**Tabla 16**) días de curado de las probetas cilíndricas serán detalladas en las siguientes tablas, donde podremos observar las resistencias del concreto base y las del concreto con las adiciones de CCA y CBCA en diferentes porcentajes ya antes mencionados.

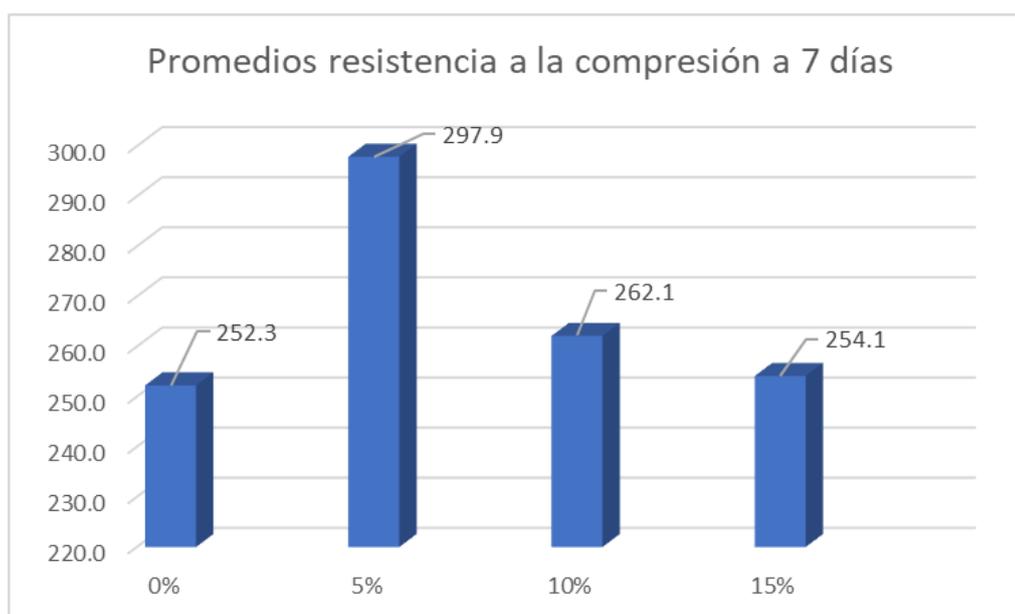
Tabla 14. Resistencia a la compresión a los 7 días.

N° de probeta	% de CCA y CBCA	Área (cm ²)	Fuerza Máxima (kgf)	Resistencia a compresión (kg/cm ²)	Resistencia promedio (kg/cm ²)	Porcentaje (%)	Diferencia (%)
1	0%	78.5	20740.7	264.1	252.3	100.0	0.0
2		78.5	20363.4	259.3			
3		78.5	18334.2	233.4			
4	5% (4% CCA y 1% CBCA)	78.5	22627.1	288.1	297.9	118.1	18.1
5		78.5	23422.5	289.2			
6		78.5	24850.1	316.4			
7	10% (4% CCA y 6% CBCA)	78.5	20822.3	265.1	262.1	103.9	3.9
8		78.5	21016.0	267.6			
9		78.5	19924.9	253.7			
10	15% (10% CCA y 5% CBCA)	78.5	24289.3	309.3	254.1	100.7	0.7
11		78.5	17141.2	218.2			
12		78.5	18446.6	234.9			

Fuente: Elaboración propia

Según la Tabla 14, la resistencia que se obtuvo a compresión a la edad de 7 días para el concreto base fue de 252.3 kg/cm², con la adición de 5% de CCA y CBCA fue de 297.9 kg/cm² de esta manera mejorando en un 18.1%. con 10% mejoró en un 3% y para la adición del 15% obtuvo un incremento de 0.7% respecto al concreto patrón.

Figura 19: Promedios resistencia a la compresión a 7 días



Fuente: Elaboración propia

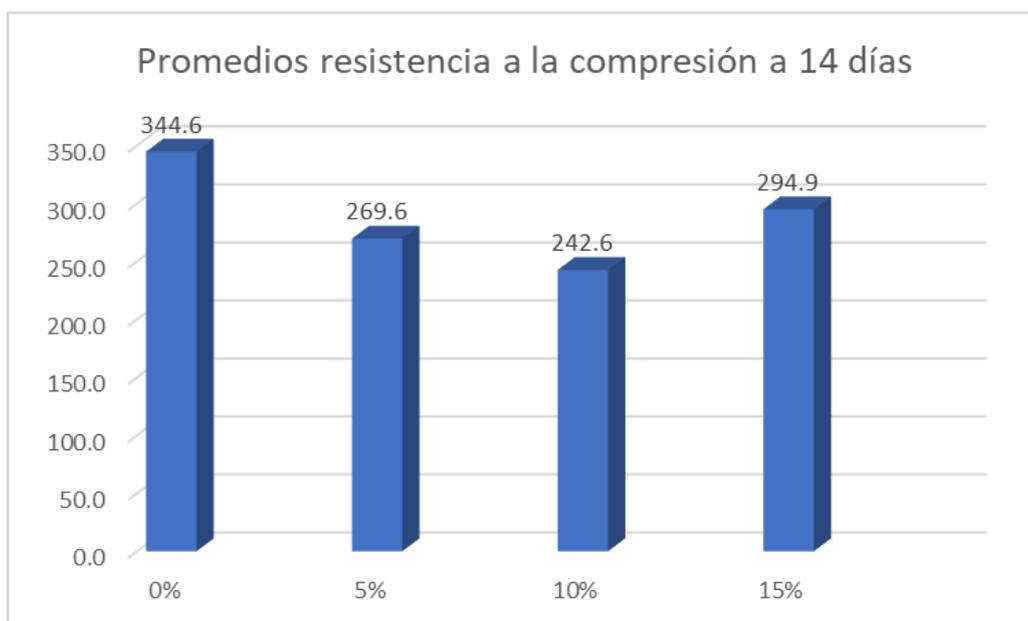
Tabla 15. Resistencia a la compresión a los 14 días

N° de probeta	% de CCA y CBCA	Área (cm ²)	Fuerza Máxima (kgf)	Resistencia a compresión (kg/cm ²)	Resistencia promedio (kg/cm ²)	Porcentaje (%)	Diferencia (%)
1	0%	78.5	24126.1	307.2	344.6	100.0	0.0
2		78.5	24676.7	413.2			
3		78.5	24625.8	313.5			
4	5% (4% CCA y 1% CBCA)	78.5	19812.8	252.3	269.6	78.2	-21.8
5		78.5	22545.6	287.1			
6		78.5	21148.6	269.3			
7	10% (4% CCA y 6% CBCA)	78.5	19700.6	250.8	242.6	70.4	-29.6
8		78.5	20067.7	255.5			
9		78.5	17385.9	221.4			
10	15% (10% CCA y 5% CBCA)	78.5	25176.4	320.6	294.9	85.6	-14.4
11		78.5	22137.7	281.9			
12		78.5	22168.3	282.3			

Fuente: Elaboración propia

Según lo observado en la Tabla 15, la resistencia que se obtuvo a compresión a los 14 días de edad para el concreto guía fue de 344.6 kg/cm², con la adición de 5% de CCA y CBCA fue de 269.6 kg/cm² de esta manera disminuyendo en un 21.8%. con 10% de adición disminuyó en un 29.6% y para la adición del 15% obtuvo una disminución de 14.4% respecto al concreto patrón.

Figura 20: Promedios resistencia a la compresión a 14 días



Fuente: Elaboración propia

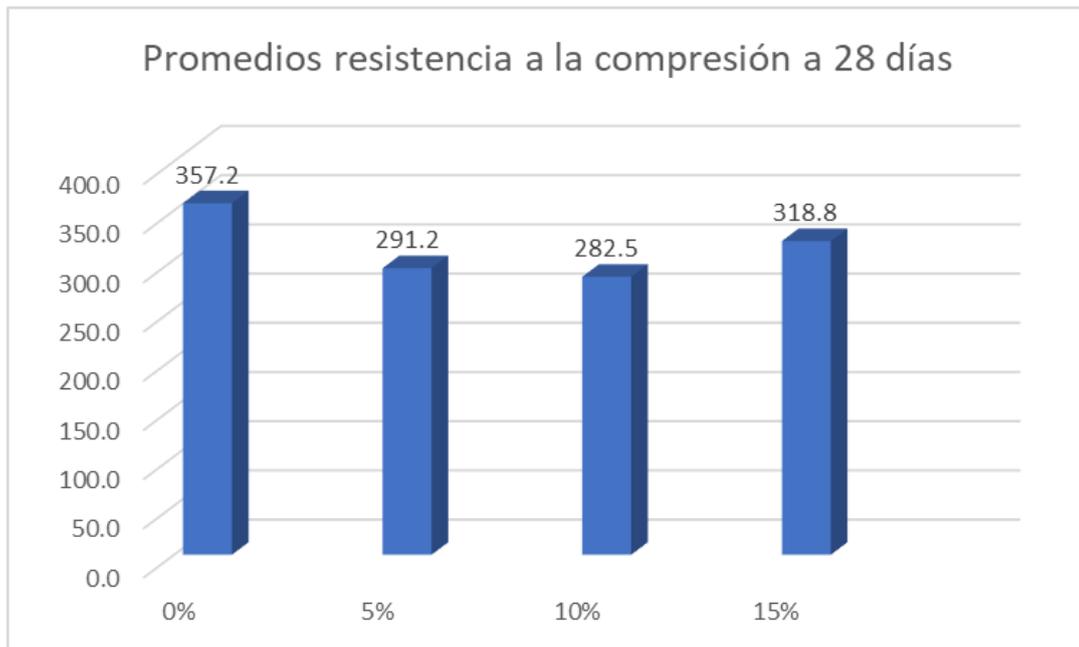
Tabla 16. Resistencia a la compresión a los 28 días

N° de probeta	% de CCA y CBCA	Área (cm ²)	Fuerza Máxima (kgf)	Resistencia a compresión (kg/cm ²)	Resistencia promedio (kg/cm ²)	Porcentaje (%)	Diferencia (%)
1	0%	78.5	28694.4	365.3	357.2	100.0	0.0
2		78.5	27644.1	352.0			
3		78.5	27837.8	354.4			
4	5% (4% CCA y 1% CBCA)	78.5	24462.6	311.5	291.2	81.5	-18.5
5		78.5	22341.6	284.5			
6		78.5	21811.4	277.7			
7	10% (4% CCA y 6% CBCA)	78.5	25043.8	318.9	282.5	79.1	-20.9
8		78.5	22729.1	289.4			
9		78.5	18782.9	239.2			
10	15% (10% CCA y 5% CBCA)	78.5	24707.3	314.6	318.8	89.2	-10.8
11		78.5	25410.9	323.5			
12		78.5	25003.00	318.3			

Fuente: Elaboración propia

Según los resultados hallados en la Tabla 16, la resistencia que se obtuvo a compresión a la edad de 28 días para el concreto guía fue de 357.2 kg/cm², con la adición de 5% de CCA y CBCA fue de 291.2 kg/cm² de esta manera disminuyendo en un 18.5%. con 10% de adición disminuyó en un 20.9% y para la adición del 15% obtuvo una disminución del 10.8% respecto al concreto patrón.

Figura 21: Resistencia a la compresión a 28 días



Fuente: Elaboración propia

Ensayo de Resistencia a la flexión con carga a los tercios

Para obtener la resistencia a la flexión del concreto con especímenes de vigas, se realizaron bajo los parámetros de la NTP 339.078 y la ASTM C78, para este ensayo se utilizó la prensa hidráulica de concreto, UTEST modelo UTC-422FPR la cual cuenta con su certificado de calibración TC-02915-2022.

Los resultados de los ensayos analizados a los 7 (**Tabla 17**) y 28 (**Tabla 18**) días de curado de las vigas de concreto serán detalladas en las siguientes tablas, donde podremos observar las resistencias a la flexión del concreto base y de las del concreto con las diferentes adiciones de CCA y CBCA en diferentes porcentajes ya antes mencionados.

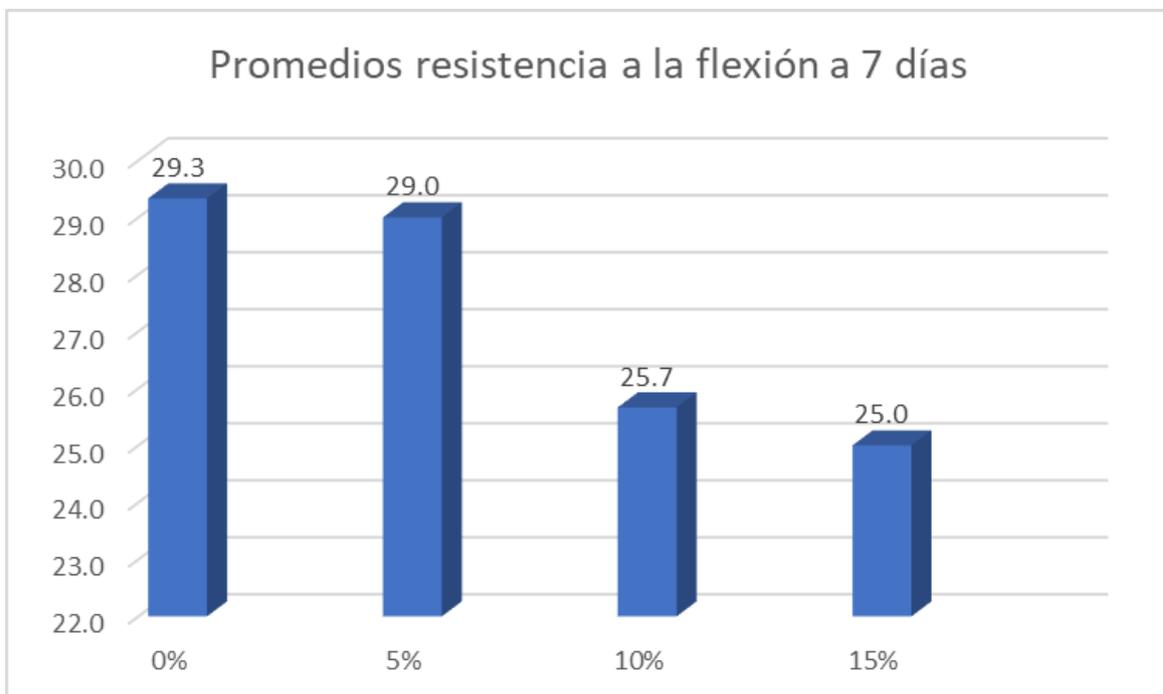
Tabla 17. Resistencia a la flexión a los 7 días

N° de viga	% de CCA y CBCA	Altura "d" (mm)	Ancho "b" (mm)	Distancia entre apoyos (mm)	Carga Máxima (kg-f)	Resistencia a flexión (kg/cm ²)	Resistencia promedio (kg/cm ²)	Porcentaje (%)	Diferencia (%)
1	0%	150	150	450	3242.6	43.24	47.4	100.0	0.0
2		150	150	450	3589.3	47.86			
3		150	150	450	3823.9	50.99			
4	5% (4% CCA y 1% CBCA)	150	150	450	3803.5	50.71	50.8	107.3	7.3
5		150	150	450	3915.6	52.21			
6		150	150	450	3711.7	49.49			
7	10% (4% CCA y 6% CBCA)	150	150	450	3446.6	45.95	46.8	98.7	-1.3
8		150	150	450	3283.4	43.78			
9		150	150	450	3793.3	50.58			
10	15% (10% CCA y 5% CBCA)	150	150	450	3487.4	46.5	39.4	83.2	-16.8
11		150	150	450	2794.0	37.25			
12		150	150	450	2579.8	34.4			

Fuente: Elaboración propia

Según la Tabla 17, la resistencia que se obtuvo a flexión a la edad de 7 días para el concreto base fue de 47.4 kg/cm², con la adición de 5% de CCA y CBCA fue de 50.8 kg/cm² de esta manera mejorando en un 7.3%. con 10% de adición disminuyó en 1.3% y para la adición del 15% obtuvo una disminución de 16.8% respecto al concreto patrón.

Figura 22: Promedios resistencia a la flexión a 7 días



Fuente: Elaboración propia

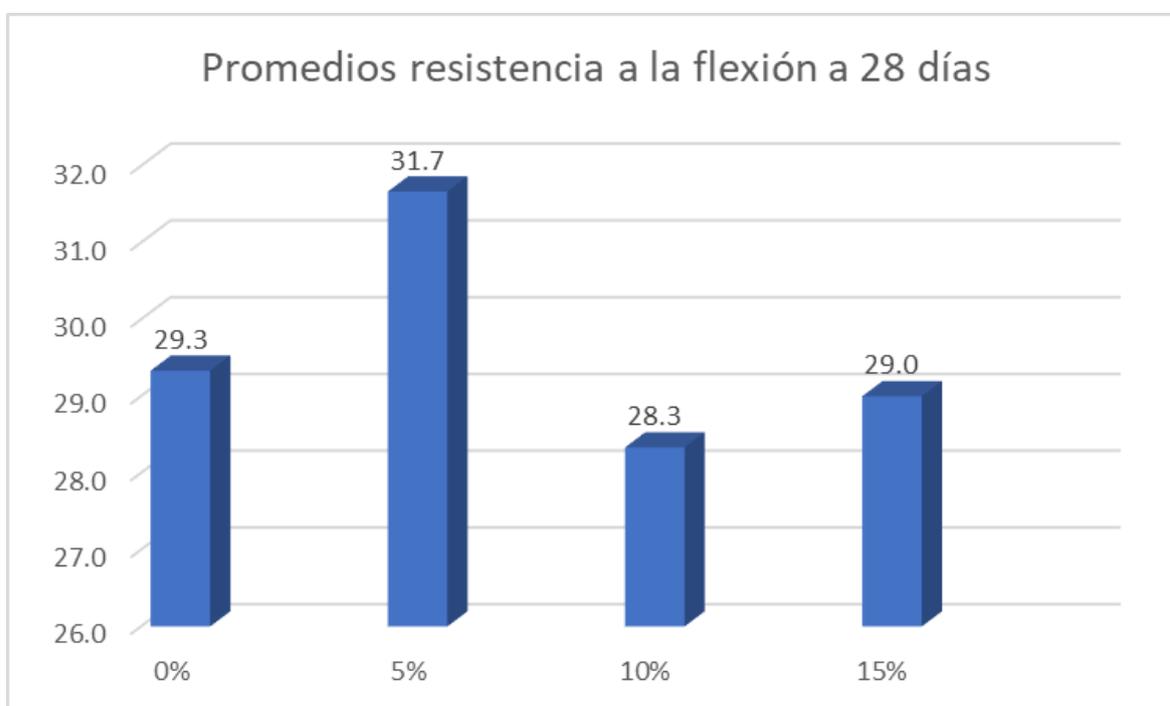
Tabla 18. Resistencia a la flexión a los 28 días

N° de probeta	% de CCA y CBCA	Altura "d" (mm)	Ancho "b" (mm)	Distancia entre apoyos (mm)	Carga Máxima (kg-f)	Resistencia a flexión (kg/cm ²)	Resistencia promedio (kg/cm ²)	Porcentaje (%)	Diferencia (%)
1	0%	150	150	450	4027.8	53.70	52.8	100.0	0.0
2		150	150	450	3681.1	49.08			
3		150	150	450	4160.4	55.47			
4	5% (4% CCA y 1% CBCA)	150	150	450	4262.3	56.83	54.6	103.5	3.5
5		150	150	450	4129.8	55.06			
6		150	150	450	3895.3	51.94			
7	10% (4% CCA y 6% CBCA)	150	150	450	3854.5	51.39	51.5	97.7	-2.3
8		150	150	450	4211.4	56.15			
9		150	150	450	3528.2	47.04			
10	15% (10% CCA y 5% CBCA)	150	150	450	3956.4	52.75	50.5	95.7	-4.3
11		150	150	450	3619.9	48.27			
12		150	150	450	3783.1	50.44			

Fuente: Elaboración propia

Según los resultados obtenidos en la Tabla 18, la resistencia la flexión que se obtuvo a la edad de 28 días para el concreto base fue de 52.8 kg/cm², con la adición de 5% de CCA y CBCA fue de 54.6 kg/cm² de esta manera mejorando en un 3.5%. con 10% de adición disminuyó en un 0.3% y para la adición del 15% obtuvo una disminución del 4.3% respecto al concreto guía.

Figura 23: Promedios resistencia a la flexión a 28 días



Fuente: Elaboración propia

Ensayo a la resistencia a la Tracción por compresión diametral

Los parámetros usados para la determinación de este ensayo se realizaron bajo la norma ASTM C496, en el cual se utilizó una prensa hidráulica de concreto, UTEST modelo UTC-422FPR la cual cuenta con su certificado de calibración TC-02915-2022.

Los resultados hallados de los ensayos analizados a los 7 (**Tabla 19**) y 28 (**Tabla 20**) días de curado de las probetas cilíndricas serán detalladas en las siguientes tablas, donde podremos observar las resistencias a tracción del concreto base y las del concreto con las adiciones de CCA y CBCA en diferentes porcentajes ya antes mencionados.

