

FACULTAD DE INGENIERÍA



Carrera de Ingeniería Civil

INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE
CASCARILLA DE ARROZ EN LAS PROPIEDADES
MECÁNICAS DE UN CONCRETO HIDRÁULICO
PARA UN PAVIMENTO RÍGIDO, TRUJILLO 2020

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERO CIVIL

Autores:

Davila Tantalean, Jhorson Salvador

Tirado Teatino, Jan Marco

Asesor:

Ing. Alberto Rubén Vásquez Díaz

Trujillo - Perú

2020

DEDICATORIA

JHORSON DAVILA

A mis padres Salvador y Pilar, por su inmenso amor, trabajo y sacrificio durante todos estos años, por brindarme la mejor educación con valores y por enseñarme que el que persevera triunfa.

A mis hermanos Xamir y Eduardo, por brindarme su apoyo incondicional y por ser un ejemplo para mí.

A mi novia Tatiana por brindarme su cariño y comprensión, por ayudarme a ser mejor persona cada día.

JAN TIRADO

A mi padre Rodolfo y mi madre Rosario: Por darme la vida, quererme mucho, creer en mí, por hacer de mí una persona de bien y por apoyarme siempre. Gracias mamá, gracias papá por todo el esfuerzo que hicieron para darme una carrera para mi futuro, todo esto se los debo a ustedes.

De igual forma les dedico a todos mis familiares y amigos.

AGRADECIMIENTO

A Dios por darnos la sabiduría y llevarnos por el camino del bien, para así poder lograr nuestros objetivos y metas.

A nuestros padres que nos apoyaron en todo momento para que este proyecto se lleve a cabo.

A nuestro asesor de tesis Ing. Alberto Rubén Vásquez Díaz, por las enseñanzas y experiencias transmitidas.

A la universidad Privada del Norte y todos los docentes por brindarnos una excelente formación académica, ética y moral que nos acompañará a lo largo de nuestra vida profesional.

TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	9
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	11
RESUMEN.....	11
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	¡Error! Marcador no definido.
1.1. Realidad problemática.....	¡Error! Marcador no definido.
1.2. Formulación del problema.....	¡Error! Marcador no definido.
1.3. Objetivos	¡Error! Marcador no definido.
1.3.1. Objetivo general.....	¡Error! Marcador no definido.
1.3.2. Objetivos específicos	¡Error! Marcador no definido.
1.4. Hipótesis	¡Error! Marcador no definido.
1.4.1. Hipótesis general.....	¡Error! Marcador no definido.
1.4.2. Hipótesis específica	¡Error! Marcador no definido.
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	¡Error! Marcador no definido.
2.1. Tipos de investigación	¡Error! Marcador no definido.
2.1.1. Según el Propósito.....	¡Error! Marcador no definido.
2.1.2. Según el Diseño.....	¡Error! Marcador no definido.
2.1.3. Según el Nivel.....	¡Error! Marcador no definido.
2.2. Variables	¡Error! Marcador no definido.
2.2.1. Definición de Variables.....	¡Error! Marcador no definido.
2.2.2. Operacionalización de Variables	¡Error! Marcador no definido.
2.3. Diseño de investigación	¡Error! Marcador no definido.
2.3.1. Unidad de Estudio.....	¡Error! Marcador no definido.
2.3.2. Muestreo.....	¡Error! Marcador no definido.
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos.....	¡Error! Marcador no definido.
2.4.1. Técnicas de recolección de datos.....	¡Error! Marcador no definido.
2.4.2. Instrumento de recolección	¡Error! Marcador no definido.
2.4.3. Técnica de análisis de datos	¡Error! Marcador no definido.
2.5. Procedimiento.....	¡Error! Marcador no definido.
2.5.1. Características del Concreto.	¡Error! Marcador no definido.
2.6. Aspectos Éticos.	¡Error! Marcador no definido.
CAPÍTULO III. RESULTADOS	¡Error! Marcador no definido.