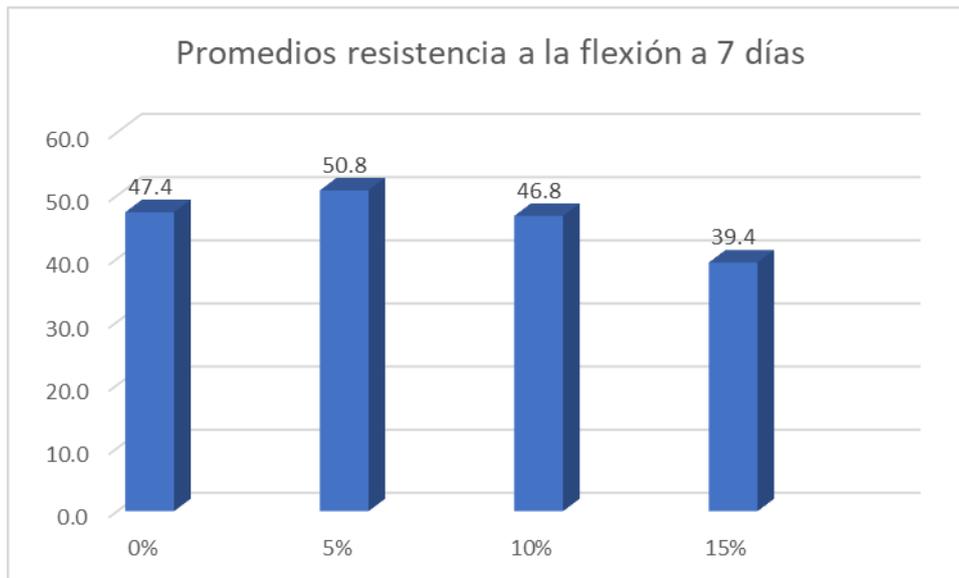
Tabla 19. Resistencia a la tracción a los 7 días

N° de probeta	% de CCA y CBCA	Diametro (cm)	Carga (kg)	Resistencia a tracción (kg/cm ²)	Resistencia promedio (kg/cm ²)	Porcentaje (%)	Diferencia (%)
1	0%	10	8688.0	28	29.3	100.0	0.0
2		10	8443.3	27			
3		10	10309.4	33			
4	5% (4% CCA y 1% CBCA)	10	7382.8	24	29.0	98.9	-1.1
5		10	9626.2	31			
6		10	10136.0	32			
7	10% (4% CCA y 6% CBCA)	10	8025.2	26	25.7	87.5	-12.5
8		10	7607.1	24			
9		10	8433.1	27			
10	15% (10% CCA y 5% CBCA)	10	7280.8	23	25.0	85.2	-14.8
11		10	8565.6	27			
12		10	7862.0	25			

Fuente: Elaboración propia

Según lo observado en la Tabla 19, la resistencia que se obtuvo a tracción a la edad de 7 días para el concreto base fue de 29.3 kg/cm², con la adición de 5% de CCA y CBCA fue de 29 kg/cm² de esta manera disminuyendo en un 0.1%. con 10% de adición disminuyó en un 12.5% y para la adición del 15% obtuvo una disminución del 14.8% respecto al concreto patrón.

Figura 24: Promedios resistencia a la tracción a 7 días



Fuente: Elaboración propia

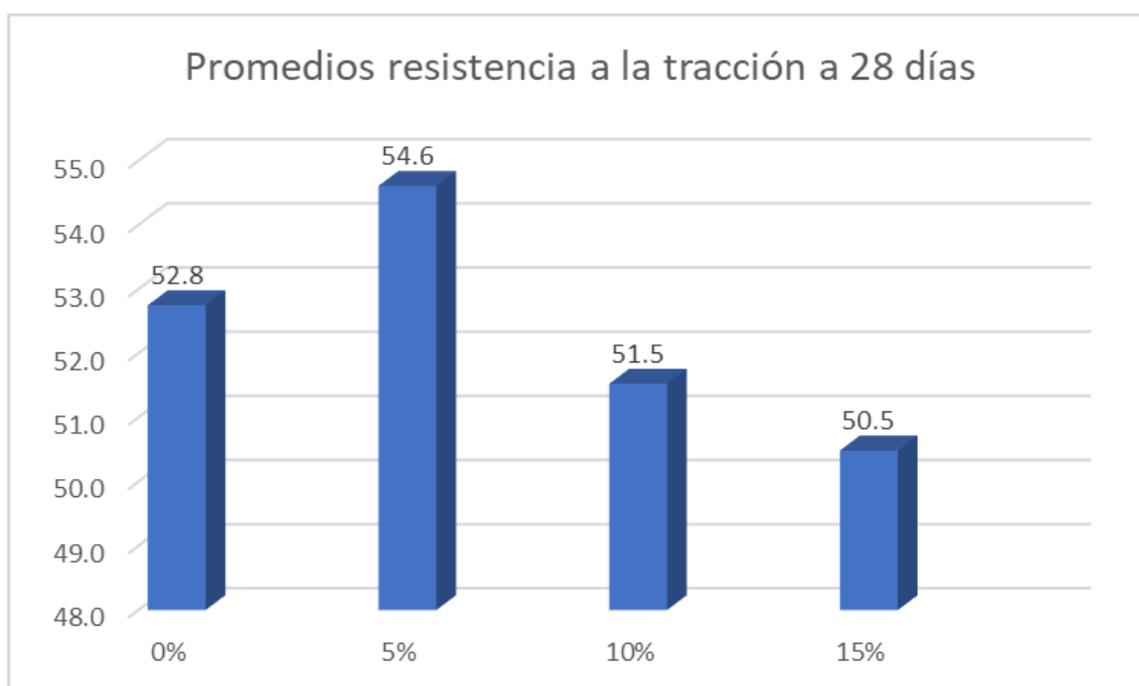
Tabla 20. Resistencia a la tracción a los 28 días

N° de probeta	% de CCA y CBCA	Diametro (cm)	Carga (kg)	Resistencia a tracción (kg/cm ²)	Resistencia promedio (kg/cm ²)	Porcentaje (%)	Diferencia (%)
1	0%	10	9626.2	31	29.3	100.0	0.0
2		10	8157.8	26			
3		10	9789.3	31			
4	5% (4% CCA y 1% CBCA)	10	10044.2	32	31.7	108.0	8.0
5		10	9004.1	29			
6		10	10635.7	34			
7	10% (4% CCA y 6% CBCA)	10	9554.9	30	28.3	96.6	-3.4
8		10	9044.9	29			
9		10	8249.5	26			
10	15% (10% CCA y 5% CBCA)	10	9136.7	29	29.0	98.9	-1.1
11		10	7698.9	25			
12		10	10329.8	33			

Fuente: Elaboración propia

Según los resultados hallados en la Tabla 20, la resistencia a la tracción que se obtuvo a la edad de 28 días para el concreto base fue de 29.3 kg/cm², con la adición de 5% de CCA y CBCA fue de 28.3 kg/cm² de esta manera mejorando en un 8%. con 10% de adición disminuyó en un 3.4% y para la adición del 15% obtuvo una disminución del 1.1% respecto al concreto guía.

Figura 25: Promedios resistencia a la tracción a 28 días



Fuente: Elaboración propia

Análisis de costos unitarios

Para realizar los análisis de precios unitarios del concreto patrón (**Tabla 21**) por metro cubico, se usaron los precios de los materiales del mercado actual del cemento, así mismo los precios establecidos de la cantera de donde se obtuvo los agregados tanto fino como grueso.

Tabla 21. Precio unitario concreto patrón

0% CCA y 0% CBCA				
MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	SUBTOTAL
Cemento tipo I	bol.	8.66	S/ 27.00	S/ 233.82
Agua	m3	0.22	S/ 3.16	S/ 0.70
Agregado fino	m3	0.29	S/ 45.00	S/ 13.05
Agregado grueso	m3	0.36	S/ 55.00	S/ 19.80
TOTAL m3				S/ 267.37

Fuente: Elaboración propia

Para el precio unitario del concreto con porcentajes de ceniza de cascara de arroz y cenizas de caña de azúcar se realizó con los precios adquiridos para el presente estudio, cabe recalcar que estos costos son solo válidos para este trabajo de investigación, ya que esto puede se puede alterar según diversas circunstancias

como el acarreo, recolección, etc. Se realizan los análisis de precios de cada adición utilizada 5% (**Tabla 22**), 10% (**Tabla 23**), 15% (**Tabla 24**) con el propósito de comprobar si se genera una disminución en la fabricación de concreto.

Tabla 22. Precio unitario concreto con 5%

4% CCA y 1% CBCA				
MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	SUBTOTAL
Cemento tipo I	bol.	8.24	S/ 27.00	S/ 222.48
Agua	m3	0.22	S/ 3.16	S/ 0.70
Agregado fino	m3	0.29	S/ 45.00	S/ 13.05
Agregado grueso	m3	0.36	S/ 55.00	S/ 19.80
CCA	Kg	14.74	S/ 0.95	S/ 14.00
CBCA	Kg	3.68	S/ 0.78	S/ 2.87
TOTAL m3				S/ 272.90

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23. Precio unitario concreto con 10%

4% CCA y 6% CBCA				
MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	SUBTOTAL
Cemento tipo I	bol.	7.81	S/ 27.00	S/ 210.87
Agua	m3	0.22	S/ 3.16	S/ 0.70
Agregado fino	m3	0.29	S/ 45.00	S/ 13.05
Agregado grueso	m3	0.36	S/ 55.00	S/ 19.80
CCA	Kg	14.74	S/ 0.95	S/ 14.00
CBCA	Kg	22.10	S/ 0.78	S/ 17.24
TOTAL m3				S/ 275.66

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24. Precio unitario concreto con 15%

10% CCA y 5% CBCA				
MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	SUBTOTAL
Cemento tipo I	bol.	7.36	S/ 27.00	S/ 198.72
Agua	m3	0.22	S/ 3.16	S/ 0.70
Agregado fino	m3	0.29	S/ 45.00	S/ 13.05
Agregado grueso	m3	0.36	S/ 55.00	S/ 19.80
CCA	Kg	36.84	S/ 0.95	S/ 35.00
CBCA	Kg	18.42	S/ 0.78	S/ 14.37
TOTAL m3				S/ 281.63

Fuente: Elaboración propia

V. DISCUSIÓN

La composición química de las cenizas de CCA y CBCA

En la investigación de Arévalo y Lopez, 2020. Obtuvieron que para las cenizas de cascarilla de arroz su porcentaje de sílice fue del 91.39%. Mientras que, para Alvarado en el 2016, determinó en su trabajo de investigación para las cenizas de bagazo de caña de azúcar logró un porcentaje de sílice (SiO_2) del 56.40%. Por otro lado, en la actual investigación se hallaron que para las cenizas de cascarilla de arroz (CCA) del molino “El Cholo”, se obtuvo un 83.95 de porcentaje de sílice. Asu vez, para las cenizas de bagazo de caña de azúcar del trapiche “Hermanos Navarro” obtuvo un 52.25% de sílice en su composición química. Determinando así, que existe una gran similitud entre los porcentajes de sílice obtenidos de las investigaciones anteriormente mencionadas.

Determinar la trabajabilidad del concreto en estado fresco

En el trabajo de investigación desarrollado por Ruiz et al, 2020. Obtuvo un asentamiento para el concreto base de 3 pulg. mientras para la adición del 20% de CBCA logró 3.24 pulg. desarrollando una variación del 8% con respecto al patrón, por otro lado, para el porcentaje del 40% logró alcanzar 3.17 pulg. de asentamiento, de esta manera variando en un 5.7% con respecto al concreto base. Mientras que en este presente estudio para con concreto base se obtuvo una trabajabilidad de 3.5 pulg. Mientras para las variaciones de 5%, 10% y 15% se lograron asentamientos de 1.5 pulg. 2.75 pulg. y 0.5 pulg, correspondientemente. Finalizando que existe una amplia variación entre los dos estudios, ya que mientras en el trabajo de Ruiz la trabajabilidad aumentó según se añadía las cenizas de CBCA, en mi proyecto de investigación mientras más se añaden cenizas de CCA y CBCA la plasticidad de la mezcla de concreto disminuye.

Uno de los componentes principales para la fabricación de concreto son los agregados finos

Evaluar la resistencia a la compresión axial del concreto.

(Ruiz et al, 2020), en su investigación obtuvo una resistencia a la compresión a la edad de 28 días de curado del concreto base de 212.75 kg/cm^2 . Con la adición del de CBCA 20% obtuvo una resistencia a la compresión de 162.75 kg/cm^2 , mientras que para la adición del 40% obtuvo 162.5 kg/cm^2 en su resistencia a la compresión.

Según el antecedente en mención, su resistencia a la compresión axial en relación con el concreto base para las adiciones del 20% alcanzó una resistencia del 77.50%, mientras que para la adición del 40% alcanzó el 77.38%. Siendo de esta forma que para ambas adiciones su resistencia a la compresión axial disminuye.

Determinar la resistencia a la flexión.

(Arévalo y López, 2020), en su investigación consiguió una resistencia a la flexión a los 28 días de edad para el concreto patrón de 46.06 kg/cm^2 , mientras para la adición del 2% obtuvo una resistencia a la flexión de 47.83 kg/cm^2 .

Según el antecedente tomado, la resistencia a la flexión aumentó siendo de esta manera su resistencia a la flexión para la adición de 2% de CCA en 3.84% con respecto al concreto patrón.

Determinar la resistencia a la tracción por compresión diametral.

(Robayo y Matthey, 2013), en su estudio titulado "Comportamiento mecánico de un concreto fluido adicionado con ceniza de cascarilla de arroz (CCA) y reforzado con fibras de acero". Logró alcanzar para el concreto patrón una resistencia a la tracción de 3.5 Mpa, mientras que para la adición del 20% de CCA obtuvo una resistencia de 3 Mpa.

Según el antecedente tomado, la resistencia a la tracción con la adición del 20% de CCA, disminuye su resistencia en 14.3% con respecto a su concreto patrón.

VI. CONCLUSIONES

1. En el ensayo de asentamiento del concreto en estado fresco, se determinó que para la adición de 5% (4% CCA y 1% CBCA) tuvo un slump de 1 ½ pulg. Mientras para 10% (4% CCA y 6% CBCA) fue de 2 ¾ pulg. de slump. Por último, para la adición de 15% (10% CCA y 5% CBCA) el slump fue de ½ pulg. Por lo que se concluye que mientras más se adicione cenizas de CCA en la mezcla, resultará un concreto con menor plasticidad al del diseño.
2. El peso unitario del concreto en estado fresco se concluyó para la adición del 5% (4% CCA y 1% CBCA) fue de 2400 kg/m³, para 10% (4% CCA y 6% CBCA) fue de 2367 kg/m³, por último, para la adición 15% (10% CCA y 5% CBCA) fue de 2346 kg/m³. Por lo tanto, se obtuvo que, aunque varia ligeramente su peso unitario, mientras más se aumente el porcentaje de cenizas en la mezcla, su peso unitario será menor.
3. Se concluyó que las cenizas de cáscara de arroz contienen un 83.25% de SiO₂, mientras que las cenizas de caña de azúcar son 52.25% de SiO₂.
4. Según los resultados que se obtuvieron en los ensayos, se concluyó que, la resistencia a compresión del concreto con la adición del 5% (4% CCA y 1% CBCA) a los 7 días aumentó su resistencia en un 18.1%, sin embargo, a los 14 y 28 días de edad, disminuyó considerablemente en un 21.8% y 18.5% respectivamente. Para la adición del 10% (4% CCA y 6% CBCA) se obtuvo que a los 7 días de edad aumentó ligeramente la resistencia en un 3%, mientras que a las edades de 14 y 28 días de edad disminuyó drásticamente en un 29.6% y en un 20.9% respectivamente. Por último, para la adición del 15% (10% CCA y 5% CBCA) a los 7 días de edad tuvo un leve incremento del 0.7%, mientras que para los 14 días disminuyó en 14.4% y para los 28 días disminuyó regularmente en un 10.8% con respecto al concreto patrón. Por lo que se determina que, a la edad de 28 días, mientras el porcentaje de adición de las cenizas aumenta, la resistencia a la compresión disminuye.

5. La resistencia a la flexión a los tercios de las vigas, a los 7 días con la adición del 5% (4% CCA y 1% CBCA) aumentó en un 7.3%, mientras que a los 28 días mejoró en un 3.5% respecto al concreto patrón. Por otro lado, para la adición del 10% (4% CCA y 6% CBCA) disminuyó levemente su resistencia a la flexión a los 7 y 28 días de edad en 1.3% y 0.3% respectivamente. Finalmente, para 15% (10% CCA y 5% CBCA) a las edades de 7 y 28 días de edad, disminuyó considerablemente su resistencia a la flexión en 16.8% y 4.3% respectivamente con respecto al concreto patrón. Por lo cual se concluye, que mientras se incrementa el porcentaje de adición de cenizas de CCA y CBCA su resistencia a la flexión disminuirá.
6. En su resistencia a la tracción por compresión diametral, para la adición del 5% (4% CCA y 1% CBCA) en la edad de 7 días disminuyó en un 0.1%, mientras que a los 28 días tuvo una mejora del 8% con respecto al concreto patrón. Para la adición del 10% (4% CCA y 6% CBCA) a los 7 días disminuyó en 12.5% y a los 28 días disminuyó en 3.4% con respecto al concreto patrón. Por último, con la adición del 15% (10% CCA y 5% CBCA) a las edades de 7 y 28 días de edad, tuvo una disminución en su resistencia a la tracción del 14.8% y 1.1% respectivamente. Por lo cual, se determina que el porcentaje óptimo es del 5% de adición.
7. En el análisis de precios unitarios, se obtuvo que el concreto patrón tiene un costo por m³ en materiales de S/. 267.37, para el concreto con 5% de adición el costo aumenta en S/. 5.53, de la misma manera para el concreto con 10% de adición el costo aumenta en S/. 8.29 y por último para el concreto con 15% de adición el costo aumenta en S/. 14.27. Por lo que se llega a la conclusión que mientras más se adicione cenizas a la mezcla de concreto, su costo aumenta.
8. Se concluye que el concreto con adición de CCA y CBCA no es viable para la utilizarlo de manera estructural en las obras civiles, ya que tanto su resistencia a la compresión, tracción y flexión disminuyen. De la misma manera que el concreto tiene menor trabajabilidad.

VII. RECOMENDACIONES

1. Con la finalidad de no contaminar las cenizas en el proceso de quemado, se recomienda realizarlo en un horno de laboratorio. Esto con la finalidad que se pueda llegar a obtener un porcentaje mayor de sílice en las cenizas y un módulo de finura menor.
2. Se recomienda, para la resistencia a la compresión axial y a la resistencia a la flexión, no se adiciones cenizas de cascara de arroz ni cenizas de caña de azúcar, ya que, los resultados que se generaron en la presente investigación el añadir las cenizas de CCA y CBCA reduce considerablemente en más del 10% en comparación con el concreto patrón.
3. Se recomienda, para el estudio de resistencia a tracción por compresión diametral utilizar dosificaciones iguales o menores al de 5% (4% CCA y 1% CBCA) ya que obtuvo una mejora del 8% a los 28 días de edad. Mientras que para las que contenían un mayor porcentaje de adición de cenizas, obtuvo una disminución en su resistencia del 3.4% para 10% (4% CCA y 6% CBCA) y 1.1% para 15% (10% CCA y 5% CBCA).
4. Se recomienda utilizar y/o añadir aditivos plastificantes o superplastificantes en la mezcla del concreto con las adiciones de cenizas para que de esta manera se obtenga un concreto con mayor trabajabilidad.
5. Se recomienda, realizar otras investigaciones con porcentajes menores utilizados al de la presente investigación de adiciones de CCA y CBCA, pero igual estudiarlas en conjunto.

REFERENCIAS

ACI -116. (01 de 05 de 2016). Cement and concrete terminology. Obtenido de Academia.edu:

https://www.academia.edu/24929235/Terminolog%C3%ADa_del_cemento_y_el_hormi g%C3%B3n_Preparado_por_el_Comit%C3%A9_ACI_116

Aditivos inclusores de aire [Mensaje de blog]. Managua: Probacons, (07 de agosto del 2017). [Fecha de consulta: 11 de mayo del 2002]. Recuperado de: <https://www.probacons.com/aditivos-inclusores-de-aire/#:~:text=El%20inclutor%20de%20aire%20es,del%20concreto%20aumentando%20notablemente%20su.>

AIRE, Carlos, AGUADO, Antonio y MOLINS Climent. Método de doble punzonamiento de tracción indirecta para concreto reforzado con fibra: Ensayo Barcelona [en línea]. [Fecha de consulta: 4 de septiembre de 2022]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/271827615_Metodo_de_doble_punzonamiento_de_traccion_indirecta_para_concreto_reforzado_con_fibra_Ensayo_Barcelona_Double_punch_test_to_evaluate_indirect_tensile_strength_of_fiber_reinforced_concrete_Barcelona_te. ISSN: 978-607-02-6283-8. 2013, p. 13.