3.1.	Ceniza de Cascarilla de Arroz (CCA).....	¡Error! Marcador no definido.
3.2.	Análisis Granulométrico del agregado fino (ASTM C136).....	¡Error! Marcador no definido.
3.3.	Análisis Granulométrico del agregado grueso (ASTM C136).....	¡Error! Marcador no definido.
3.4.	Peso específico y Porcentaje de Absorción del agregado fino (ASTM C128).	¡Error! Marcador no definido.
3.5.	Peso específico y Porcentaje de Absorción del agregado grueso (ASTM C127).	¡Error! Marcador no definido.
3.6.	Peso unitario suelto y compactado del agregado fino y grueso (ASTM C 29).	¡Error! Marcador no definido.
3.7.	Contenido de humedad del agregado fino y grueso (ASTM C 566).	¡Error! Marcador no definido.
3.8.	Diseño de Mezcla:	¡Error! Marcador no definido.
3.9.	Resistencia a la Compresión:.....	¡Error! Marcador no definido.
3.10.	Profundidad de penetración de agua bajo presión (Norma UNE-EN 12390-8:2009):	¡Error! Marcador no definido.
3.11.	Velocidad de succión capilar	¡Error! Marcador no definido.
3.12.	Comparación de costos de la probeta patrón (0% CCA) y la probeta con (15% CCA).....	¡Error! Marcador no definido.
3.13.	Análisis Estadístico.....	¡Error! Marcador no definido.
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES		¡Error! Marcador no definido.
4.1.	Discusión.....	¡Error! Marcador no definido.
4.2.	Conclusiones.	¡Error! Marcador no definido.
REFERENCIAS.....		14
CAPÍTULO V. ANEXOS.....		¡Error! Marcador no definido.

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Hipótesis General	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 2: Hipótesis Específica 01	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 3: Hipótesis Específica 02	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 4: Hipótesis Específica 03	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 5: Clasificación de Variables	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 6: Operacionalización de Variables.	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 7: Cuadro estadístico de resistencia a la compresión.	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 8: Cuadro Estadístico.	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 9: Población Muestral.	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 10: Granulometría de Agregado Fino.	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 11: Granulometría de Agregado Grueso.	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 12: Peso específico y porcentaje de Absorción de agregado fino.	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 13: Peso específico y porcentaje de Absorción del agregado grueso.	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 14: Composición Química de la CCA.	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 15: Peso Específico de (CCA).	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 16: Peso Unitario suelto de agregados.	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 17: Peso Unitario Compactado de agregados.	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 18: Contenido de Humedad de los agregados.	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 19: Propiedades físicas de insumos para el concreto.	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 20: Dosificación para elaboración de concreto.	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 21: Resistencia a la compresión patrón.	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 22: Resultado peso específico (CCA).	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 23: Resultados de análisis granulométrico de agregado fino 01.	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 24: Resultados de análisis granulométrico de agregado fino 02.	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 25: Resultados de análisis granulométrico de agregado fino 03.	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 26: Resultados de análisis granulométrico de agregado grueso 01.	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 27: Resultados de análisis granulométrico de agregado grueso 02.	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 28: Resultados de análisis granulométrico de agregado grueso 03.	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 29: Resultados de peso específico y porcentaje de absorción de agregado fino.	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 30: Resultados de peso específico y porcentaje de absorción de agregado grueso.	¡Error! Marcador no definido.

Tabla 31: Resultado de peso unitario suelto de agregado fino.	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 32: Resultado de peso unitario compactado de agregado fino.	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 33: Resultado de peso unitario suelto del agregado grueso.	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 34: Resultado de peso unitario compactado del agregado grueso.	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 35: Resultados de contenido de humedad del agregado fino.	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 36: Resultados de contenido de humedad del agregado grueso.	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 37: Resultados de las propiedades de los insumos para el concreto	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 38: resultados de la dosificación en kilogramos para el concreto.	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 39: Resistencia a la Compresión Patrón	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 40: Resistencia a la Compresión al 5% CCA	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 41: Resistencia a la Compresión al 10% CCA	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 42: Resistencia a la compresión 15% CCA.	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 43: Resistencia a la Compresión promedio a 14 días	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 44: Resistencia a la Compresión a los 28 días.	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 45: Resistencia a la Compresión a los 56 días	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 46: Resultados de ensayo de profundidad de penetración por agua bajo presión.	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 47: Profundidad máxima y media de penetración según clase de exposición ambiental.	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 48: Capacidad de succión capilar probetas "A".	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 49: Resumen de velocidad y succión capilar de las probetas "A".	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 50: Capacidad de succión capilar probetas "B".	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 51: Resumen de velocidad y capacidad de succión capilar de las probetas "B".	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 52: Capacidad de succión capilar probetas "C".	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 53: Resumen de velocidad y capacidad de succión capilar de las probetas "C".	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 54: Capacidad de succión capilar probetas "D".	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 55: Resumen de velocidad y capacidad de succión capilar de las probetas "D".	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 56: Promedio de velocidad y capacidad de succión capilar	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 57: Costos de material cementante sin CCA	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 58: Costo de material cementante con el 15% de CCA	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 59: Costo de material cementante con 15% de CCA	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 60: Prueba de Normalidad para 14 días	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 61: Prueba de Normalidad para 28 días	¡Error! Marcador no definido.

Tabla 62: Prueba de Normalidad para 56 días	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 63: Prueba de Homogeneidad de la Varianza para 14 días	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 64: Prueba de Homogeneidad de la Varianza para 28 días	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 65: Prueba de Homogeneidad de la Varianza para 56 días	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 66: Análisis de Varianza a 14 días	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 67: Análisis de Varianza a 28 días	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 68: Análisis de Varianza a 56 días	¡Error! Marcador no definido.