ALVARADO, José, ANDRADE, Juan y HERNÁNDEZ, Herson. Estudio del empleo de cenizas producidas en ingenios azucareros como sustituto parcial del cemento portland en el diseño de mezclas de concreto. Tesis (título de ingeniero civil). San Miguel: Universidad de El Salvador, 2016.

ANFAH (11 de mayo de 2022). Acelerantes de fregua. Recuperado de: <https://anfah.org/aditivos/acelerantes-de-fraguado/#:~:text=Los%20aditivos%20acelerantes%20son%20aquellos, resistencias%20elevadas%20a%20temprana%20edad.>

ANFAH (11 de mayo de 2022). Reductores de agua. Recuperado de: <https://anfah.org/aditivos/reductores-de-agua/#:~:text=Los%20reductores%20de%20agua%2C%20tambi%C3%A9n, obra%20mucho%20m%C3%A1s%20f%C3%A1cil%20y.>

- ARÉVALO, Andy y LÓPEZ, 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: Universidad Nacional de San Martín, 2020.
- ASTM C125-13a. (2013). Standard Terminology Relating to Concrete and Concrete Aggregates. Obtenido de ACADEMIA.edu: https://www.academia.edu/36371379/Designation_C125_13a_Standard_Terminology_Relating_to_Concrete_and_Concrete_Aggregates_1.
- AYBAR, Yacson y VILLAROEL, Felix. Incorporación de ceniza de cáscara de arroz para mejorar la estabilización del material de la subrasante, Pueblo Nuevo, Ica 2022. Tesis (título de ingeniero civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2022.
- BELLIDO Luna, Frank. Aplicación del cemento portland con alta resistencia a los sulfatos tipo HS para la construcción de reservorio en el proyecto de saneamiento del esquema Víctor Raúl Haya de la Torre en el distrito del Callao. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima: Universidad San Martín de Porres, 2019. 39 pp.
- Cárdenas Fierro, E. J., & Lozano Cortes, J. L. (2019). Correlación entre el Módulo de rotura y la Resistencia a la compresión del concreto Hidráulico con materiales procedentes del Río Coello para el control de Pavimentos rígidos. Para obtener el título de Ingeniero Civil. Universidad Piloto de Colombia, Girardot-Colombia. Obtenido de: <http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/5684/CORRELACION%20ENTRE%20EL%20MODULO%20DE%20ROTURA%20Y%20LA%20RESISTENCIA%20A%20LA%20COMPRESION%20DEL%20CONCRETO%20HIDRAULICO.pdf?sequence=1>
- Castellon, & Osa, D. L. (2013). Estudio comparativo de la resistencia a la compresión de los concretos elaborados con cemento tipo I y tipo III, modificados con aditivos acelerantes y retardantes. Cartagena: Universidad de Cartagena.
- Chávez, S. (2003). Concreto Armado. Tarapoto.

- Coila Ticona, N. A., & Loayza Cahua, J. D. (2015). Influencia de la relacion agua - cemento y el agregado fino en la retracción y/o contraccion para concreto en Arequipa. Para optar título de Ingeniero Civil. Universidad Nacional San Agustín, Arequipa.
- COYASAMIN Maldonado, Oscar. Análisis comparativo de la resistencia a compresión del hormigón tradicional, con hormigón adicionado con cenizas de cáscara de arroz (CCA) y hormigón adicionado con cenizas de bagazo de caña de azúcar (CBCA). Tesis (título de ingeniero civil). Ambato: Universidad Técnica de Ambato, 2016.
- G. Cadena, Mejoramiento de las propiedades mecánicas de concretos puzolánicos para incrementar su resistencia ante ataques de sulfatos., Querétaro, México: Universidad Autónoma de Querétaro, 2013.
- IDALBERTO Águila, Milena. Evaluación físico químico de cenizas de cascarilla de arroz, bagazo de caña y hoja de maíz y su influencia en mezclas de mortero, como materiales puzolánicos [en línea]. Vol. 23, nº04, 2008. [Fecha de consulta: 10 de mayo de 2022]. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-40652008000400006. ISSN: 0798-4065.
- IZQUIERDO, Juan y ROJAS, Manuel. Uso de la ceniza de bagazo de caña (CBC) como remplazo parcial del cemento portland – caso Colombia [en línea]. Vol. 61. [Fecha de consulta: 4 de mayo de 2022]. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/341600795>. ISSN: 2175-8182.
- LIGIA, Velez. Permeabilidad y porosidad en concreto. Instituto Tecnológico Metropolitano, 2010. pp. 173.
- Metodología de la Investigación. Hernández Sampieri, Roberto, Fernandez Collado, Carlos y Baptista Lucio, Pilar. 2014. 84, s.l.: Passedireto, 2014, Vol. 2.
- MIRANDA, María, VILLASÍS, Miguel y ARIAS, Jesús. El protocolo de investigación III: la población de estudio. Revista Alergia México [en línea]. 2016, 63(2), 201-206 [fecha de Consulta 25 de Junio de 2022]. ISSN: 0002-5151. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=486755023011>

- Montalvo Peña, H. (10 de mayo de 2022). Concreto, Generalidades, Propiedades y procesos. Obtenido de Academia.edu: <http://unsaac.academia.edu/HyrumMontalvoPe%c3%B1a>.
- MONTERO Trujillo, Doménica. Uso de la ceniza de cascarilla de arroz como reemplazo parcial del cemento en la fabricación de hormigones convencionales en el Ecuador. Tesis (título de ingeniero civil). Quito: Universidad san Francisco de Quito, 2017.
- NORMAS APA. Admin. 14 de noviembre del 2016. Disponible en: <https://normasapa.net/que-es-una-muestra-y-como-se-selecciona/>
- NTP 339.088, Norma Técnica Peruana. Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento portland. 2017. Lima. 5-7. p.
- PASQUEL Carbajal, E. (1992). Tópicos de Tecnología del Concreto en el Perú. Lima.
- PASTOR Simón, Hary. Efecto de la ceniza de bagazo de caña de azúcar en la resistencia a la compresión del concreto. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad Cesar vallejo, 2017. 19 pp.
- ¿Qué es y para qué sirve el muestreo estadístico? [Mensaje en un blog]. Gómez, Ángel, (10 de octubre del 2018). [Fecha de consulta: 25 de junio de 2022]. Recuperado de: <https://isdfundacion.org/2018/10/10/que-es-y-para-que-sirve-el-muestreo-estadistico/>.
- RAMOS Vergara, Frank. Influencia de las cenizas del bagazo de caña de azúcar y cáscara de arroz en la resistencia a la compresión del mortero modificado. Tesis (título de ingeniero civil). Trujillo: Universidad Cesar Vallejo, 2020.
- RUIZ, Andrés, et. al. Análisis comparativo de resultados en el uso de la ceniza de bagazo de caña de azúcar como material sustituyente del cemento portland en el concreto [en línea]. Vol. 11, nº 2, 2020. [Fecha de consulta: 4 de mayo de 2022]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/343730948_Analisis_comparativo_de_resultados_en_el_uso_de_la_ceniza_de_bagazo_de_cana_de_azucar_como_material_sustituyente_del_cemento_portland_en_el_concreto. ISSN: 2216-1872.

- RODRÍGUEZ, Largo. Olga. Valorización de un residuo industrial procedente de la industria papelera como material puzolánico. Tesis (Doctorado). Madrid: Universidad Autónoma de Madrid, 2007.
- SIKA. Aditivos para concreto. (2014, pp. 08). Recuperado de: <https://col.sika.com/content/dam/dms/co01/7/BROCHURE%20ADITIVOS%20PARA%20CONCRETO.pdf>
- Terreros, Luis y Carvajal, Ivan. Análisis de las propiedades mecánicas de un concreto convencional adicionando fibra de cáñamo. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Bogotá: Universidad Católica de Colombia, 2016. p. 28.
- Torre C. Ana (2004). Curso Básico de Tecnología del Concreto 3era Edición. Universidad Nacional de Ingeniería. Perú.
- Torres, et. al. Valorización de ceniza de bagazo de caña de la industria azucarera Nicaragüense como sustituto parcial al cemento Portland [en línea]. Vol. 27, nº02, 2014. [Fecha de consulta: 4 de mayo de 2022]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5179449>. ISSN: 1995-9516.
- 360 en concreto (09 de mayo de 2022). Efecto de las adiciones minerales en el concreto. Recuperado de: <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/efectos-adiciones-minerales-en-el-concreto>

ANEXOS

Anexo 01: Matriz de consistencia.

Evaluación de las propiedades del concreto $f'c=210$ kg/cm ² adicionando cenizas de cáscara de arroz y caña de azúcar, Magdalena- Cajamarca 2022						
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLE INDEPENDIENTE	Dosificación	5% (4% CCA y 1% CBCA), 10% (4% CCA y 6% CBCA) y 15% (10% CCA y 5% CBCA)	Balanza digital calibrada
¿De qué manera influirá en las propiedades físico-mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm ² adicionando las cenizas de cáscara de arroz y caña de azúcar, Magdalena Cajamarca 2022?	Determinar de qué manera influenciara en las propiedades físico-mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm ² la adición de cenizas de cáscara de arroz y caña de azúcar, Magdalena Cajamarca 2022.	La adición de cenizas de cáscara de arroz y caña de azúcar influenciara significativamente en las propiedades físico-mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm ² , Magdalena Cajamarca 2022.	CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ	Granulometria cenizas de cascara de arroz	Tamaño promedio de las partículas	Maquinas tamizadoras
				Análisis químico cenizas cascara de arroz	% de sílice	Malla 100
			CENIZA DE CAÑA DE AZUCAR	Granulometria cenizas de caña de azucar	Tamaño promedio de las partículas	Maquinas tamizadoras
				Análisis químico cenizas cascara de arroz	% de sílice	Malla 100
PROBLEMA ESPECIFICO	OBJETIVO ESPECIFICO	HIPOTESIS ESPECIFICA	VARIABLE DEPENDIENTE	Trabajabilidad	Slump en pulgadas	Cono de abrams
¿De qué manera la adición de cenizas de cáscara de arroz y caña de azúcar influenciará en las propiedades físicas del concreto $f'c=210$ kg/cm ² ?	Determinar las propiedades físicas del concreto $f'c=210$ kg/cm ² , con la adición de cenizas de cáscara de arroz y caña de azúcar	La adición de cenizas de cáscara de arroz y caña de azúcar mejorará las propiedades físicas del concreto $f'c=210$ kg/cm ²	Propiedades Mecánicas, físicas y costos	Densidad	kg/m ³	Recipiente metalico normalizado y balanza digital calibrada
¿De qué manera la adición de cenizas de cáscara de arroz y caña de azúcar influenciará en las propiedades mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm ² ?	Determinar las propiedades mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm ² , con la adición de cenizas de cáscara de arroz y caña de azúcar.	La adición de cenizas de cáscara de arroz y caña de azúcar mejorará las propiedades mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm ²		Resistencia a la Compresión	kg/cm ²	Prensa hidraulica de concreto
				Resistencia a la Flexión	kg/cm ²	Prensa hidraulica de concreto
				Resistencia a la Traccion	kg/cm ²	Prensa hidraulica de concreto
¿De que manera influirá en los costos de la adición de cenizas de cáscara de arroz y caña de azúcar en el concreto $f'c=210$ kg/cm ² ?	Determinar la influencia y los costos, de la adición de cenizas de cáscara de arroz y caña de azúcar en el concreto $f'c=210$ kg/cm ²	Influenciará en el costo la adición de cenizas de cáscara de arroz y caña de azúcar en el concreto $f'c=210$ kg/cm ²		Análisis de Precio Unitarios	Soles	Excel

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 02: Matriz de operacionalización de variables.

Evaluación de las propiedades del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ adicionando cenizas de cáscara de arroz y caña de azúcar, Magdalena- Cajamarca 2022							
VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION	METODOLOGIA	
VARIABLE INDEPENDIENTE	Cenizas de cascara de arroz y caña de azucar	Las CBCA, serán aplicadas durante el proceso de elaboración del diseño de concreto, se añadirá un porcentaje optimo regulando los materiales que se utilizan para la dosificación, asimismo se disminuirá los porcentajes de agregados ya sea cemento, arena o piedra. BEHAR, 2008.	Se llevara acabo mediante la calcinacion artesanal de la cascara de arroz y caña de azucar por separado, posteiormente combinarlas con el concreto en porcentajes definidos.	Dosificacion	5% (4% CCA y 1% CBCA), 10% (4% CCA y 6% CBCA) y 15% (10% CCA y 5% CBCA)	Razón	<p>TIPO DE INVESTIGACION: aplicada</p> <p>DISEÑO DE INVESTIGACION: experimental</p> <p>ENFOQUE: cuantitativa</p> <p>POBLACION: Produccion del concreto para evaluar sus propiedades fisico-mecanicas adicionando cenizas de cascara de arroz y caña de azucar</p> <p>MUESTRA: 36 probetas, 36 vigas de concreto, 8 ensayos de trabajabilidad y 8 ensayos de temperatura</p> <p>TECNICA: observacion directa y documentacion</p> <p>INSTRUMENTO: recoleccion de datos</p>
VARIABLE DEPENDIENTE	Propiedades fisico-mecanicas del concreto	Según, Narayanan & Ramamurthy, 2000. Entre las características del concreto celular es que no contiene agregado grueso, sin embargo, muestra gran variación en sus propiedades, al utilizar las fibras dependiendo de qué fibra sea se forman poros dentro de la estructura del concreto.	Se realizara ensayos de laboratorio en los dos estados del concreto, en su estado fisico se hará la pruen a de slump y medicion de la temperatura, mientras que en el estado endurecido se sometera las probetas a compresion miante una prensa hidraulica y tambien en la resistencia a la flexion se aplicara una carga puntual a los tercios de la luz de la viga hasta llegar a su rotura.	Propiedades fisicas	Trabajabilidad Densidad	Razón	
			Propiedades mecanicas	Resistencia a la compresion Resistencia a la flexion Resistencia a la tracción	Razón		

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 04: Peso unitario agregado grueso.



(511) 457 2237 / 989349903

informes@mtlgeotecniasac.com

Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
San Martín de Porres - Lima- Perú

www.mtlgeotecniasac.com



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PESO UNITARIO PARA AGREGADOS	Código	FOR-PR-LAB-AG-002.01
		Revisión	3
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	22/09/2021
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO ASTM C29			

TESIS	: "Evaluación de las propiedades del concreto Fc = 310 kg/cm2 utilizando centros de cálcara de arena y celda de acción.		
AUTOR	: BRACK JOEL FORTILLA ORTIZ		
UBICACIÓN	: Lima, Perú		
Cantera	: Trapiche	Aprobado por:	D. Del Rio N.
Material	: Agregado grueso	Ensayado por:	A. Rodriguez V.
N° Muestra	: 81-01	Fecha de ensayo:	19/09/2022

PESO UNITARIO PARA AGREGADOS ASTM C29

A) PESO UNITARIO COMPACTADO:

Método utilizado Método A (PUC, T.M.W. 1.2")
Recipiente utilizado R2 (Mediano)

Punto N°		P-1	P-2	P-3	
1	Peso de la Muestra + Recipiente	kg	19.50	19.77	19.65
2	Peso del Recipiente	kg	5.10	5.10	5.10
3	Peso de la Muestra	kg	14.40	14.67	14.55
4	Volumen del Molde	m ³	0.00953	0.00953	0.00953
5	Peso Unitario Compactado	kg/m ³	1511.39	1529.72	1527.58

PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m³)	1528
--	-------------

B) PESO UNITARIO SUELTO:

Método utilizado Método C (PUS)
Recipiente utilizado R2 (Mediano)

Punto N°		P-1	P-2	P-3	
1	Peso de la Muestra + Recipiente	kg	19.93	19.91	19.92
2	Peso del Recipiente	kg	5.10	5.10	5.10
3	Peso de la Muestra	kg	13.83	13.81	13.83
4	Volumen del Molde	m ³	0.00953	0.00953	0.00953
5	Peso Unitario Suelto	kg/m ³	1451.27	1448.17	1450.74

PESO UNITARIO SUELTO (kg/m³)	1450
--	-------------

OBSERVACIONES:
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Control de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por: 	Revisado por: MTL GEOTECNIA S.A.C. Ester Moreno Huaman Ingeniera de Suelos y Pavimentos	Aprobado por: MTL GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Fuente: MTL GEOTECNIA.

Anexo 05: Peso específico agregado grueso.



(511) 457 2237 / 989349903

informes@mtlgeotecniasac.com

Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
San Martín de Porres - Lima- Perú

www.mtlgeotecniasac.com



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN	Código	FORMULARIO 005 21
		Revisión	1
		Aprobado	CC MTL
		Fecha	15/05/2022
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO ASTM C137			
TÍTULO	Evaluación de las propiedades del concreto FC = 210 kg/cm ² utilizando ensayos de cámara de arena y saña de agua.		
AUTORES	Magdalena, Celymarita 2022		
UBICACIÓN	Lima - Perú		
Cantón	Tupiza	Aprobado por:	D. Del Rio R.
Materia	Agregado grueso	Elaborado por:	A. Rodriguez L.
N° Muestra	MO1	Fecha de ensayo:	15/05/2022
PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN PARA AGREGADOS GRUESOS ASTM C137			

A) INFORMACIÓN DE LABORATORIO:

Punto N°	P - 1	P - 2	P - 3
1. Peso de la Muestra (sumergida Comestible)	gr	120.00	
2. Peso de la Muestra Secura Superficialmente Seca	gr	210.00	
3. Peso de la Muestra Secura	gr	214.00	
4. Peso específico de Masa (SS)	g/cc	2.56	
5. Peso específico de Masa (CC)	g/cc	2.56	
6. Peso específico de Masa (aparente)	g/cc	2.63	
7. Absorción	%	1.1	

B) GRAVEDAD ESPECÍFICA:

PESO ESPECÍFICO DE MASA S.S.S	g/cc	2.56
PESO ESPECÍFICO DE MASA AL HORNADO SECO	g/cc	2.56
PESO ESPECÍFICO DE MASA APARENTE	g/cc	2.63

C) ABSORCIÓN DE AGUA:

ABSORCIÓN (%)	1.1
---------------	-----

OBSERVACIONES:

* Prohíbese la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

 Jefe de Laboratorio	Revisado por: Ingeniero de Suavos y Pavimentos	Aprobado por: Control de Calidad MTL GEOTECNIA
-------------------------	---	---

Fuente: MTL GEOTECNIA.

Anexo 06: Análisis granulométrico agregado fino.



(511) 457 2237 / 989349903

informes@mtlgeotecniasac.com

Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
San Martín de Porres - Lima - Perú

www.mtlgeotecniasac.com



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO	Código	FOR-PR-LAB-AG-001.01
		Revisión	3
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	14/09/2021
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO ASTM C139			

TEMA	"Evaluación de las propiedades del concreto f'c = 210 kg/cm2 edificado con cenizas de cáscara de arroz y caña de azúcar, Megaceo, Cajamarca 2022"		
AUTOR	ERICK JOEL PORTILLA ORTIZ		
UBICACIÓN	Lima, Perú		
Centro	Trojesde	Aprobado por:	D. Der Rio N
Materia	Agregado fino	Ensayado por:	A. Rodríguez
N° MUESTRA	M-02	Fecha de ensayo:	19/03/2022

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO PARA AGREGADO FINO
ASTM C136

A) CONDICIONES DE ENSAYO:

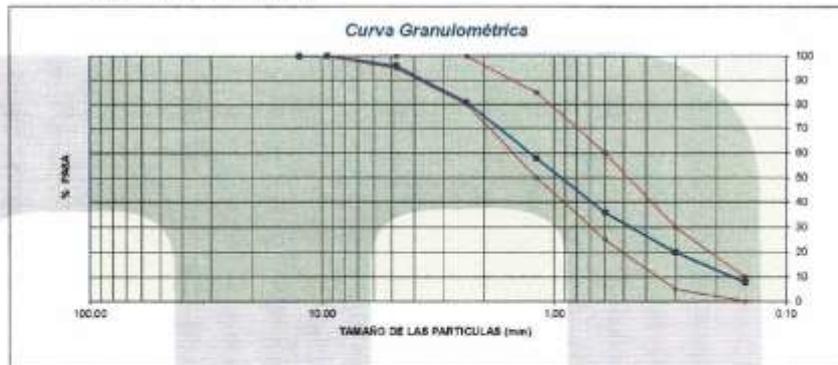
Método de preparación de muestra: Seco a horno
Método de tamizado: Manual

B) ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO:

Peso inicial húmedo: 315.8 gr. Contenido de Humedad: 3.47 %
Peso inicial seco: 305.2 gr. Tamaño máx. nominal: N° 08
Módulo de finura: 3.02

MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES (ASTM C39)	
		(g)	(%)	Retenido	Pasa	Hubo Arena	
1/2"	12.50	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100
3/8"	9.50	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100
N° 04	4.75	12.1	4.0	4.0	96.0	95	100
N° 08	2.38	45.2	15.1	19.1	80.9	80	100
N° 16	1.18	79.7	26.2	42.3	57.7	55	85
N° 30	0.60	85.5	27.9	64.2	35.8	25	80
N° 60	0.30	48.2	15.6	79.9	20.1	5	30
N° 100	0.15	37.4	12.3	82.2	7.8	0	10
FONDO		23.80	7.8	100.0	0.0		

C) CURVA GRANULOMÉTRICA:



OBSERVACIONES:
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por: 	Revisado por: MTL GEOTECNIA S.A.C. Buenos Concretos Astabón Erick Moreno-Huamán Ingeniero Civil	Aprobado por: MTL GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Fuente: MTL GEOTECNIA.

Anexo 07: Peso unitario agregado fino.



(511) 457 2237 / 989349903

informes@mtlgeotecniasac.com

Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
San Martín de Porras - Lima - Perú

www.mtlgeotecniasac.com



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PESO UNITARIO PARA AGREGADOS	Código	PRR-PR-LAB-00-002.01
		Revisión	2
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	28/09/2021
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO ASTM C29			
TESIS : Evaluación de las propiedades del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ adicionando cenizas de silicato de sodio y ceniza de apioles. AUTOR : Magallanes Cajamarca 2022 UBICACIÓN : ERICK DEL PORTILLA ORTIZ : Lima, Perú			
Caricva	: Trapiche	Aprobado por:	D. Del Rio
Materia	: Agregado fino	Ensayado por:	A. Rodriguez
N° Muestra	: K-02	Fecha de ensayo:	18/09/2022
PESO UNITARIO PARA AGREGADOS ASTM C29			

A) PESO UNITARIO COMPACTADO:

Método utilizado : Método A (PUC, 75/11 12")
Recipiente utilizado : R1 (Pequeño)

Punto N°		P - 1	P - 2	P - 3	
1	Peso de la Muestra + Recipiente	kg	6.95	6.95	6.97
2	Peso del Recipiente	kg	2.36	2.36	2.36
3	Peso de la Muestra	kg	4.49	4.59	4.61
4	Volumen del Molde	m ³	0.00276	0.00276	0.00276
5	Peso Unitario Compactado	kg/m ³	1627.90	1661.96	1670.29

PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m³)	1653
--	-------------

B) PESO UNITARIO SUELTO:

Método utilizado : Método C (PUS)
Recipiente utilizado : R1 (Pequeño)

Punto N°		P - 1	P - 2	P - 3	
1	Peso de la Muestra + Recipiente	kg	6.21	6.23	6.22
2	Peso del Recipiente	kg	2.36	2.36	2.36
3	Peso de la Muestra	kg	3.85	3.87	3.86
4	Volumen del Molde	cm ³	0.00276	0.00276	0.00276
5	Peso Unitario Compactado	kg/m ³	1396.38	1401.81	1396.16

PESO UNITARIO SUELTO (kg/m³)	1399
--	-------------

OBSERVACIONES:

* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Control de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por: 	Revisado por: MTL GEOTECNIA S.A.C Suelos, Concreto, Asfalto Erick Mariano Huaman Ingeniero Civil C-14 1146	Aprobado por: MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Fuente: MTL GEOTECNIA.

Anexo 08: Peso específico agregado fino.



(511) 457 2237 / 989349903

Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
San Martín de Porres - Lima - Perú

informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN	Codigo:	FORMULARIO 08.01
		Revision:	2
		Aprobado:	05-MTL
		Fecha:	20/06/2021
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO ASTM C109			
TESIS : Elaboración de las propiedades del concreto f'c = 210 kg/cm ² efectuando ensayos de cilindros de ensay y cubo de acera. Muestreo: Cajamarca 2021 AUTOR : (RIVERO, JOSE) PORTILLA ORTIZ UBICACIÓN : Lima, Perú Carrera : Topografía Materia : Agregado Fino Nº Muestra : M-02			
		Aprobado por:	D. De/REG W
		Ensayado por:	A. Rodriguez V
		Fecha de ensayo:	18/06/2022
PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN PARA AGREGADOS FINOS ASTM C128			

A) INFORMACIÓN DE LABORATORIO:

Peso TP		P-1	P-2	P-3
1	Peso de Muestra Seca	gr	497.50	/
2	Peso de Frío + Agua	gr	669.50	
3	Peso de Frío + Muestra SSS + Agua	gr	674.50	
4	Peso de Muestra SSS	gr	500.50	
5)	Peso Específico de la Masa (SSS)	gr/cc	2.57	
6)	Peso Específico de la Masa (OO)	gr/cc	2.53	
10)	Peso Específico de la Masa (Aparente)	gr/cc	2.64	
11)	Absorción	%	1.7	

B) PESO ESPECÍFICO:

PESO ESPECÍFICO DE MASA S.S.S.	gr/cc	2.57
PESO ESPECÍFICO DE MASA HORNO SECO	gr/cc	2.53
PESO ESPECÍFICO DE MASA APARENTE	gr/cc	2.64

C) ABSORCIÓN DE AGUA:

ABSORCIÓN (%)	1.7
---------------	-----

OBSERVACIONES:

* Prohíbese la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Puentes y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Fuente: MTL GEOTECNIA.

Anexo 09: Análisis granulométrico cenizas de cáscara de arroz.



(511) 457 2237 / 989349903

informes@mtlgeotecniasac.com

Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
San Martín de Porres - Lima - Perú

www.mtlgeotecniasac.com



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO	Código	FOR-PR-LAB-AG-001.01
		Revisión	3
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	14/09/2021
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO ASTM C136			

TÍTULO	"Evaluación de las propiedades del concreto Fc = 210 kg/cm ² adobeado con cenizas de cáscara de arroz y salta de azúcar, Magdalena, Cajamarca 2021"		
AUTOR	ERICK JOEL FORTILLA ORTIZ		
UBICACIÓN	Lima, Perú		
Procedencia	Cajamarca	Aprobado por:	Dr. R. R.
Materia	Cenizas de Cáscara de Arroz	Ensayado por:	A. Rodríguez
N° Muestra	M-03	Fecha de ensayo:	23/09/2022

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO PARA AGREGADO FINO
ASTM C136

A) CONDICIONES DE ENSAYO:

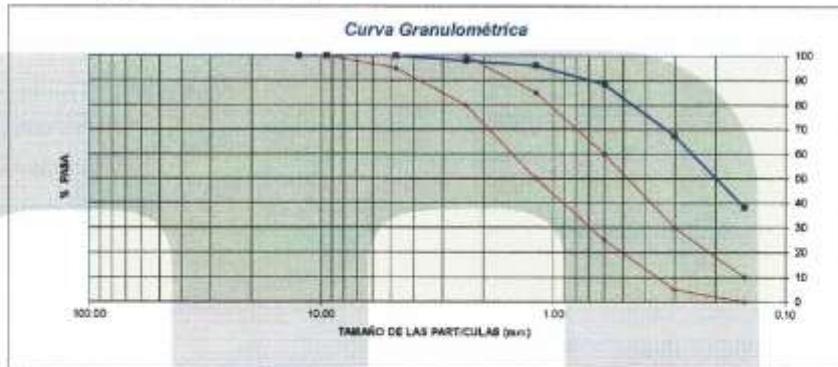
Método de preparación de muestra: Seco a horno
Método de tamizado: Manual

B) ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO:

Peso inicial seco: 99.9 gr. Tamaño máx. nominal: N° 30
Módulo de finura: 1.12

MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES (ASTM C36)	
		lg	(%)	Retenido	Pasa	Min	Max
1/2"	12.50	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100
3/8"	9.50	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100
N° 04	4.75	0.0	0.0	0.0	100.0	95	100
N° 08	2.36	2.0	2.0	2.0	98.0	80	100
N° 16	1.18	2.0	2.0	4.0	96.0	80	95
N° 30	0.60	7.6	7.6	11.6	88.4	25	80
N° 60	0.30	29.7	29.7	32.6	67.4	5	30
N° 100	0.15	28.9	28.2	61.8	38.2	0	10
FONDO		37.80	36.2	100.0	0.0		

C) CURVA GRANULOMÉTRICA:



OBSERVACIONES:
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

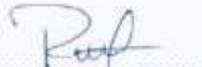
Elaborado por: 	Revisado por: MTL GEOTECNIA S.A.C. Suelos y Pavimentos Eimar Moreno Huaman INGENIERO CIVIL C.P. N° 73986	Aprobado por: MTL GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Fuente: MTL GEOTECNIA.

Anexo 10: Composición química cenizas de cáscara de arroz.

		INFORME DE ENSAYO N.: B22-92 Fecha de emisión: 25/10/2022	
INFORME DE ENSAYO			
SOLICITANTE	: Erick Joel Purillo Ortiz	PROYECTO	: Evaluación de las propiedades del concreto f' = 210 Kg/cm ² adicionando cenizas de cáscara de arroz y caña de azúcar, Magdalena Cajamarca 2022
DIRECCION	: -	UBICACIÓN	: Magdalena - Cajamarca
REFERENCIA	: -	FECHA DE MUESTREO	: -
FECHA DE MUESTREO	: -	FECHA DE INICIO	: Lima, 16 de Octubre del 2022
HORA DE MUESTREO	: -	TIPO DE MUESTRA	: Ceniza
TIPO DE MUESTRA	: Ceniza	IDENTIFICACION	: Cáscara de Arroz
IDENTIFICACION	: Cáscara de Arroz		

Elemento	Límite Detc.	Resultado	Unidades	Técnica
Ag	0,2	0,8	ppm	ICP-OES
Al	0,01	0,09	%	ICP-OES
As	3	<3	ppm	ICP-OES
Ba	1	28	ppm	ICP-OES
Be	0,5	< 0,5	ppm	ICP-OES
Bi	5	< 5	ppm	ICP-OES
Ca	0,01	0,88	%	ICP-OES
Cd	1	< 1	ppm	ICP-OES
Co	1	< 1	ppm	ICP-OES
Cr	1	28	ppm	ICP-OES
Cu	0,5	85,8	ppm	ICP-OES
Fe	0,01	0,26	%	ICP-OES
Ga	10	< 10	ppm	ICP-OES
Hg	1	< 1	ppm	ICP-OES
K	0,01	1,89	%	ICP-OES
La	0,5	1,2	ppm	ICP-OES
Mg	0,01	0,34	%	ICP-OES
Mn	2	580	ppm	ICP-OES
Mo	1	4	ppm	ICP-OES
Na	0,01	0,14	%	ICP-OES
Nb	1	< 1	ppm	ICP-OES
Ni	1	5	ppm	ICP-OES
P	0,01	0,38	%	ICP-OES
Pb	2	24	ppm	ICP-OES
S	0,01	0,19	%	ICP-OES
Sb	5	< 5	ppm	ICP-OES
Se	0,5	< 0,5	ppm	ICP-OES
Si	10	< 10	ppm	ICP-OES
Sr	10	< 10	ppm	ICP-OES
Sc	0,5	54,5	ppm	ICP-OES
Te	10	< 10	ppm	ICP-OES
Ti	0,01	< 0,01	%	ICP-OES
Tl	2	5	ppm	ICP-OES
V	2	3	ppm	ICP-OES


 JOSE LUIS INCA GÓMEZ
 INGENIERO QUÍMICO
 Reg. CIP N° 219478

Fuente: R&M LAB.



Elemento	Límite Dete.	Resultado	Unidades	Técnica
W	10	< 10	ppm	ICP-OES
Y	0.5	0.6	ppm	ICP-OES
Zn	0.5	92.9	ppm	ICP-OES
Zr	0.5	< 0.5	ppm	ICP-OES

Observaciones:

Muestra tomada ha sido identificada por el cliente

JOSE LUIS INCA GOMEZ
INGENIERO QUIMICO
Reg. CIP N° 219478

R&M LAB - Laboratorio

Calle Arequipa Mz. E LT S. Aconc. Santa María del Valle, San Martín de porres,
Lima - Perú
E-mail: info@rymlabperu.com

Elaborado por:
Jefe de Laboratorio: Jose Luis Inca Gomez

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

Fin del informe.

Fuente: R&M LAB.

Anexo 11: Análisis granulométrico cenizas de caña de azúcar.



(511) 457 2237 / 989349903

informes@mtlgeotecniasac.com

Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
San Martín de Porres - Lima - Perú

www.mtlgeotecniasac.com



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO	Código	FOR-PR-LAB-AG-001.01
		Revisión	3
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	14/04/2021
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO ASTM C136			
TESIS	Evaluación de las propiedades del concreto Fc = 210 kg/cm ² adicionando cenizas de cañera de arroz y caña de azúcar.		
AUTOR	Nepoleón Cajamarca 2022		
UBICACIÓN	ERICK / OEL PORTILLA CRT2 Lima - Perú		
Procedencia	Magdalena, Cajamarca	Aprobado por:	D. Del Rio R.
Materia	Ceniza de Caña de Azúcar	Ensayado por:	A. Rodríguez
N° Muestra	M-04	Fecha de ensayo:	23/06/2022
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO PARA AGREGADO FINO ASTM C136			

A) CONDICIONES DE ENSAYO:

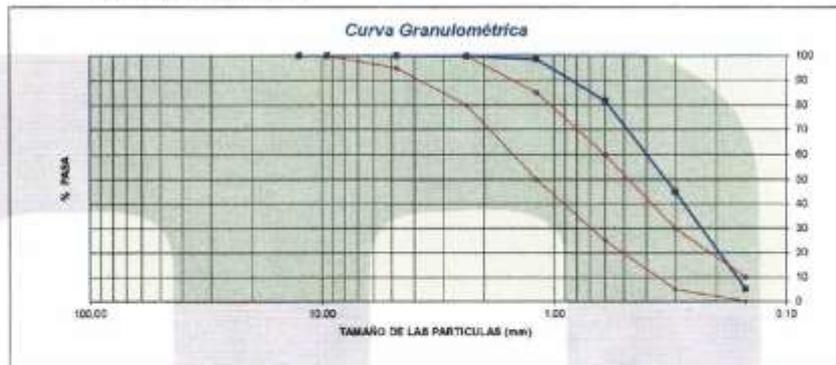
Método de preparación de muestra: Seco a horno
Método de tamizado: Manual

B) ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO:

Peso inicial seco: 99.8 gr. Tamaño máx. nominal: N° 30
Módulo de finura: 1.70

MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES (ASTM C39)	
		lg	(%)	Retenido	Pasa	Huso Arena	
1/2"	12.50	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100
3/8"	9.50	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100
N° 04	4.75	0.0	0.0	0.0	100.0	85	100
N° 08	2.38	0.2	0.2	0.2	99.8	80	100
N° 16	1.19	1.3	1.3	1.3	98.5	50	85
N° 30	0.60	16.7	16.7	16.2	83.8	25	80
N° 60	0.30	36.8	36.8	65.1	44.9	5	30
N° 100	0.15	39.6	39.7	84.8	5.2	0	10
FONDO		6.20	6.2	100.0	0.0		

C) CURVA GRANULOMÉTRICA:



OBSERVACIONES:
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por: Jefe de Laboratorio	Revisado por: Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por: Control de Calidad MTL GEOTECNIA
---	---	---

Fuente: MTL GEOTECNIA.

Anexo 12: Composición química cenizas de caña de azúcar.

		INFORME DE ENSAYO N.º: 872-81 Fecha de emisión: 25/10/2022	
INFORME DE ENSAYO			
SOLICITANTE	: Erick Joel Portillo Ortiz	PROYECTO	: Evaluación de las propiedades del concreto f'>210 Kg/cm2 adicionando cenizas de cáscara de arroz y caña de azúcar, Magdalena Cajamarca 2022
DIRECCION	: —	UBICACION	: Magdalena - Cajamarca
REFERENCIA	: —	FECHA DE MUESTREO	: —
FECHA DE MUESTREO	: —	FECHA DE INICIO	: Lima, 16 de Octubre del 2022
HORA DE MUESTREO	: —	TIPO DE MUESTRA	: Ceniza
TIPO DE MUESTRA	: Ceniza	IDENTIFICACION	: Ceniza de Caña de Azúcar
IDENTIFICACION	: Ceniza de Caña de Azúcar		

Elemento	Límite Deb.	Resultado	Unidades	Técnica
Ag	0,2	0,7	ppm	ICP-OES
Al	0,01	0,31	%	ICP-OES
As	3	<3	ppm	ICP-OES
Ba	1	80	ppm	ICP-OES
Be	0,5	< 0,5	ppm	ICP-OES
Bi	5	< 5	ppm	ICP-OES
Ca	0,01	4,6	%	ICP-OES
Cd	1	< 1	ppm	ICP-OES
Co	1	3	ppm	ICP-OES
Cr	1	34	ppm	ICP-OES
Cu	0,5	98,3	ppm	ICP-OES
Fe	0,01	0,39	%	ICP-OES
Ga	10	< 10	ppm	ICP-OES
Hg	1	< 1	ppm	ICP-OES
K	0,01	8,69	%	ICP-OES
La	0,5	4,6	ppm	ICP-OES
Mg	0,01	1,46	%	ICP-OES
Mn	2	580	ppm	ICP-OES
Mo	1	14	ppm	ICP-OES
Na	0,01	0,06	%	ICP-OES
Nb	1	2	ppm	ICP-OES
Ni	1	7	ppm	ICP-OES
P	0,01	0,96	%	ICP-OES
Pb	2	11	ppm	ICP-OES
S	0,01	2,99	%	ICP-OES
Sb	5	6	ppm	ICP-OES
Sc	0,5	< 0,5	ppm	ICP-OES
Si	10	< 10	ppm	ICP-OES
Sn	10	< 10	ppm	ICP-OES
Sr	0,5	397,4	ppm	ICP-OES
Te	10	<10	ppm	ICP-OES
Ti	0,01	< 0,01	%	ICP-OES
Tl	2	< 2	ppm	ICP-OES
V	2	7	ppm	ICP-OES


JOSE LUIS INCA GOMEZ
 INGENIERO QUIMICO
 Reg. CIP N° 21547F

Fuente: R&M LAB.



Elemento	Límite Dete.	Resultado	Unidades	Técnica
W	10	< 10	ppm	ICP-OES
Y	0,5	1,4	ppm	ICP-OES
Zn	0,5	100,5	ppm	ICP-OES
Zr	0,5	< 0,5	ppm	ICP-OES

Observaciones:

-Muestra tomada ha identificado por el cliente



JOSE LUIS INCA GOMEZ
INGENIERO QUIMICO
Reg. CIP N° 219478

RYM LAB - Laboratorio

Calle Arequipa Mz. E L15 Asoc. Santa Maria del Valle, San Martin de porres,
Lima - Peru
E-mail: info@rymlabperu.com

Elaborado por:
Jefe de Laboratorio: Jose Luis Inca Gomez

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

Fin del informe.

Anexo 13: Diseño de mezcla del concreto patrón.



(511) 457 2237 / 989349603

informes@mtlgeotecniasac.com

Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
San Martín de Porres - Lima - Perú

www.mtlgeotecniasac.com



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-00-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-HYL
		Fecha	1/08/2020

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO ACI 211

REFERENCIA	-	Fecha de ensayo	26/09/2022
AUTOR	ERICK JOEL PORTILLA ORTIZ		
TESIS	"Evaluación de las propiedades del concreto f'c = 210 kg/cm ² adicionando canchales de cáscara de arroz y caña de azúcar. Magisterio Cajamarca 2022"		
UBICACION	Lima, Perú		

DISEÑO PATRÓN - Fc 210 kg/cm ²						
MATERIAL	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINESZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	F. UNITARIO S. Kg/m ²	F. UNITARIO C. Kg/m ²
CEMENTO SOL TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO - ARENA	2.53	3.03	3.47	1.80	1369	1653
AGREGADO GRUESO - HUBO 67	2.55	8.81	0.54	1.10	1450	1576
MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE						
A) VALORES DE ENSAYO						
1. ASENTAMIENTO			3.4	g/g		
2. TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL			3/8"			
3. RELACION AGUA CEMENTO			0.60			
4. AGUA			321			
5. TOTAL DE AIRE ATRAPADO %			0.0			
6. VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO			0.36			
B) ANALISIS DE DISEÑO						
FACTOR CEMENTO		306.39	Kg/m ³	6.7	Bl/m ²	
Volumen absoluto del cemento		0.1181	m ³ /m ³			
Volumen absoluto del Agua		0.2210	m ³ /m ³			
Volumen absoluto del Aire		0.0200	m ³ /m ³			
VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS					0.338	
Volumen absoluto del Agregado fino		0.2831	m ³ /m ³		0.841	
Volumen absoluto del Agregado grueso		0.3579	m ³ /m ³		1.060	
C) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO SECO						
CEMENTO			308	Kg/m ³		
AGUA			231	L/m ³		
AGREGADO FINO			718	Kg/m ³		
AGREGADO GRUESO			913	Kg/m ³		
D) PESO DE MEZCLA						
CORRECCION POR HUMEDAD			2218	Kg/m ³		
AGREGADO FINO HUMEDO			741.0	Kg/m ³		
AGREGADO GRUESO HUMEDO			917.5	Kg/m ³		
E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS						
AGREGADO FINO			%	L/m ³		
AGREGADO GRUESO			-1.07	-1.0		
AGUA DE MEZCLA CORREGIDA			0.58	5.1		
				-8.8		
				214.2	L/m ³	
F) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO HUMEDO						
CEMENTO			308	Kg/m ³		
AGUA			214	L/m ³		
AGREGADO FINO			741	Kg/m ³		
AGREGADO GRUESO			917	Kg/m ³		
G) PESO DE MEZCLA						
CANTIDAD DE MATERIALES (100 LL)						
CEMENTO			44.21	Kg		
AGUA			28.70	Lts		
AGREGADO FINO			88.92	Kg		
AGREGADO GRUESO			130.95	Kg		
PROPORCIÓN EN PESO p₀ (húmedo)				PROPORCIÓN EN VOLUMEN p₀ (húmedo)		
C	1.0			C	1.0	
A.F	2.01			A.F	2.18	
A.G	2.49			A.G	2.58	
H ₂ O	24.7			H ₂ O	24.7	

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Estructuras y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Fuente: MTL GEOTECNIA.