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Muestra de las diferentes secciones transversales: a) Circular, b) Cuadrada, c) Rectangular	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 2: Posicionamiento en las bandejas de las probetas ensayadas	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 3: Análisis Químico de la Ceniza de Cascarilla de Arroz	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 4: Agregados grueso y fino.	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 5: Ceniza de cascarilla de arroz.	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 6: Análisis granulométrico de los materiales.	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 7: Peso unitario suelto y compactado del agregado fino.	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 8: Peso específico y Porcentaje de Absorción del agregado grueso, fino y CCA. ¡Error! Marcador no definido.	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 9: Preparación de mezcla	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 10: Ensayo slump	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 11: Llenado y vibrado de las probetas cilíndricas y cubicas.	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 12: Ensayo velocidad de succión capilar.	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 13: Cortado de probetas cilíndricas para ensayo de profundidad de penetración. ¡Error! Marcador no definido.	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 14: Ensayo de penetración por agua	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 15: Ensayo de resistencia a la compresión	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 16: Ensayo de resistencia a la compresión	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 17: Ensayo de resistencia a la compresión	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 18: Ensayo de resistencia a la compresión	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 19: Ensayo de resistencia a la compresión	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 20: Ensayo de resistencia a la compresión	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 21: Ensayo de resistencia a la compresión	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 22: Ensayo de resistencia a la compresión	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 23: Análisis Granulométrico Agregado Fino de la muestra 01	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 24: Análisis Granulométrico Agregado Fino de la muestra 02	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 25: Análisis Granulométrico Agregado Fino de la muestra 03	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 26: Análisis Granulométrico de Agregado Grueso de Muestra 01	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 27: Análisis Granulométrico de Agregado Grueso de Muestra 02	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 28: Análisis Granulométrico de Agregado Grueso de Muestra 03	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 29: Peso Específico y Porcentaje de Absorción Agregado Fino	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 30: Peso Específico y Porcentaje de Absorción Agregado Grueso	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 31: Peso Unitario Suelto y Compactado de Agregado Grueso	¡Error! Marcador no definido.

Ilustración 32: Peso Unitario Suelto y Compactado de Agregado Fino	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 33: Contenido de Humedad de Agregado Fino y Grueso	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 34: Peso Específico de la Ceniza de Cascarilla Arroz	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 35: Lecturas del Compresómetro Patrón	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 36: Grafico Resistencia la Compresión Patrón	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 37: Lecturas del Compresómetro 5%	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 38: Grafico Resistencia la Compresión 5% CCA	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 39: Lecturas del Compresómetro 10 % CCA	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 40: Grafico Resistencia la Compresión 10% CCA	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 41: Lecturas del Compresómetro 15 % CCA	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 42: Grafico Resistencia la Compresión 15% CCA	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 43: Resistencia a la compresión Promedio	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 44: Grafica de resistencia a la compresión promedio	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 45: Capacidad de Succión Capilar A	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 46: Capacidad de Succión Capilar B	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 47: Capacidad de Succión Capilar C	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 48: Capacidad de Succión Capilar D	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 49: Velocidad de Succión Capilar	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 50: Promedio de Capacidad y Velocidad de Sección Capilar	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 51: Ensayo de Succión Capilar	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 52: Ensayo de Profundidad de Penetración	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 53: Grafico de Profundidad de Penetración	¡Error! Marcador no definido.

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Muestreo	¡Error! Marcador no definido.
Ecuación 2: Módulo de finura	¡Error! Marcador no definido.
Ecuación 3: Peso específico agregado fino	¡Error! Marcador no definido.
Ecuación 4: Porcentaje de absorción agregado fino	¡Error! Marcador no definido.
Ecuación 5: Peso específico agregado grueso	¡Error! Marcador no definido.
Ecuación 6: Porcentaje de absorción del agredado grueso	¡Error! Marcador no definido.
Ecuación 7: Peso específico de CCA	¡Error! Marcador no definido.
Ecuación 8: Peso unitario suelto	¡Error! Marcador no definido.
Ecuación 9: Peso unitario compactado	¡Error! Marcador no definido.
Ecuación 10: Contenido de humedad	¡Error! Marcador no definido.
Ecuación 11: Incremento de masa por unidad de área de sección	¡Error! Marcador no definido.

RESUMEN

El presente proyecto de investigación que se realizó en la Universidad Privada del Norte de Trujillo, sede San Isidro, tuvo como finalidad estudiar la influencia de la adición de Ceniza de Cascarilla de Arroz (CCA) en las propiedades mecánicas del concreto, con el fin de obtener resultados positivos que ayuden a comprender la influencia de dicha puzolana artificial en el concreto y así lograr la optimización de costos.