Anexo 14: Diseño de mezcla con adición del 5% de CCA y CBCA.



(511) 457 2237 / 989349903

informes@mtlgeotecniasac.com

Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
San Martín de Porres - Lima- Perú

www.mtlgeotecniasac.com



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2020

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO
ACT 211

REFERENCIA	
AUTOR	ERICK JOEL PORILLA ORTIZ
TESIS	"Evaluación de las propiedades del concreto f'c = 210 kg/cm ² adicionando cenizas de cáscara de arroz y caña de azúcar. Magdalena, Cajamarca 2022"
UBICACION	Lima, Perú
	Fecha de ensayo: 28/09/2022

DISEÑO: CCA 4% y CBCA 1% - Fc 210 kg/cm ²						
MATERIAL	PESO ESPECÍFICO (g/cm ³)	MODULO FINESZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m ³	P. UNITARIO C. Kg/m ³
CEMENTO SOL TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO - ARENA	2.53	3.02	3.47	1.90	1390	1663
AGREGADO GRUESO - HUSO 87	2.90	6.81	0.54	1.10	1450	1526

MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE						
A) VALORES DE DISEÑO						
1	ASENTAMIENTO			3-4	mm	
2	TAMANO MAXIMO NOMINAL			3/4"		
3	RELACION AGUA CEMENTO			0.60		
4	AGUA			221	Kg/m ³	
5	TOTAL DE AGUA ATRAPADO %			2.0		
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO			0.38		
B) ANALISIS DE DISEÑO						
	FACTOR CEMENTO		388.38	Kg/m ³	0.7	kg/m ³
	Volumen absoluto del cemento		0.1131	m ³ /m ³		
	Volumen absoluto del Agua		0.2210	m ³ /m ³		
	Volumen absoluto del Aire		0.0230	m ³ /m ³		0.359
	VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS					
	Volumen absoluto de Agregado fino		0.2831	m ³ /m ³		0.841
	Volumen absoluto de Agregado grueso		0.3578	m ³ /m ³		
	SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS					1.000
C) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO SECO						
	CEMENTO			350	Kg/m ³	
	AGUA			221	L/m ³	
	AGREGADO FINO			716	Kg/m ³	
	AGREGADO GRUESO			913	Kg/m ³	
	CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ (4%)			14.74	Kg/m ³	
	CENIZA DE CÁSCARA DE CAÑA DE AZÚCAR (1%)			3.68	Kg/m ³	
D) PESO DE MEZCLA						
	CORRECCION POR HUMEDAD			2200	Kg/m ³	
	AGREGADO FINO HUMEDO			741.0	Kg/m ³	
	AGREGADO GRUESO HUMEDO			917.8	Kg/m ³	
E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS						
	AGREGADO FINO			-1.87	L/m ³	
	AGREGADO GRUESO			0.66	L/m ³	
	AGUA DE MEZCLA CORREGIDA				214.2	L/m ³
F) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO HUMEDO						
	CEMENTO			350	Kg/m ³	
	AGUA			214	L/m ³	
	AGREGADO FINO			741	Kg/m ³	
	AGREGADO GRUESO			917	Kg/m ³	
	CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ (4%)			14.74	Kg/m ³	
	CENIZA DE CÁSCARA DE CAÑA DE AZÚCAR (1%)			3.68	Kg/m ³	
G) PESO DE MEZCLA						
CANTIDAD DE MATERIALES (130 IL)						
	CEMENTO			43.05	Kg	
	AGUA			28.70	L	
	AGREGADO FINO			88.60	Kg	
	AGREGADO GRUESO			110.10	Kg	
	CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ (4%)			1768.3	g	
	CENIZA DE CÁSCARA DE CAÑA DE AZÚCAR (1%)			442.1	g	
PROPORCIÓN EN PESO (número)						
	C	1.0				
	A.F	2.12				
	A.G	2.62				
	Agua	28.0				
PROPORCIÓN EN VOLUMEN (número)						
	C	1.0				
	A.F	2.27				
	A.G	2.71				
	Agua	28.0				

Elaborado por: Erick Joel Porilla Ortiz	Revisado por: Erick Joel Porilla Ortiz	Aprobado por: Erick Joel Porilla Ortiz
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Obras y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Fuente: MTL GEOTECNIA.

Anexo 15: Diseño de mezcla con adición del 10% de CCA y CBCA.



(511) 457 2237 / 985349903

informas@mtlgeotecniasac.com

Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
San Martín de Porres - Lima- Perú

www.mtlgeotecniasac.com



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2020

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO ACI 211

REFERENCIA
AUTOR: ERICK JOEL PORTALLA ORTIZ
TESIS: "Evaluación de las propiedades del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ adicionando cenizas de cáscara de arroz y caña de azúcar, Magdalena, Cajamarca 2022"
UBICACIÓN: Lima, Perú

Fecha de ensayo: 20/06/2022

MATERIAL	DISEÑO: CCA 4% y CBCA 4% - $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$		HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO B kg/m^3	P. UNITARIO C kg/m^3
	PCBO ESPESORCO g/g	MODULO FINEZA				
CEMENTO SOL TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO - ARENA	2.53	3.02	3.47	1.00	1309	1053
AGREGADO GRUESO - HUSO 87	2.55	5.81	0.54	1.10	1450	1526

MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE			
A) VALORES DE DISEÑO			
1. ASENTAMIENTO		3 - 4	mm
2. TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL		5/8"	
3. RELACION AGUA/CEMENTO		0.60	
4. AGUA		2.1	
5. TOTAL DE AIRE ATRAPADO %		2.0	
6. VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO		0.36	
B) ANÁLISIS DE DISEÑO			
FACTOR CEMENTO		166.39	kg/m^3
Volumen absoluto del cemento		0.1181	m^3/m^3
Volumen absoluto del Agua		0.2210	m^3/m^3
Volumen absoluto del Aire		0.0200	m^3/m^3
VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS			
Volumen absoluto del Agregado fino		0.2831	m^3/m^3
Volumen absoluto del Agregado grueso		0.2579	m^3/m^3
SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS			1.000
C) CANTIDAD DE MATERIALES m^3 POR EN PESO SECO			
CEMENTO		332	kg/m^3
AGUA		221	L/m^3
AGREGADO FINO		718	kg/m^3
AGREGADO GRUESO		913	kg/m^3
CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ (CA)		14.74	kg/m^3
CENIZA DE CÁSCARA DE CAÑA DE AZÚCAR (CA)		22.16	kg/m^3
D) PESO DE MEZCLA		2161	kg/m^3
CON Corrección por humedad			
AGREGADO FINO HUMEDO		741.5	kg/m^3
AGREGADO GRUESO HUMEDO		917.5	kg/m^3
E) CONTRIBUCIÓN DE AGUA DE LOS AGREGADOS			
AGREGADO FINO		-1.67	L/m^3
AGREGADO GRUESO		0.56	L/m^3
AGUA DE MEZCLA CORREGIDA			1.11
F) CANTIDAD DE MATERIALES m^3 POR EN PESO HUMEDO			
CEMENTO		330	kg/m^3
AGUA		214	L/m^3
AGREGADO FINO		741	kg/m^3
AGREGADO GRUESO		917	kg/m^3
CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ (CA)		14.74	kg/m^3
CENIZA DE CÁSCARA DE CAÑA DE AZÚCAR (CA)		22.16	kg/m^3
G) PESO DE MEZCLA		2204	kg/m^3
CANTIDAD DE MATERIALES (100 L)			
CEMENTO		35.78	kg
AGUA		22.70	LB
AGREGADO FINO		88.62	kg
AGREGADO GRUESO		110.10	kg
CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ (CA)		1.66.5	S
CENIZA DE CÁSCARA DE CAÑA DE AZÚCAR (CA)		262.4	S
PROPORCIÓN EN PESO g^3 (húmedo)			
C		1.0	
A.F		2.23	
A.G		2.77	
H ₂ O		27.5	
PROPORCIÓN EN VOLUMEN g^3 (húmedo)			
C		1.0	
A.F		2.40	
A.G		2.90	
H ₂ O		27.5	

Elaborado por: 	Revisado por: 	Aprobado por:
MTL GEOTECNIA S.A.C. Cajamarca - Control de Calidad	MTL GEOTECNIA S.A.C. Cajamarca - Control de Calidad	MTL GEOTECNIA S.A.C. Cajamarca - Control de Calidad
Cabe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Fuente: MTL GEOTECNIA.

Anexo 16: Diseño de mezcla con adición del 15% de CCA y CBCA.



(511) 457 2237 / 989349903

Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
San Martín de Porres - Lima - Perú

informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	OC-MTL
		Fecha	1/06/2022

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO
ACI 211

REFERENCIA: -
AUTOR: ERICK JOEL PORTILLA GUTIZ
TÍTULO: "Evaluación de las propiedades del concreto f'c = 210 kg/cm² adicionando cenizas de cáscara de arroz y caña de azúcar, Magdalena Cajamarca 2022"
UBICACION: Lima, Perú Fecha de ensayo: 30/06/2022

DISEÑO: CCA 10% y CBCA 5% - f'c 210 kg/cm²

MATERIAL	PERO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO E Kwh'	P. UNITARIO C M ³
CEMENTO SOL TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO - ARENA	2.53	3.02	3.47	1.00	1309	1053
AGREGADO GRUESO - HUSO 67	2.50	6.81	0.54	1.10	1450	1525

MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE

A)	VALORES DE DISEÑO	5-4	µg
1	ASENTAMIENTO	34'	
2	TAMANO MAXIMO NOMINAL	0.80	
3	RELACION AGUA CEMENTO	0.21	
4	AGUA	2.0	
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %	0.38	
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO		

B)	ANÁLISIS DE DISEÑO	388.38	Kg/m ³	8.7	Bl/m ³
	FACTOR CEMENTO				
	Volumen absoluto del cemento	0.1181	m ³ /m ³		
	Volumen absoluto del Agua	0.2210	m ³ /m ³		
	Volumen absoluto del Aire	0.0200	m ³ /m ³		
	VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS				0.359
	Volumen absoluto del Agregado fino	0.2531	m ³ /m ³		
	Volumen absoluto del Agregado grueso	0.3579	m ³ /m ³		
	SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS				1.000

C)	CANTIDAD DE MATERIALES m ³ POR EN PESO SECO		
	CEMENTO	313	Kg/m ³
	AGUA	221	L/m ³
	AGREGADO FINO	710	Kg/m ³
	AGREGADO GRUESO	913	Kg/m ³
	CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ (10%)	36.54	Kg/m ³
	CENIZA DE CÁSCARA DE CAÑA DE AZÚCAR (5%)	18.42	Kg/m ³

D)	PESO DE MEZCLA	2188	Kg/m ³
	CORRECCION POR HUMEDAD		
	AGREGADO FINO HUMEDO	741.0	Kg/m ³
	AGREGADO GRUESO HUMEDO	917.0	Kg/m ³

E)	CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS		
	%		
	AGREGADO FINO	-1.67	L/m ³
	AGREGADO GRUESO	0.06	L/m ³
	AGUA DE MEZCLA CORREGIDA		214.3 L/m ³

F)	CANTIDAD DE MATERIALES m ³ POR EN PESO HUMEDO		
	CEMENTO	313	Kg/m ³
	AGUA	214	L/m ³
	AGREGADO FINO	741	Kg/m ³
	AGREGADO GRUESO	917	Kg/m ³
	CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ (10%)	36.54	Kg/m ³
	CENIZA DE CÁSCARA DE CAÑA DE AZÚCAR (5%)	18.42	Kg/m ³

G)	PESO DE MEZCLA	2188	Kg/m ³
	CANTIDAD DE MATERIALES (EN L.)		
	CEMENTO	37.56	Kg
	AGUA	25.70	Lb
	AGREGADO FINO	88.83	kg
	AGREGADO GRUESO	110.10	kg
	CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ (10%)	4420.7	g
	CENIZA DE CÁSCARA DE CAÑA DE AZÚCAR (5%)	2210.3	g

PORCIÓN EN PESO µ3 (húmedo)		PROPORCIÓN EN VOLUMEN µ3 (húmedo)	
C	1.0	C	1.0
A.F	2.37	A.F	2.54
A.G	2.93	A.G	3.03
H ₂ O	20.1	H ₂ O	20.1

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Bases y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Fuente: MTL GEOTECNIA.

Anexo 17: Resultados asentamiento del concreto fresco.



(511) 457 2237 / 989349903

informes@mtlgeotecniasac.com

Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
San Martín de Porres - Lima- Perú

www.mtlgeotecniasac.com



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO ASENTAMIENTO DEL CONCRETO FRESCO	Código	PDR-LAB-00-008
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	10/02/18

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
ASTM C143

RESPONSABILIDAD	Control de laboratorio	Fecha de emisión:	25/02/2018
AUTOR	John Sarmad Arcega Pardo y Alexa David Cordero Díaz		
TÍTULO	"Evaluación de las propiedades del concreto $f_c = 210$ kg/cm ² adhiriendo celdas de cizura de arena y caña de azúcar."		
UBICACIÓN	Mazabán, Casapampa 2027 Lima, Perú		

ENSAYO DE ASENTAMIENTO DEL CONCRETO FRESCO		
MUESTRA	SLUMP PULG.	PROMEDIO PULG.
PATRÓN	3 10	3 10

ENSAYO DE ASENTAMIENTO DEL CONCRETO FRESCO		
MUESTRA	SLUMP PULG.	PROMEDIO PULG.
1% CCA y 1% CBGA	1 10	1 10

ENSAYO DE ASENTAMIENTO DEL CONCRETO FRESCO		
MUESTRA	SLUMP PULG.	PROMEDIO PULG.
1% CCA y 1% CBGA	2 24	2 24

ENSAYO DE ASENTAMIENTO DEL CONCRETO FRESCO		
MUESTRA	SLUMP PULG.	PROMEDIO PULG.
1% CCA y 1% CBGA	10	10

OBSERVACIONES:

* El ensayo fue realizado haciendo uso del Cono de Abrams
* Prohíbese la reproducción, en todo o en parte, de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:  Jefe de Laboratorio	Revisado por:  Eduardo Guerrero Pizarro Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por:  CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA
--	--	---

Fuente: MTL GEOTECNIA.

Anexo 18: Resultados peso unitario del concreto fresco.



(511) 457 2237 / 989349903

informes@mtlgeotecniasac.com

Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
San Martín de Porras - Lima - Perú

www.mtlgeotecniasac.com



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO (P.U.)
-------------------------------------	---

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
ASTM C138/ NTP 309.046

REFERENCIA	Datos de laboratorio		
AUTOR	ERICK JOEL PORTILLA ORTIZ		
TESIS	Evaluación de las propiedades del concreto $F_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ adicionando cenizas de arroz y caña de azúcar		
UBICACIÓN	Magdalena, Cajamarca 2022*		
			Fecha de Emisión: 26/03/2022

PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO (P.U. del diseño)				
DESCRIPCIÓN	DISEÑO PATRÓN	4%CCA y 1% CBGA	4%CCA y 6% CBGA	10%CCA y 8% CBGA
Peso de recipiente + concreto (kg)	21.45	20.43	20.20	20.05
Peso recipiente (kg)	3.54	3.54	3.54	3.54
Peso concreto (kg)	17.91	16.89	16.66	16.51
Volumen de recipiente (m ³)	0.007040	0.007040	0.007040	0.007040
Peso Unitario (kg/m ³)	2402	2400	2367	2346



Fig. 1 - Recipiente de Ensayo



Fig. 2 - Pesaje de Recipiente + Concreto Fresco

OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

 Elaborado por: Jefe de Laboratorio	 Revisado por: Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 Aprobado por: Control de Calidad MTL GEOTECNIA
---	---	---

Fuente: MTL GEOTECNIA.

Anexo 19: Resultados resistencia a la compresión a los 7 días.



(511) 457 2237 / 989349903

informes@mtlgeotecniasac.com

Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
San Martín de Porres - Lima- Perú

www.mtlgeotecniasac.com



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS DE CONCRETO CILÍNDRICO	Código	FORMA CONCRETO
		Revisión	3
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO ASTM C39 - NTP 116.004		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	26/09/2022
PROYECTO : Evaluación de la proporción del concreto (F _c = 210 kg/cm ²) a través de ensayos de ensayo y rotura de aceros, Magdalena, Cuzco 2022			
AUTORES : ERICK J. DEL PORTILLA ORTIZ			
UBICACIÓN : Lima, Perú			
EXHIBENTE N° : -			
Cantón : -		Aprobado por: D. DEL MTL	
Muestra : Probeta de concreto de 10 cm x 20 cm		Elaborado por: A. Rodríguez V.	
N° Muestra : -		Fecha de ensayo: 03/10/2022	
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ASTM C39 - NTP 116.004			

A) INFORMACIÓN GENERAL:

Tipo de ensayo: Moldado

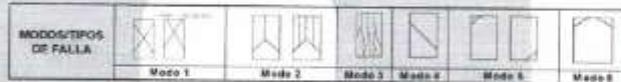
Acertitud: _____

Resistencia de Diseño: 210 kg/cm² Aprobado

Velocidad de carga: 2.55 kg/cm² Aprobado

B) ENSAYO DE COMPRESIÓN:

IDENTIFICACIÓN DE PRUEBA	FECHA DE RECEPCIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	L/C	ASA (kg)	GRASA (kg)	MOLESTIA (n°)	F/C (kg)	ESTRUCO (kg/cm ²)	F ₁ (kg/cm ²)	F ₂ (kg/cm ²)	F ₃ (kg/cm ²)
PATRÓN CAÑA - 01	26/09/2022	3/10/2022	7	2.0	78.5	20740.7	5	1.00	264.1	210.0	126.8	
PATRÓN CAÑA - 02	26/09/2022	3/10/2022	7	2.0	78.5	20363.4	5	1.00	259.3	210.0	123.5	
PATRÓN CAÑA - 03	26/09/2022	3/10/2022	7	2.0	78.5	15304.2	5	1.00	233.4	210.0	111.2	
1% CBGA / 4% CCA - 01	26/09/2022	3/10/2022	7	2.0	78.5	22627.1	5	1.00	283.1	210.0	137.2	
1% CBGA / 4% CCA - 02	26/09/2022	3/10/2022	7	2.0	78.5	33422.5	2	1.00	280.2	210.0	142.0	
1% CBGA / 4% CCA - 03	26/09/2022	3/10/2022	7	2.0	78.5	24890.1	5	1.00	316.4	210.0	150.7	
6% CBGA / 4% CCA - 01	26/09/2022	3/10/2022	7	2.0	78.5	20822.3	2	1.00	265.1	210.0	126.2	
6% CBGA / 4% CCA - 02	26/09/2022	3/10/2022	7	2.0	78.5	21016.0	5	1.00	267.6	210.0	127.4	
6% CBGA / 4% CCA - 03	26/09/2022	3/10/2022	7	2.0	78.5	18624.9	2	1.00	250.7	210.0	120.8	
6% CBGA / 10% CCA - 01	26/09/2022	3/10/2022	7	2.0	78.5	24286.3	4	1.00	309.3	210.0	147.3	
6% CBGA / 10% CCA - 02	26/09/2022	3/10/2022	7	2.0	78.5	17141.2	5	1.00	218.2	210.0	103.9	
6% CBGA / 10% CCA - 03	26/09/2022	3/10/2022	7	2.0	78.5	18445.4	5	1.00	234.9	210.0	111.8	



OBSERVACIONES:
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por: 	Revisado por: 	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Fuente: MTL GEOTECNIA.

Anexo 20: Resultados resistencia a la compresión a los 14 días.



(511) 457 2237 / 989349903

informes@mtlgeotecniasac.com

Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
San Martín de Porres - Lima-Perú

www.mtlgeotecniasac.com

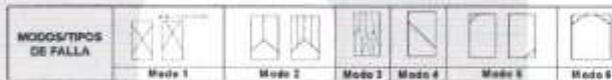


LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS DE CONCRETO CILINDRICO	Código: PDR-LAB-CON-001.01
		Estado: 2
		Aprobado: DC-MTL
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO ASTM C39 - NTP 330.034		Fecha: 28/10/2022
PROYECTO: El desarrollo de las propiedades del concreto $f_c = 210$ kg/cm ² adición de cenizas de cáscara de arroz y café de escoria. Magdalena, Cajamarca 2022* AUTORES: ERIC JOEL PORTILLA CHIZ UBICACIÓN: Lima, Perú SOBRECENTE N°: -		
Contorno: - Materia: Probetas de concreto de 10 cm x 20 cm n° Muestra: Indefinido		Aprobado por: D. DANIEL V. Empleado por: A. Rodríguez V. Fecha de ensayo: 10/10/2022
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ASTM C39 - NTP 330.034		

A) INFORMACIÓN GENERAL:
 Tipo de muestra: Moldeado
 Distribución: -
 Presistencia de Estado: 210 kg/cm²
 Velocidad de carga: 2.55 kg/cm²s

B) ENSAYO DE COMPRESIÓN:

IDENTIFICACIÓN DE ESPEREN	FECHA DE VENCIDO	FLUJO DE BOLSA	CMO EN SGA	LA	SEA (mm)	FECHA (kg/cm ²)	Modo de falla (1 a 6)	F.C. (%)	SRV (kg/cm ²)	Fu. Determ. (kg/cm ²)	f _{cd} (MPa)
PATRÓN CAÑA - 01	26/09/2022	19/10/2022	14	2.0	78.5	24126.1	5	1.00	307.2	210.0	145.3
PATRÓN CAÑA - 02	26/09/2022	19/10/2022	14	2.0	78.5	24676.7	5	1.00	314.2	210.0	146.6
PATRÓN CAÑA - 03	26/09/2022	19/10/2022	14	2.0	78.5	24625.6	5	1.00	313.5	210.0	145.3
1% CBA / 4% CCA - 01	26/09/2022	19/10/2022	14	2.0	78.5	19812.0	5	1.00	252.3	210.0	120.1
1% CBA / 4% CCA - 02	26/09/2022	19/10/2022	14	2.0	78.5	22545.6	5	1.00	287.1	210.0	136.7
1% CBA / 4% CCA - 03	26/09/2022	19/10/2022	14	2.0	78.5	21148.0	5	1.00	266.3	210.0	126.2
0% CBA / 4% CCA - 01	26/09/2022	19/10/2022	14	2.0	78.5	19700.5	5	1.00	250.8	210.0	116.4
0% CBA / 4% CCA - 02	26/09/2022	19/10/2022	14	2.0	78.5	20067.7	5	1.00	255.5	210.0	121.7
0% CBA / 4% CCA - 03	26/09/2022	19/10/2022	14	2.0	78.5	17305.9	5	1.00	221.4	210.0	105.4
5% CBA / 10% CCA - 01	26/09/2022	19/10/2022	14	2.0	78.5	25170.4	5	1.00	320.5	210.0	152.6
5% CBA / 10% CCA - 02	26/09/2022	19/10/2022	14	2.0	78.5	22137.7	5	1.00	261.9	210.0	134.2
5% CBA / 10% CCA - 03	26/09/2022	19/10/2022	14	2.0	78.5	22169.3	5	1.00	262.3	210.0	134.4



Observaciones:
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por: 	Revisado por: 	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Fuente: MTL GEOTECNIA.

Anexo 21: Resultados resistencia a la compresión a los 28 días.



(511) 457 2237 / 989349903

Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
San Martín de Porres - Lima - Perú

informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com



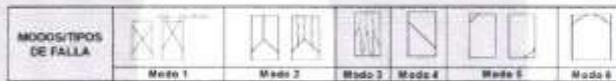
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS DE CONCRETO CILÍNDRICO	Códice	FORMA-COMPRE1
		Revisión	01-MTL
		Fecha	08/11/2022
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO ASTM C39 - MTP 338.024			
PROYECTO	Evaluación de las propiedades del concreto Fc = 210 kg/cm ² utilizando ensayos de ensayo de ensayo y fallo de ensayo. Algodora, Cajamarca 2022		
AUTORES	ING. JOEL PORTILLO ORTIZ		
UBICACIÓN	Lima, Perú		
EXPOSICIÓN	-		
Estado	-		
Muestra	Pruebas de concreto de 40 cm x 20 cm		
Nº Muestra	Indicada		
		Aprobado por:	D. Del Rio H
		Ensayado por:	A. Rodriguez U
		Fecha de ensayo:	24/10/2022
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ASTM C39 - MTP 338.024			

A) INFORMACIÓN GENERAL

Tipo de muestra: Algodora
 Clasificación: -
 Resistencia de diseño: 210 kg/cm²
 Velocidad de carga: 2.55 kg/cm²/seg

B) ENSAYO DE COMPRESIÓN

DESIGNACIÓN DE MUESTRA	FECHA DE VOTADO	FECHA DE PRUEBA	EDAD EN DÍAS	LD	AREA SEC	FUERZA BRUTA (kN)	Masa de la muestra (kg)	F/C (kg)	EFECTOS (kg/cm ²)	F _u (kg/cm ²)	f _{cd} (%)
PATRÓN CAÑA - 01	25/05/2022	24/10/2022	28	2.0	78.5	28694.4	5	1.00	365.3	210.0	174.0
PATRÓN CAÑA - 02	25/05/2022	24/10/2022	28	2.0	78.5	27644.1	5	1.00	352.0	210.0	167.6
PATRÓN CAÑA - 03	25/05/2022	24/10/2022	28	2.0	78.5	27637.8	5	1.00	354.4	210.0	168.8
1% CBCA / 4% CCA - 01	25/05/2022	24/10/2022	28	2.0	78.5	24402.6	6	1.00	311.5	210.0	148.3
1% CBCA / 4% CCA - 02	25/05/2022	24/10/2022	28	2.0	78.5	22341.5	6	1.00	284.5	210.0	135.5
1% CBCA / 4% CCA - 03	25/05/2022	24/10/2022	28	2.0	78.5	21611.4	6	1.00	277.7	210.0	132.2
5% CBCA / 4% CCA - 01	25/05/2022	24/10/2022	28	2.0	78.5	25043.8	5	1.00	319.9	210.0	151.8
5% CBCA / 4% CCA - 02	25/05/2022	24/10/2022	28	2.0	78.5	22729.1	5	1.00	294.4	210.0	137.8
5% CBCA / 4% CCA - 03	25/05/2022	24/10/2022	28	2.0	78.5	18782.9	5	1.00	239.2	210.0	113.9
5% CBCA / 10% CCA - 01	25/09/2022	24/10/2022	28	2.0	78.5	24707.2	5	1.00	314.6	210.0	149.8
5% CBCA / 10% CCA - 02	25/09/2022	24/10/2022	28	2.0	78.5	25410.9	5	1.00	323.6	210.0	154.1
5% CBCA / 10% CCA - 03	25/09/2022	24/10/2022	28	2.0	78.5	25003.0	5	1.00	318.3	210.0	151.8



OBSERVACIONES:
 * Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por: 	Revisado por: MTL GEOTECNIA S.A.C Suellos Calvo de Algodora 	Aprobado por: MTL GEOTECNIA SAC
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Fuente: MTL GEOTECNIA.

Anexo 22: Resultados resistencia a la flexión a los 7 días.



(511) 457 2237 / 989349903

informes@mtlgeotecniasac.com

Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
San Martín de Porres - Lima- Perú

www.mtlgeotecniasac.com



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RESISTENCIA DE FLEXION DEL CONCRETO (VIGA SIMPLE CON CARGA A LOS TERCIOS DEL CLARO)	Código: FOR-LAB-CON-003.01 Revisión: 1 Aprobado: CC-MTL Fecha: 8/11/2021							
LABORATORIO DE TECNOLOGIA DEL CONCRETO NTP 339.078 - ASTM C78									
REFERENCIA: Ensayo de Falso en Laboratorio	AUTOR: ERICK JOEL POVITILLA ORTIZ	FECHA DE EMISIÓN: 04/10/2022							
TEST: "Evaluación de las propiedades del concreto f'c = 210 kg/cm2 adicionado con cenizas de adocars de arena y cefo de arboles: Magdalena Cajamarca 2022"	UBICACIÓN: Lima, Perú	Fecha de ensayo: 04/10/2022							
A) INFORMACIÓN GENERAL:									
TIPO DE MEZCLA: CONCRETO 210 KG/CM2									
DESCRIPCIÓN: Resistencia a la flexión del concreto a los 7 días									
B) DATOS DE ENSAYO:									
No. de Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Identificación	PA7R03 CABA - 01	PA7R03 CABA - 02	PA7R03 CABA - 03	1% C.SGA / 4% C.CA - 01	1% C.SGA / 4% C.CA - 02	1% C.SGA / 4% C.CA - 03			
Alura "h" (mm)	150	150	150	150	150	150			
Ancho "b" (mm)	150	150	150	150	150	150			
Distancia entre apoyos (mm)	450	450	450	450	450	450			
Carga Máxima (kg-c)	3242.0	3069.3	3023.6	3803.5	3515.6	3711.7			
Posición de Flexión	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio			
Distancia entre la flexión y el apoyo más cercano "x" (mm)	-	-	-	-	-	-			
Módulo de Falso (kg-fund)	43.24	47.85	50.99	50.71	52.21	49.49			
	PROMEDIO			PROMEDIO					
	47.85			50.80					
FÓRMULAS	Centro del Tercio Medio $R = PL/bd^2$		Fuera del Tercio Medio < 15% $R = \frac{3Pa}{l^3}$		Fuera del Tercio Medio > 15% Descartado				
	<p>Resado de prueba de ensayo</p>			<p>Vista frontal del ensayo</p>					
OBSERVACIONES:									
* Priorizada la reproducción parcial total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.									
* Si ensayo a la flexión se realiza en vigas de concreto endurecido, el reporte de resultados están en unidades de kg-fund.									
Elaborado por:	 Erick Joel Povitilla Ortiz Ingeniero Civil C. P. M. Perú			Revisado por:	 Erick Joel Povitilla Ortiz Ingeniero Civil C. P. M. Perú			Aprobado por:	 Erick Joel Povitilla Ortiz Ingeniero Civil C. P. M. Perú
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos			Control de Calidad MTL GEOTECNIA					

Fuente: MTL GEOTECNIA.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO		Código	FOR-LAB-CON-001.01					
	RESISTENCIA DE FLEXION DEL CONCRETO		Revisado	8					
	(VIGA SIMPLE CON CARGA A LOS TERCIOS DEL CLARO)		Aprobado	CC-MTL					
			Fecha	01/12/2021					
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO									
NTP 339.078 - ASTM C78									
REFERENCIA	Ensayo de Tercio en Laboratorio								
AUTOR	ERICK JOEL PORTILLA ORTIZ								
TIPO	Evaluación de las propiedades del concreto f'c = 210 kg/cm2 adicionando cenizas de volcán de error y celda de acero; Magdalena; Cajamarca 2022								
UBICACIÓN	Lima - Perú								
Parte de ensayo: 04/15/2022									
A) INFORMACIÓN GENERAL:									
TIPO DE MEZCLA: CONCRETO 210 HO/C/M2									
DESCRIPCIÓN: Resistencia a la flexión del concreto a los 7 días									
B) DATA DE ENSAYO:									
Nº de Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Identificación	1% CCA-1 / 4% CCA-01	2% CCA-1 / 4% CCA-02	3% CCA-1 / 4% CCA-03	5% CCA-1 / 10% CCA-01	6% CCA-1 / 10% CCA-02	8% CCA-1 / 10% CCA-03			
Alto "h" (mm)	150	150	150	150	150	150			
Ancho "b" (mm)	150	150	150	150	150	150			
Distancia entre apoyos "L" (mm)	450	450	450	450	450	450			
Carga Máxima (kg)	3418.8	3253.4	3783.3	3467.4	3794.0	2578.8			
Posición de Flexión	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio			
Distancia entre la flexión y el apoyo más cercano "L" (mm)	-	-	-	-	-	-			
Módulo de Rotura (kg/cm2)	45.95	43.78	50.58	46.53	57.25	34.40			
	PROMEDIO			PROMEDIO					
	46.77			50.38					
FÓRMULAS	Dentro del Tercio Medio $R = PL/bd^2$		Fuera del Tercio Medio +0% $R = \frac{3Pa}{Ld^2}$		Fuera del Tercio Medio +3% Descartado				
	<p>Diagrama de prueba de ensayo</p>				<p>Viga sometida al ensayo</p>				
OBSERVACIONES:									
<ul style="list-style-type: none"> Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA. El ensayo se le flexión se realizó en el laboratorio de concreto embotado; el reporte de resultados está en unidades de kg/cm2. 									
Elaborado por:	Revisado por:			Aprobado por:					
 Erick Joel Portilla Ortiz Ingeniero Civil C. R. N. 10046	 Samuel Mariano Huaman Ingeniero Civil C. R. N. 10046			 CONTROL DE CALIDAD					
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos			Control de Calidad MTL GEOTECNIA					

Anexo 23: Resultados resistencia a la flexión a los 28 días.



(511) 457 2237 / 989349903

informes@mtlgeotecniassc.com

Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
San Martín de Porres - Lima- Perú

www.mtlgeotecniassc.com



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RESISTENCIA DE FLEXION DEL CONCRETO (VIGA SIMPLE CON CARGA A LOS TERCIOS DEL CLARO)	Código	FOR-LAB-CON-003.01						
		Revisado	5						
		Aprobado	CC-BTL						
		Fecha	8/10/2021						
LABORATORIO DE TECNOLOGIA DEL CONCRETO NTP 339.078 - ASTM C78									
REFERENCIA	Especimen de ensayo en Laboratorio								
AUTOR	ERICK JOEL PORTELA CRUZ								
TIPO DE ENSAYO	"Evaluación de las propiedades del concreto f'c = 210 kg/cm2 adoptando curvas de cámara de arena y caje de acical", Reglamento, Capitulo 2022"								
UBICACION	Lima, Perú								
		Fecha de ensayo:	28/10/2021						
A) INFORMACIÓN GENERAL:									
TIPO DE MEZCLA: CONCRETO 210 KG/CM2									
DESCRIPCIÓN: Resistencia a la flexión del concreto a los 28 días									
B) DATOS DE ENSAYO:									
Nº de Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Identificación	RATRON CAM-01	RATRON CAM-02	RATRON CAM-03	% CENEA / % N CCA-01	% CENEA / % N CCA-02	% CENEA / % N CCA-03			
Alura "h" (mm)	150	150	150	150	150	150			
Ancho "b" (mm)	150	150	150	150	150	150			
Distancia entre apoyos "L" (mm)	450	450	450	450	450	450			
Carga máxima Fig 5	4027.8	3801.1	4160.4	4282.3	4129.8	3020.3			
Posición de Factores	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio			
Distancia entre la flexura y el apoyo más cercano "L" (mm)	-	-	-	-	-	-			
Modulo de Rokos kg/(cm2)	81.70	40.08	56.47	56.83	55.06	51.04			
	PROMEDIO			PROMEDIO					
	82.75			54.61					
FÓRMULAS	$R = PL/bd^2$		$R = \frac{3Pn}{bd^2}$		Descartado				
	Dentro del Tercio Medio			Fuera del Tercio Medio < 25%		Fuera del Tercio Medio > 5%			
	Muestra de proceso de ensayo			Muestra de proceso de ensayo		Muestra de proceso de ensayo			
OBSERVACIONES:									
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.									
El ensayo a la flexión se realizó con muestra de concreto endurecido, el reporte de resultados está en unidades de kg/cm2.									
Elaborado por:				Revisado por:				Aprobado por:	
	MTL GEOTECNIA S.A.C Erick Joel Portela Cruz Jefe de Laboratorio				MTL GEOTECNIA S.A.C Elmer Mojano Huaman Ingeniero de Suelos y Pavimentos				MTL GEOTECNIA S.A.C CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Fuente: MTL GEOTECNIA.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RESISTENCIA DE FLEXION DEL CONCRETO (VIGA SIMPLE CON CARGA A LOS TERCIOS DEL CLARO)		Código	FORM: AN-CO-463.01						
			Revisión	3						
			Aprobado	CC-MTL						
			Fecha	07/10/2017						
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO NTP 339.078 - ASTM C78										
REFERENCIA	Ensayo en Flexión en Laboratorio									
AUTOR	ERICK JOEL PORTILLA ORTIZ									
FECS	Evaluación de las propiedades del concreto f'c = 210 kg/cm ² aplicando cargas de última de ensay y carga de servicio, Magdalena, Cajamarca 2022									
UBICACIÓN	Lima, Perú. Fecha de ensayo: 29/10/2017									
A) INFORMACIÓN GENERAL:										
TIPO DE MEZCLA: CONCRETO 210 kg/cm ²										
DESCRIPCIÓN: Resistencia a la flexión del concreto a los 28 días										
B) DATA DE ENSAYO:										
No. de Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Identificación	EN-08CA / AN-CCA-01	EN-08CA / AN-CCA-02	EN-08CA / AN-CCA-03	EN-08CA / AN-CCA-04	EN-08CA / AN-CCA-05	EN-08CA / AN-CCA-06				
Alura "f" (mm)	150	150	150	150	150	150				
Ancho "b" (mm)	150	150	150	150	150	150				
Distancia entre apoyos "L" (mm)	450	450	450	450	450	450				
Carga Máxima (kg-f)	3024.3	4211.4	3529.2	3866.4	3619.9	3793.1				
Punto de Falla	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio				
Distancia entre la fractura y el apoyo más cercano "L" (mm)	-	-	-	-	-	-				
Módulo de Rotura (kg-f/cm ²)	51.39	58.16	47.04	52.76	48.27	50.44				
PROMEDIO			PROMEDIO							
51.53			50.40							
Dentro del Tercio Medio			Fuera del Tercio Medio < 15%			Fuera del Tercio Medio > 15%				
FORMULAS			$R = PL/bd^2$			$R = \frac{3P_a}{bd^2}$			Descartado	
<p>Diagrama de preparación de muestra</p>					<p>Vista lateral del ensayo</p>					
OBSERVACIONES:										
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.										
* El ensayo a la flexión se realizó sobre muestra de concreto endurecido, el reporte de resultados están en unidades de kg-f/cm ² .										
Elaborado por:			Revisado por:			Aprobado por:				
<p>Jefe de Laboratorio</p>			<p>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</p>			<p>Control de Calidad MTL GEOTECNIA</p>				

Anexo 24: Resultados resistencia a la tracción a los 7 días.



(511) 457 2237 / 989349903

informes@mtlgeotecniasac.com

Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
San Martín de Porres - Lima - Perú

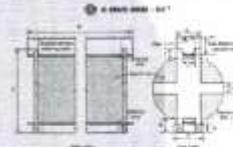
www.mtlgeotecniasac.com



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	FORMATO		Dólar	AE-FO-123
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE ESPECIMENES DE CONCRETO CILÍNDRICO		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	1 de 1
TEMA	"Evaluación de las propiedades del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ adhiriendo corizas de óxido de zinc y safa de asfalto. Magisterio, Cajamarca 2022"			
AUTOR	ERICK JOEL PORTALLA CRUZ	REALIZADO POR	A. Rodríguez V.	
CÓDIGO	-	REVISADO POR	D. Quiroga V.	
UBICACIÓN	Lima, Perú	FECHA DE ENSAYO	31/03/22	
Tipo de muestra	-			
Presentación	Diseños: CBCA y CCA en distintos dosis			
f_c de diseño	210 kg/cm^2			

RESISTENCIA A LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE CONCRETO ENDURECIDO ASTM C494

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIÁMETRO (CM)	CARGA (KN)	RESISTENCIA (kg/cm^2)
PATRÓN CAÑA - 01	26/03/22	31/03/22	7 días	10	888.0	26 kg/cm^2
PATRÓN CAÑA - 02	26/03/22	31/03/22	7 días	10	844.3	27 kg/cm^2
PATRÓN CAÑA - 03	26/03/22	31/03/22	7 días	10	1039.4	33 kg/cm^2
1% CBCA / 4% CCA - 01	26/03/22	31/03/22	7 días	10	732.8	24 kg/cm^2
1% CBCA / 4% CCA - 02	26/03/22	31/03/22	7 días	10	865.2	27 kg/cm^2
1% CBCA / 4% CCA - 03	26/03/22	31/03/22	7 días	10	1038.0	32 kg/cm^2
4% CBCA / 4% CCA - 01	26/03/22	31/03/22	7 días	10	805.2	26 kg/cm^2
4% CBCA / 4% CCA - 02	26/03/22	31/03/22	7 días	10	767.1	24 kg/cm^2
4% CBCA / 4% CCA - 03	26/03/22	31/03/22	7 días	10	845.1	27 kg/cm^2
8% CBCA / 10% CCA - 01	26/03/22	31/03/22	7 días	10	726.8	23 kg/cm^2
8% CBCA / 10% CCA - 02	26/03/22	31/03/22	7 días	10	850.8	27 kg/cm^2
8% CBCA / 10% CCA - 03	26/03/22	31/03/22	7 días	10	762.0	24 kg/cm^2



OBSERVACIONES:

- Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de MTL GEOTECNIA.
- Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
- Prohíbase la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	MTL GEOTECNIA S.A.C Suizas Concreto Asfalto Emer Moreno Huaman INGENIERO CIVIL C. P. N. 17666	MTL GEOTECNIA S.A.C CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Fuente: MTL GEOTECNIA.

Anexo 25: Resultados resistencia a la tracción a los 28 días.



(511) 457 2237 / 989349903

Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
San Martín de Porres - Lima - Perú

informes@mtlgeotecniasac.com

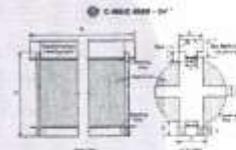
www.mtlgeotecniasac.com



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	FORMATO	Código	MT-P0-121
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE ESPECIMENES DE CONCRETO CILÍNDRICO	Versión	01
	Fecha	26-04-2018	
	Página	1 de 1	
TESES	*Evaluación de las propiedades del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ adicionando cantidad de clastos de arena y caña de azúcar. Mgisterio. Cajamarca 2022		
AUTOR	ERICK JOEL PORTILLA ORTIZ	REALIZADO POR	A. Rodríguez V.
CÓDIGO	---	REVISADO POR	D. De Ríos V.
UBICACIÓN	Lima, Perú	FECHA DE ENSAYO	24/10/2022
Tipo de muestra	C		
Presentación	Diseños: CBCA y CCA en dosidas cónicas		
f_c de diseño	210 kg/cm ²		

RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE CONCRETO ENDURECIDO ASTM C496

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VAGADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIAMETRO (CM)	CARGA (KG)	RESISTENCIA (N/CM ²)
PATRÓN CAÑA - 01	26/09/2022	24/10/2022	28 días	10	8626.2	31 kg/cm ²
PATRÓN CAÑA - 02	26/09/2022	24/10/2022	28 días	10	8157.8	28 kg/cm ²
PATRÓN CAÑA - 03	26/09/2022	24/10/2022	28 días	10	9759.3	31 kg/cm ²
1% CBCA / 4% CCA - 01	26/09/2022	24/10/2022	28 días	10	10044.2	32 kg/cm ²
1% CBCA / 4% CCA - 02	26/09/2022	24/10/2022	28 días	10	9004.1	29 kg/cm ²
1% CBCA / 4% CCA - 03	26/09/2022	24/10/2022	28 días	10	10676.7	34 kg/cm ²
8% CBCA / 4% CCA - 01	26/09/2022	24/10/2022	28 días	10	9554.6	30 kg/cm ²
8% CBCA / 4% CCA - 02	26/09/2022	24/10/2022	28 días	10	9044.9	29 kg/cm ²
8% CBCA / 4% CCA - 03	26/09/2022	24/10/2022	28 días	10	8249.0	26 kg/cm ²
3% CBCA / 10% CCA - 01	26/09/2022	24/10/2022	28 días	10	9126.7	29 kg/cm ²
3% CBCA / 10% CCA - 02	26/09/2022	24/10/2022	28 días	10	7668.9	26 kg/cm ²
3% CBCA / 10% CCA - 03	26/09/2022	24/10/2022	28 días	10	10229.8	33 kg/cm ²



OBSERVACIONES:

- * Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de MTL GEOTECNIA.
- * Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
- * Prohíbe la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Fuente: MTL GEOTECNIA.

Anexo 26: Porcentaje de sílice de las cenizas CCA y CBCA.

 **R&M LAB**
INFORME DE ENSAYO N.: B22-80
Fecha de emisión: 24/10/2022

INFORME DE ENSAYO			
SOLICITANTE	: Erick Joel Portillo Ortiz	PROYECTO	: Evaluación de las propiedades del concreto Fc=210 kg/cm ² adicionando cenizas de cáscaras de arroz y caña de azúcar, Magdalena Cajamarca 2022.
DIRECCIÓN	: ---		
REFERENCIA	: ---	UBICACIÓN	: Magdalena - Cajamarca
FECHA DE RECEPCIÓN	: Lima, 15 de Octubre del 2022	FECHA DE INICIO	: Lima, 16 de Octubre del 2022

MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO TOTAL DE SILICE ASTM C - 25

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

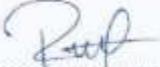
IDENTIFICACIÓN	: Ceniza	PRESENTACIÓN	: Bolsa de polietileno
		CANTIDAD	: 250 g

CONDICIONES AMBIENTALES

TEMPERATURA	: 19,9 °C	H. RELATIVA	: 45,1 °C
TEMPERATURA DE LA MUESTRA	: 18,8 °C		

DENOMINACIÓN DE LA MUESTRA	RESULTADO DE ANALISIS SiO ₂ %
CAÑA DE AZÚCAR	52,25
CÁSCARA DE ARROZ	83,95

OBSERVACIONES
- Muestra tomada e identificada por el cliente.


JOSE LUIS INCA GÓMEZ
INGENIERO QUÍMICO
Reg. CIP N° 219478

R&M LAB - Laboratorio
Calle Arcejope Mz. E Lt. 5 Av. Santa María del valle, San Martín de Porres, Lima - Perú
E-mail: info@rmlabperu.com

Elaborado por: Jose Luis Inca Gomez
Jefe de Laboratorio

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

Fin del Informe

Fuente: R&M LAB.

Anexo 27: Certificado de calibración prensa hidráulica de concreto.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

TC-02915-2022

PROFORMA : 8637AC1 Fecha de emisión : 2022 - 02 - 22 Página : 1 de 2

1. SOLICITANTE : MTL GEOTECNIA S.A.C.
DIRECCIÓN : Cal La Madrid Nro. 264 Asc. Los Olivos Lima-Lima-San Martín De Porres

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : PRENSA HIDRAULICA
Marca : UTEST Capacidad Máxima : 2000 KN
Modelo : UTC-4722FPR División de Escala, d : 0,01 KN
Nº Serie : 141002539 Procedencia : No Indica
Código de Ident. : No Indica Ubicación : LABORATORIO
Indicación : KN

3. FECHA Y LUGAR DE MEDICIÓN.

La calibración se realizó el día 19 de febrero del 2022 en las instalaciones de TEST & CONTROL S.A.C.

4. MÉTODO.

La calibración se efectuó por comparación directa tomando como referencia la norma ASTM E-4 "Estandar Practices for force Verification of Testing machines"

5. TRAZABILIDAD.

Trazabilidad	Patrón de Trabajo	CERTIFICADO DE CALIBRACION
Patrón de Referencia del DM-INACAL	Manómetro Digital 0 bar a 700 bar Clase de Exactitud 0,05	LFP.C-065-2021

6. CONDICIONES AMBIENTALES.

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	21 °C	21,3 °C
HUMEDAD RELATIVA	60,0 %	59,0 %

7. OBSERVACIONES.

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.

La incertidumbre de la medición se determinó con un factor de cobertura $k=2$, para un nivel de confianza de 95%.

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

Verificar la indicación de cero del instrumento antes de cada medición.



Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP-0316

RESULTADOS							
INDICACIÓN DEL EQUIPO BAJO CALIBRACIÓN		INDICACION PROMEDIO DEL PATRON		ERROR		INCERTIDUMBRE	
(%)	KN	(%)	KN	(%)	KN	(%)	KN
0,0	0,0	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00
0,2	3,4	0,0	0,31	0,15	3,09	0,01	0,21
0,4	8,5	0,4	8,19	0,02	0,31	0,01	0,28
0,6	12,4	0,5	9,77	0,13	2,63	0,01	0,45
0,8	15,8	0,6	12,96	0,14	2,84	0,02	0,55
0,8	16,4	0,7	14,82	0,08	1,56	0,03	0,64
1,1	21,6	1,0	19,39	0,11	2,21	0,03	0,60
1,6	32,5	1,5	30,43	0,10	2,07	0,03	0,70
2,1	42,5	2,0	40,01	0,12	2,49	0,03	0,80
20,3	405,0	20,0	400,10	0,24	4,90	0,04	0,80
40,4	808,0	40,0	800,40	0,38	7,60	0,04	1,80
100,5	2010,0	100,0	2000,00	0,50	10,00	0,04	2,80

Valor Convencionalmente Verdadero = Indicación del Equipo a calibrar - error

OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO

Fuente: MTL GEOTECNIA.

Anexo 28: Certificado de calibración balanza electrónica.



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 016



Certificado de Calibración

TC - 06131 - 2022

Profornia : 9970A Fecha de emisión : 2022-04-13

Solicitante : MTL GEOTECNIA S.A.C.
Dirección : Cal. La Madrid Nro. 264 Asc. Los Olivos Lima-Lima-San Martín De Porres

Instrumento de medición : **Balanza**
Tipo : Electrónica
Marca : OHAUS
Modelo : EB30
N° de Serie : 8033233626
Capacidad Máxima : 30 kg
Resolución : 0,001 kg
División de Verificación : 0,001 kg
Clase de Exactitud : II
Capacidad Mínima : 0,05 kg
Procedencia : CHINA
N° de Parte : NO INDICA
Identificación : NO INDICA
Ubicación : Laboratorio
Variación de ΔT Local : 3 °C
Fecha de Calibración : 2022-04-12

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

Lugar de calibración
Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

Método de calibración
La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-011 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y II" Cuarta Edición - Abril 2010. SNM - INDECOPI

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316



Trazabilidad

Trazabilidad	Patrón de trabajo	Certificado de calibración
Patrones de Referencia de KOSSOMET	Juego de Pesas 1 mg a 1 kg Clase de Exactitud F1	PE21A-C-1070 Agosto 2021
Patrones de Referencia de LOJUSTO SAC	Juego de Pesas 1 kg a 5 kg Clase de Exactitud F1	E107-L-209B-2021-1 Agosto 2021
Patrones de Referencia de DM-INACAL	Pesa 10 kg Clase de Exactitud F1	LM-C-222-2021 Agosto 2021
Patrones de Referencia de DM-INACAL	Pesa 20 kg Clase de Exactitud F1	LM-C-223-2021 Agosto 2021

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Inspección visual

Ajuste de Cero	Tiene	Escala	No Tiene
Oscilación Libre	Tiene	Cursor	No Tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de Traba	No Tiene		

Ensayo de repetibilidad

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	22,6 °C	22,9 °C
Humedad Relativa	72 %	72 %

Medición N°	Carga (kg)	I (kg)	ΔI (g)	E (g)	Medición N°	Carga (kg)	I (kg)	ΔI (g)	E (g)
1	15,0000	15,000	0,7	-0,2	1	30,0000	30,001	0,8	0,7
2		15,000	0,7	-0,2	2		30,000	0,7	-0,2
3		15,000	0,7	-0,2	3		30,001	0,8	0,7
4		15,000	0,7	-0,2	4		30,000	0,7	-0,2
5		15,001	0,8	0,9	5		30,001	0,8	0,7
6		15,000	0,7	-0,2	6		30,001	0,8	0,7
7		15,000	0,7	-0,2	7		30,001	0,8	0,7
8		15,000	0,7	-0,2	8		30,001	0,8	0,7
9		15,000	0,7	-0,2	9		30,001	0,7	0,8
10		15,000	0,7	-0,2	10		30,000	0,8	-0,3
Emáx - Emin (g)				1,1	Emáx - Emin (g)				1,1
error máximo permitido (±g)				2,0	error máximo permitido (±g)				3,0



Certificado de Calibración
TC - 06131 - 2022

2	5
1	
3	4

Ensayo de excentricidad

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	22,9 °C	23,0 °C
Humedad Relativa	72 %	72 %

N°	Determinación de Error Eo				Determinación de Error Corregido Ec				e.m.p. (tg)	
	Carga (kg)	I (kg)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga (kg)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)		Ec (g)
1	0,0100	0,010	0,6	-0,1	10,000	10,000	0,7	-0,2	-0,1	2,0
2		0,010	0,6	-0,1		10,000	0,7	-0,2	-0,1	
3		0,010	0,6	-0,1		10,000	0,8	-0,3	-0,2	
4		0,010	0,6	-0,1		10,000	0,7	-0,2	-0,1	
5		0,010	0,6	-0,1		10,000	0,7	-0,2	-0,1	

Ensayo de pesaje

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	23,0 °C	23,2 °C
Humedad Relativa	72 %	72 %

Carga (kg)	Crecientes				Decrecientes				e.m.p. (tg)
	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
0,0100	0,010	0,6	-0,1						
0,0500	0,050	0,6	-0,1	0,0	0,050	0,6	-0,1	0,0	1,0
2,0000	2,000	0,6	-0,1	0,0	2,000	0,7	-0,2	-0,1	1,0
6,0000	6,000	0,7	-0,2	-0,1	6,000	0,7	-0,2	-0,1	2,0
8,0000	8,000	0,7	-0,2	-0,1	8,000	0,7	-0,2	-0,1	2,0
10,0000	10,000	0,7	-0,2	-0,1	10,000	0,7	-0,2	-0,1	2,0
12,0000	12,000	0,7	-0,2	-0,1	12,000	0,7	-0,2	-0,1	2,0
15,0000	15,000	0,8	-0,3	-0,2	15,000	0,8	-0,3	-0,2	2,0
20,0000	19,999	0,8	-1,3	-1,2	19,999	0,8	-1,3	-1,2	2,0
25,0001	25,000	0,8	-0,4	-0,3	25,000	0,8	-0,4	-0,3	3,0
30,0001	30,000	0,8	-0,4	-0,3	30,000	0,8	-0,4	-0,3	3,0

Donde:

I : Indicación de la balanza
R : Lectura de la balanza posterior a la calibración (kg)
ΔL : Carga adicional
E : Error del instrumento
Eo : Error en cero
Ec : Error corregido

Lectura corregida e incertidumbre de la balanza

Lectura Corregida	:	$R_{\text{corregida}} = R + 1,82 \times 10^{-5} \times R$
Incertidumbre Expandida	:	$U_k = 2 \times \sqrt{2,62 \times 10^{-3} \text{ kg}^2 + 1,21 \times 10^{-6} \times R^2}$

Observaciones

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.
La indicación de la balanza fue de 30,001 kg para una carga de valor nominal 30 kg.

Incertidumbre

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k=2 que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

Fin del documento



Anexo 29: Certificado de calibración horno de materiales.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

TC - 12559 - 2022

Proforma : 10877A Fecha de Emisión : 2022-08-10

Solicitante : MTL GEOTECNIA S.A.C.
Dirección : Calle La Madrid Nro. 264 Asc. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima - Lima

Equipo : Horno
Marca : PERUTEST
Modelo : PT-H76
Número de Serie : 458
Identificación : No indica
Procedencia : No indica
Circulación del aire : Ventilación forzada
Ubicación : Laboratorio
Fecha de Calibración : 2022-08-09

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Instrumento de Medición del Equipo :

	Tipo	Alcance	Resolución
Termómetro	Digital	-100 °C a 300 °C	0,1 °C
Selector	Digital	-100 °C a 300 °C	0,1 °C

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Lugar de calibración
Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

Método de calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-018 2da edición, Junio 2009: "Procedimiento para la calibración o caracterización de medios isotermos con aire como medio termostático" publicada por el SNM INDECOPI.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

Condiciones de calibración

	Temperatura	Humedad	Tensión
Inicial	18,8 °C	16 %hr	228 V
Final	67,8 °C	70 %hr	223 V

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



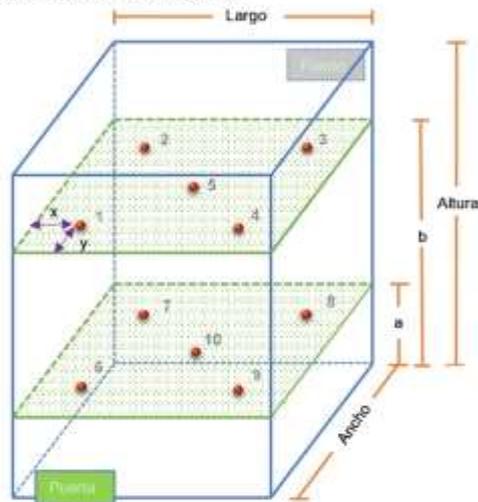
Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316

Certificado : TC - 12559 - 2022

Trazabilidad

Trazabilidad	Patrones de Trabajo	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia del SAT	Indicador digital con termopares tipo K con incertidumbres del orden desde 0,16 °C hasta 0,18 °C.	LT-0649-2021 Octubre 2021

Ubicación de los sensores dentro del medio isoterma



Largo : 44,7 cm
Ancho : 35,0 cm
Altura : 44,7 cm

Plano inferior (a) : 9,1 cm
Plano superior (b) : 40,0 cm

x : 5,0 cm
y : 5,0 cm

Los termopares 5 y 10 se ubicaron en el centro de su respectivos niveles.
El medio isoterma tenía 2 parrillas al momento de iniciar la calibración.

Nomenclatura de abreviaturas

- | | | | |
|--------|---|--------|--|
| t | : Instante de tiempo en minutos. | T.PROM | : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración. |
| I | : Indicación del termómetro del equipo. | Tprom | : Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición para un instante dado. |
| T. MÁX | : Temperatura máxima por sensor | DTT | : Desviación de temperatura en el tiempo. |
| T. MIN | : Temperatura mínima por sensor | | |
| T. max | : Temperatura máxima para un instante dado. | | |
| T. min | : Temperatura mínima para un instante dado. | | |

Certificado : TC - 12559 - 2022

Resultados de medición (1er punto de calibración)

Temperatura de Trabajo	Posición del Controlador/ Selector	Tiempo de Calentamiento Estabilización	Porcentaje de carga	Descripción de la carga
60 °C ± 5 °C	60 °C	110 min	60%	Fuentes metálicas con muestras del cliente

t (min)	l (°C)	Temperaturas en las Posiciones de Medición (°C)										T _{prom} (°C)	T _{max} T _{min} (°C)
		Nivel Superior					Nivel Inferior						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00:00	60,0	61,4	62,7	61,4	60,6	61,9	65,9	68,6	75,5	69,1	73,7	66,1	14,9
00:30	60,0	61,4	62,7	61,4	60,7	61,8	65,8	68,6	75,5	69,1	73,8	66,1	14,9
01:00	60,0	61,6	62,8	61,5	60,6	61,9	65,8	68,6	75,7	69,0	73,9	66,1	15,1
01:30	60,0	61,5	62,8	61,5	60,7	61,9	65,7	68,7	75,3	69,1	73,8	66,1	14,6
02:00	60,0	61,4	62,8	61,5	60,8	61,9	65,9	68,7	75,1	69,2	73,7	66,1	14,3
02:30	60,0	61,4	62,8	61,5	60,8	61,9	66,0	68,2	74,9	69,5	73,6	66,0	14,1
03:00	60,0	61,4	62,7	61,5	60,8	61,8	66,0	68,2	75,1	69,4	73,5	66,0	14,3
03:30	60,0	61,4	62,7	61,5	60,8	61,9	66,1	68,1	74,7	70,0	73,5	66,1	13,9
04:00	60,0	61,4	62,7	61,5	60,8	61,8	66,0	68,1	75,2	69,8	73,4	66,1	14,4
04:30	60,0	61,4	62,7	61,4	60,7	61,8	65,9	68,2	75,4	69,5	73,4	66,0	14,7
05:00	60,0	61,3	62,7	61,4	60,6	61,8	65,9	68,2	75,3	69,4	73,4	66,0	14,8
05:30	59,9	61,4	62,7	61,4	60,6	61,8	65,8	68,7	75,5	69,2	73,5	66,1	14,9
06:00	59,9	61,4	62,7	61,5	60,8	61,8	65,6	68,7	75,9	69,1	73,5	66,1	15,3
06:30	59,9	61,3	62,7	61,4	60,7	61,8	65,7	68,7	75,7	69,2	73,4	66,1	15,0
07:00	60,0	61,4	62,7	61,4	60,7	61,9	66,1	68,1	75,1	69,9	73,5	66,1	14,4
07:30	60,0	61,5	62,8	61,5	60,8	62,0	66,1	68,3	75,2	69,8	73,9	66,2	14,4
08:00	60,0	61,4	62,7	61,5	60,6	61,9	66,0	68,3	75,3	69,6	73,8	66,1	14,7
08:30	60,0	61,4	62,8	61,5	60,8	61,9	66,3	68,0	74,5	70,5	73,5	66,1	13,8
09:00	60,0	61,5	62,9	61,6	60,7	62,0	66,6	68,1	73,9	70,6	73,6	66,2	13,1
09:30	60,0	61,5	63,0	61,6	60,8	62,1	67,0	67,8	73,3	71,4	73,3	66,2	12,6
10:00	60,0	61,5	62,9	61,5	60,7	62,0	67,0	67,8	73,1	71,4	73,1	66,1	12,5
10:30	60,0	61,5	62,9	61,6	60,9	62,1	67,0	67,8	73,3	71,2	73,4	66,2	12,5
11:00	60,0	61,5	62,8	61,5	60,7	62,1	66,9	68,1	73,7	71,1	73,6	66,2	12,9
11:30	60,0	61,5	62,9	61,6	60,8	62,1	66,8	68,3	74,7	70,8	73,6	66,3	13,9
12:00	60,0	61,6	62,9	61,7	60,7	62,1	66,5	68,5	75,1	70,4	73,8	66,3	14,4
12:30	60,0	61,6	62,9	61,7	60,8	62,2	66,6	68,4	74,1	70,6	74,0	66,3	13,3
13:00	60,0	61,6	62,9	61,7	60,8	62,2	67,1	68,1	73,7	71,1	73,6	66,3	12,9
13:30	60,0	61,7	63,0	61,7	60,8	62,2	67,4	68,0	73,1	71,3	73,3	66,2	12,5
14:00	60,0	61,7	63,0	61,7	60,8	62,1	67,4	68,0	73,0	71,5	73,4	66,3	12,6
14:30	60,0	61,6	63,0	61,7	60,8	62,1	67,3	68,0	73,0	71,4	73,3	66,2	12,5
15:00	60,0	61,6	63,0	61,6	60,8	62,1	67,1	68,1	73,3	71,4	73,5	66,3	12,7

Fuente: MTL GEOTECNIA.

t (min)	l (°C)	Temperaturas en las Posiciones de Medición (°C)										T _{prom} (°C)	T _{máx} T _{mín} (°C)
		Nivel Superior					Nivel Inferior						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
15:30	60,0	61,6	62,8	61,6	60,8	62,1	66,9	68,4	73,9	71,0	73,8	66,3	13,1
16:00	60,0	61,5	62,9	61,6	60,8	62,1	66,8	68,4	73,8	70,8	73,9	66,3	13,1
16:30	60,0	61,5	62,8	61,5	60,8	62,0	66,6	68,4	74,0	70,4	73,9	66,2	13,2
17:00	60,0	61,5	62,8	61,5	60,7	62,0	66,5	68,5	74,6	70,3	73,9	66,2	13,9
17:30	60,0	61,5	62,8	61,5	60,7	62,0	66,3	68,5	75,0	70,0	73,9	66,2	14,2
18:00	60,0	61,5	62,8	61,5	60,7	62,0	66,4	68,4	74,4	70,1	74,2	66,2	13,7
18:30	60,0	61,5	62,8	61,5	60,7	62,0	66,3	68,6	74,9	69,8	74,0	66,2	14,2
19:00	60,0	61,5	62,8	61,5	60,7	62,0	66,0	68,9	75,3	69,5	73,8	66,2	14,6
19:30	60,0	61,6	62,8	61,5	60,6	62,0	66,0	68,8	75,5	69,2	73,9	66,2	14,8
20:00	60,0	61,5	62,8	61,5	60,6	61,9	65,8	68,9	75,5	69,2	74,0	66,2	14,8
20:30	60,0	61,5	62,8	61,5	60,6	62,0	65,7	68,8	75,5	69,2	73,9	66,2	14,9
21:00	60,0	61,5	62,8	61,5	60,6	62,0	65,8	68,7	75,1	69,2	73,9	66,1	14,4
21:30	60,0	61,6	62,8	61,6	60,7	62,0	66,0	68,8	75,2	69,3	74,0	66,2	14,5
22:00	60,0	61,5	62,8	61,6	60,7	61,9	66,0	68,8	75,0	69,3	73,9	66,1	14,3
22:30	60,0	61,5	62,7	61,5	60,7	61,9	65,8	68,7	75,2	69,2	73,7	66,1	14,5
23:00	60,0	61,4	62,7	61,5	60,8	61,9	65,7	68,7	75,3	69,2	73,7	66,1	14,5
23:30	60,0	61,4	62,6	61,5	60,8	61,9	65,8	68,6	75,1	69,2	73,7	66,1	14,3
24:00	60,0	61,3	62,7	61,4	60,8	61,9	66,0	68,1	74,0	69,8	73,8	66,0	13,2
24:30	60,0	61,3	62,6	61,4	60,8	61,8	66,1	68,0	73,8	69,7	73,8	65,9	13,0
25:00	59,9	61,3	62,6	61,4	60,8	61,8	66,0	68,1	74,7	69,6	73,6	66,0	13,9
25:30	59,9	61,4	62,7	61,5	60,8	61,9	65,9	68,2	74,7	69,5	73,7	66,0	14,0
26:00	59,9	61,4	62,7	61,5	60,8	61,9	66,0	68,3	74,9	69,5	73,8	66,1	14,0
26:30	59,9	61,4	62,8	61,5	60,8	61,9	66,0	68,7	75,3	69,3	73,7	66,1	14,5
27:00	59,9	61,4	62,8	61,5	60,8	61,9	66,0	68,6	75,1	69,1	73,7	66,1	14,4
27:30	60,0	61,5	62,8	61,5	60,8	62,0	66,0	68,6	75,2	69,1	73,8	66,1	14,4
28:00	60,0	61,5	62,8	61,6	60,8	62,1	66,0	68,6	75,4	69,0	73,8	66,2	14,6
28:30	60,0	61,5	62,8	61,5	60,8	62,0	66,1	68,5	74,9	69,0	73,7	66,1	14,1
29:00	60,0	61,6	62,9	61,6	60,9	62,1	66,1	68,6	75,0	69,0	73,8	66,2	14,1
29:30	60,0	61,6	62,8	61,6	60,9	62,1	66,0	68,7	75,5	69,2	73,8	66,2	14,6
30:00	60,0	61,6	62,8	61,6	60,9	62,1	66,1	68,7	75,5	69,2	73,9	66,3	14,6

Fuente: MTL GEOTECNIA.

t (min)	l (°C)	Temperaturas en las Posiciones de Medición (°C)										T _{prom} (°C)	T _{máx} (°C)
		Nivel Superior					Nivel Inferior						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
30:30	60,0	61,6	62,9	61,6	60,9	62,1	66,1	68,6	75,2	69,3	73,7	66,2	14,3
31:00	60,0	61,6	62,9	61,6	60,9	62,1	66,5	68,0	74,5	69,6	73,6	66,1	13,6
31:30	60,0	61,5	62,8	61,6	60,8	62,1	66,2	67,9	74,5	69,6	73,5	66,0	13,7
32:00	60,0	61,5	62,8	61,6	60,9	62,0	66,1	68,0	74,7	69,5	73,3	66,0	13,9
32:30	60,0	61,5	62,8	61,6	60,9	62,0	66,1	68,0	75,1	69,3	73,5	66,1	14,2
33:00	60,0	61,5	62,8	61,6	60,9	62,0	66,2	67,9	74,9	69,2	73,4	66,0	14,0
33:30	60,0	61,5	62,8	61,6	60,8	62,0	66,4	67,8	73,7	69,3	73,6	65,9	12,9
34:00	60,0	61,4	62,7	61,5	60,7	61,9	66,2	67,6	73,6	69,2	73,4	65,8	12,9
34:30	60,0	61,4	62,7	61,5	60,8	62,0	66,7	67,5	73,2	70,1	73,2	65,9	12,5
35:00	60,0	61,4	62,7	61,5	60,6	61,9	66,4	67,6	73,4	69,8	73,2	65,9	12,8
35:30	60,0	61,4	62,8	61,5	60,7	61,9	66,3	67,6	73,9	69,5	73,1	65,9	13,3
36:00	60,0	61,4	62,7	61,5	60,7	61,9	66,5	67,5	73,4	69,6	73,2	65,8	12,7
36:30	59,9	61,3	62,8	61,5	60,7	61,9	66,4	67,7	74,3	69,2	73,1	65,9	13,6
37:00	59,9	61,5	62,8	61,6	60,7	62,0	66,3	67,9	74,7	69,2	73,4	66,0	13,9
37:30	59,9	61,5	62,8	61,6	60,7	62,0	66,1	68,4	75,3	69,0	73,3	66,1	14,6
38:00	59,9	61,5	62,8	61,6	60,8	62,0	65,9	68,4	75,4	68,9	73,3	66,1	14,6
38:30	60,0	61,5	62,8	61,6	60,8	62,0	65,9	68,4	75,0	69,0	73,3	66,0	14,2
39:00	60,0	61,5	62,8	61,6	60,8	62,0	65,9	68,3	75,0	69,1	73,3	66,0	14,2
39:30	60,0	61,5	62,8	61,5	60,8	62,0	66,3	67,6	73,8	70,2	72,6	65,9	13,0
40:00	60,0	61,5	62,8	61,5	60,7	62,0	66,5	67,6	72,9	70,3	72,7	65,9	12,2
40:30	60,0	61,5	62,8	61,5	60,7	61,9	66,2	67,8	74,2	70,4	72,8	66,0	13,5
41:00	60,0	61,4	62,8	61,5	60,7	61,9	66,4	67,6	73,5	70,7	72,7	65,9	12,8
41:30	60,0	61,4	62,8	61,5	60,7	62,0	66,8	67,3	73,1	70,7	71,9	65,8	12,4
42:00	60,0	61,4	62,7	61,5	60,7	61,9	66,7	67,3	73,2	70,6	72,1	65,8	12,5
42:30	60,0	61,4	62,7	61,4	60,7	61,9	66,6	67,4	73,3	70,6	72,4	65,8	12,6
43:00	60,0	61,3	62,6	61,4	60,7	61,9	66,3	67,6	74,1	70,6	72,4	65,9	13,4
43:30	60,0	61,5	62,7	61,4	60,8	61,9	66,2	67,9	74,9	70,1	72,7	66,0	14,1
44:00	59,9	61,4	62,8	61,5	60,8	62,0	66,2	67,9	74,7	70,0	73,0	66,0	13,9
44:30	59,9	61,5	62,8	61,6	60,8	62,0	66,6	67,7	73,4	70,0	73,3	66,0	12,5
45:00	59,9	61,5	63,0	61,5	60,9	62,0	66,7	67,5	73,5	70,4	73,3	66,1	12,6

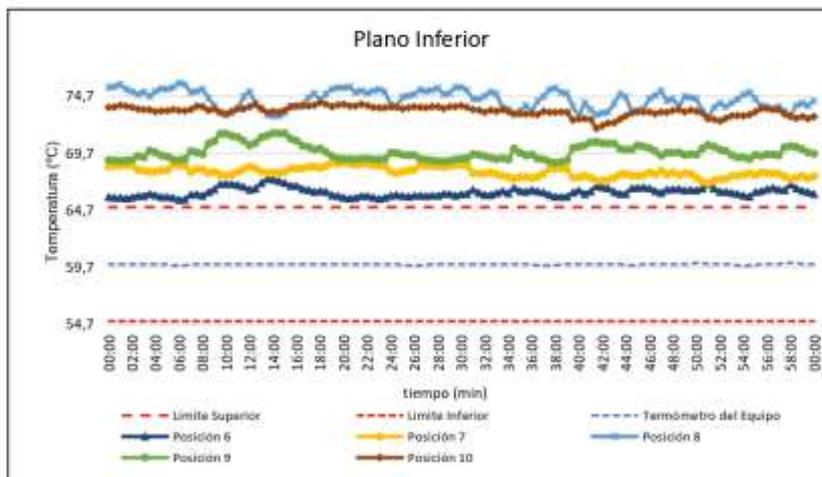
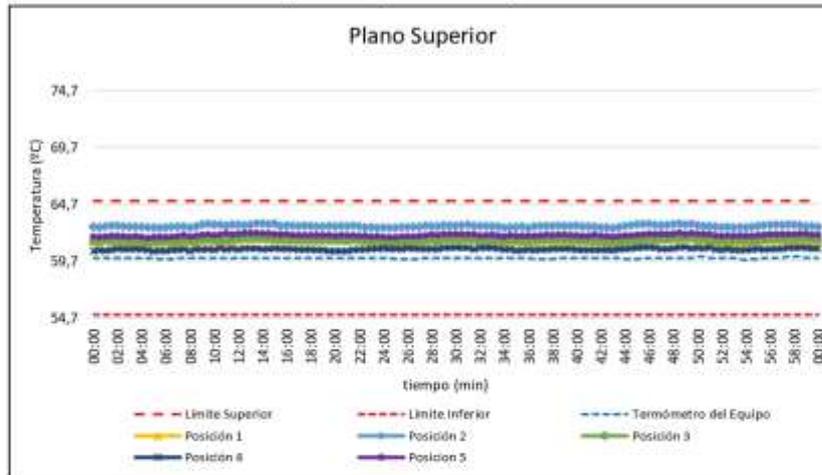
t (min)	l (°C)	Temperaturas en las Posiciones de Medición (°C)										T _{prom} (°C)	T _{máx} T _{mín} (°C)
		Nivel Superior					Nivel Inferior						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
45:30	60,0	61,5	63,0	61,6	60,9	62,1	66,7	67,8	73,6	70,3	73,3	66,1	12,7
46:00	60,0	61,6	63,0	61,7	60,9	62,1	66,7	68,0	74,5	70,2	73,3	66,2	13,6
46:30	60,0	61,5	62,9	61,6	60,9	62,1	66,4	67,9	74,7	69,9	73,2	66,1	13,9
47:00	60,0	61,7	62,9	61,6	60,8	62,1	66,3	68,2	75,2	69,5	73,3	66,2	14,4
47:30	60,0	61,6	62,9	61,7	60,8	62,1	66,5	67,9	74,3	69,8	73,3	66,1	13,5
48:00	60,0	61,6	63,0	61,7	60,8	62,1	66,6	68,0	74,5	69,8	73,5	66,2	13,7
48:30	60,0	61,6	63,0	61,7	60,9	62,2	66,6	67,8	73,8	69,8	73,5	66,1	12,9
49:00	60,0	61,7	62,9	61,8	61,0	62,1	66,5	68,0	74,7	69,6	73,3	66,1	13,7
49:30	60,0	61,7	63,0	61,8	60,8	62,2	66,5	68,0	74,6	69,6	73,5	66,2	13,8
50:00	60,1	61,5	62,9	61,7	60,9	62,1	66,5	67,6	74,5	69,6	73,4	66,1	13,6
50:30	60,1	61,5	62,8	61,7	60,8	62,1	66,6	67,2	73,4	70,1	73,3	66,0	12,6
51:00	60,0	61,5	62,8	61,6	60,9	62,1	66,9	67,1	72,9	70,4	72,7	65,9	11,9
51:30	60,0	61,5	62,8	61,5	60,8	62,0	66,6	67,4	73,7	70,3	72,7	65,9	13,0
52:00	60,0	61,4	62,7	61,5	60,7	61,9	66,3	67,4	74,1	70,1	72,5	65,9	13,4
52:30	60,0	61,3	62,8	61,5	60,8	62,0	66,3	67,5	73,8	69,9	72,8	65,9	13,0
53:00	60,0	61,4	62,7	61,5	60,7	61,9	66,2	67,7	74,1	69,5	73,0	65,9	13,4
53:30	59,9	61,4	62,7	61,5	60,7	62,0	66,1	67,8	74,4	69,4	73,0	65,9	13,8
54:00	59,8	61,3	62,7	61,5	60,7	61,9	66,0	67,8	74,8	69,4	73,0	65,9	14,1
54:30	59,9	61,4	62,8	61,5	60,7	61,9	65,9	68,0	75,1	69,2	73,1	66,0	14,3
55:00	59,9	61,4	62,8	61,5	60,8	62,0	66,3	67,8	74,5	69,6	73,3	66,0	13,7
55:30	60,0	61,5	62,9	61,6	60,7	62,0	66,4	68,0	73,9	69,5	73,7	66,0	13,1
56:00	60,0	61,5	62,9	61,6	60,8	62,1	66,6	68,0	73,8	69,6	73,6	66,1	13,1
56:30	60,0	61,6	62,9	61,7	60,8	62,1	66,7	67,9	73,6	69,6	73,5	66,0	12,8
57:00	60,0	61,5	62,9	61,6	60,8	62,1	66,5	68,0	73,8	69,5	73,6	66,0	13,0
57:30	60,1	61,5	62,9	61,6	60,9	62,1	66,5	67,7	73,4	70,2	73,2	66,0	12,5
58:00	60,1	61,5	62,9	61,6	60,9	62,1	67,0	67,4	73,0	70,4	72,9	66,0	12,1
58:30	60,1	61,6	62,9	61,7	60,9	62,1	66,6	67,6	73,9	70,3	72,8	66,0	13,0
59:00	60,0	61,5	62,8	61,7	60,9	62,1	66,4	67,7	74,1	70,1	72,9	66,0	13,2
59:30	60,0	61,4	62,8	61,6	60,8	62,0	66,3	67,5	73,9	69,8	72,8	65,9	13,1
00:00	60,0	61,5	62,7	61,6	60,8	62,0	66,1	67,7	74,3	69,7	72,9	65,9	13,5
T.PROM	60,0	61,5	62,8	61,6	60,8	62,0	66,3	68,1	74,4	69,8	73,4	66,1	
T.MAX	60,1	61,7	63,0	61,8	61,0	62,2	67,4	68,9	75,9	71,5	74,2		
T.MIN	59,8	61,3	62,6	61,4	60,6	61,8	65,6	67,1	72,9	68,9	71,9		
DTT	0,3	0,4	0,4	0,3	0,4	0,5	1,8	1,9	3,0	2,6	2,3		

Resumen de resultados

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Temperatura Máxima Medida	75,9	0,3
Temperatura Mínima Medida	60,6	0,3
Desviación de Temperatura en el Espacio	13,7	0,3
Desviación de Temperatura en el Tiempo	3,0	0,1
Estabilidad Medida (±)	1,5	0,05
Uniformidad Medida	15,3	0,3

Certificado : TC - 12559 - 2022

Gráfica de para la temperatura de trabajo de $60\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$



[*] Declaración de los límites especificados de temperatura.
Durante la calibración y bajo las condiciones en que esta ha sido hecha, el medio isoterma:
- No cumple con los límites especificados de temperatura.

Fuente: MTL GEOTECNIA.

Certificado : TC - 12559 - 2022

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperaturas 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.

La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del equipo es 0,03 °C.
La estabilidad es considerada igual a la mitad de la máxima DTT.

Fotografía del medio isoterma:



Observaciones

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

Incertidumbre

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%

Fin del Documento

Fuente: MTL GEOTECNIA.

Anexo 30: Panel fotográfico.

Selección cascara de arroz y caña de azúcar.



Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.

Obtención de las cenizas de cáscara de arroz

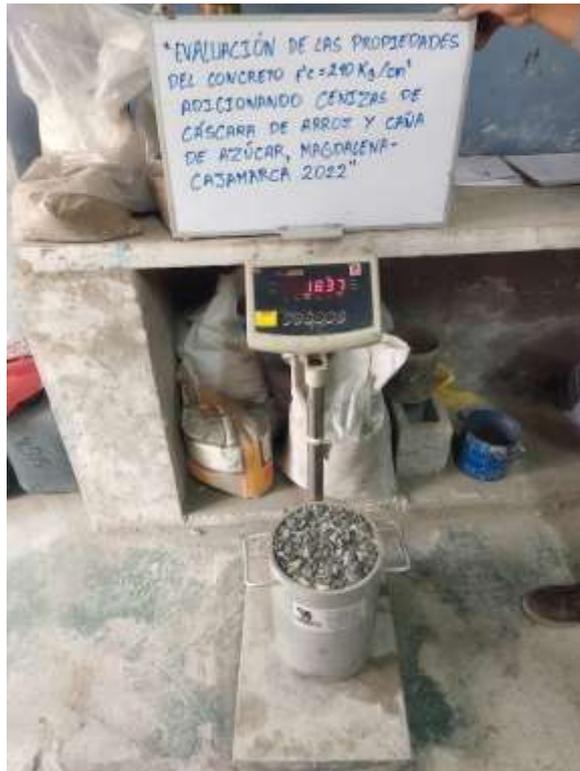


Fuente: Elaboración propia.

Peso unitario agregado fino y grueso



Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.

Pesaje de los materiales para la mezcla de concreto



Fuente: Elaboración propia.

Elaboración de la mezcla de concreto



Fuente: Elaboración propia.

Asentamiento del concreto patrón



Fuente: Elaboración propia.

Peso unitario del concreto fresco



Fuente: Elaboración propia.

Elaboración de las probetas de concreto



Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.

Adición de CCA y CBCA a la mezcla de concreto



Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.

Probetas sometidas a compresión



Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.

Vigas sometidas a flexión



Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.

Probetas sometidas a tracción



Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, VILLEGAS MARTINEZ CARLOS ALBERTO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO $F'_{C}=210$ KG/CM² ADICIONANDO CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ Y CAÑA DE AZUCAR, MAGDALENA CAJAMARCA 2022", cuyo autor es PORTILLA ORTIZ ERICK JOEL, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 26.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 12 de Diciembre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
VILLEGAS MARTINEZ CARLOS ALBERTO DNI: 08584295 ORCID: 0000-0002-4926-8556	Firmado electrónicamente por: CVILLEGASM el 12- 12-2022 13:42:53

Código documento Trilce: TRI - 0484323