Para realizar dicha investigación se emplearon diferentes porcentajes de CCA (5%, 10% y 15%) añadidos al concreto, los cuales fueron estudiados bajo una serie de ensayos estandarizados y normados, entre ellos están el ensayo de resistencia a la compresión (NTP 339.034), velocidad de succión capilar (IRAM 1871) y Profundidad de penetración de agua bajo presión (Norma UNE-EN 12390-8:2009).

Los resultados finales del presente proyecto fueron que la utilización de la ceniza de cascarilla de arroz (CCA) mejora la resistencia a la Compresión del diseño al 15% (CCA) a la edad de 56 días en 320.11 kg/cm² respecto al diseño patrón, además se encontró que la velocidad de succión capilar del diseño al 5%, 10% y 15% de CCA fue de 1.18 [g/(m².s^{1/2})], 1.05 [g/(m².s^{1/2})] y 0.96 [g/(m².s^{1/2})] respectivamente. También se encontró que los diseños de 5%, 10%, 15% de CCA no cumple con la profundidad media y profundidad máxima especificada en la norma EHE-08.

Palabras clave: Puzolana, Artificial, Ceniza de cascarilla de arroz, CCA, propiedades mecánicas, concreto, NTP, resistencia a la compresión, succión capilar, profundidad de penetración.

NOTA DE ACCESO

No se puede acceder al texto completo pues contiene datos confidenciales

REFERENCIAS

- Acosta, L. (2014). *Análisis comparativo de resistencia a compresión de bloques huecos de concreto con la adición de fibra de polopropileno*. Tesis, Caracas-Venezuela.
- Beltrán, K., & Ccama, F. (2017). Analisis corporativo de concreto adicionados con puzolanas artificiales de ceniza de cascarilla de arroz (CCA), FLY ASH y puzolana natural. Arequipa, Peru.
- Bustamante Romero, I. G. (2017). *Estudio de la correlación entre la relación agua/cemento y la permeabilidad al agua de concretos usuales en el Perú*. Lima.
- Caballero, B., & Florez, O. (2016). *Elaboración de bloques de Cemento reutilizando el plástico polietilen-tereftalato (PET) como alternativa sostenible para la construcción*. Cartagena.
- CICLO. (2018). *CICLO PRODUCTOS ÁRIDOS RECICLADOS*. Obtenido de <https://ciclo.com.pe/contacto/>
- ECOSUR. (2019). *ECOSUR OUTH*. Obtenido de <https://www.ecosur.org/index.php/es/ecomateriales/cemento-puzolanico>
- Fernandez, L., & Trezza, M. (2007). Estudio de la Aptitud del Loess Pampeano como Adición Activa al Cemento Portland. *Revista de la Construcción*, VI, 4-12.
- Mariluz Pajuelo, M. V., & Ulloa Ponce, J. J. (2018). *Uso de las cenizas volantes de carbón exedentes de la central termoeléctrica Ilo21-Moquegua como adición para mejorar las propiedades del concreto: Resistencia a la Compresión, Absorción, Manejabilidad y Temperatura*. Nuevo Chimbote.
- Mas, J., & Kirschbaum, C. (2011). Ensayos de resistencia a la compresión de bloques de suelo cemento. *Informes de la construcción*, 63(524), 43-48.
- Mattey, P. E., Robayo, R. A., Díaz, J. E., Delvasto, S., & Monzó, J. (Enero de 2015). Aplicación de Ceniza de cascarilla de Arroz obtenida de un proceso Agro-Industrial para la Fabricación de Bloques en Concreto no Estructurales. *Revista Latinoamericana de Metalurgia y Materiales*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/277329678_APLICACION_DE_CENIZA_DE_CASCARILLA_DE_ARROZ_OBTENIDA_DE_UN_PROCESO_AGRO-INDUSTRIAL_PARA_LA_FABRICACION_DE_BLOQUES_EN_CONCRETO_NO_ESTRUCTURALES
- Montero Trujillo, D. A. (18 de Mayo de 2017). *Uso de la Ceniza de Cascarilla de Arroz como Reemplazo Parcial del Cemento en la Fabricación de Hormigones Convencionales en el Ecuador*. Obtenido de file:///C:/Users/JHORSON/Downloads/131188.pdf
- Muñoz Solano, R. (2017). *Estudio comparativo de concreto elaborado con puzolana natural y concreto con cemento puzolanicos atlas en la ciudad de Huancayo*. Huancayo.
- Norma E.070. (2009). En *Reglamento Nacional de Edificaciones*.
- NORMA TECNICA PERUANA NTP 400.037. (2014). *AGREGADOS*. Especificaciones normalizadas para agregados en concreto. Lima, Perú.
- Quiroz, M. V., & Salamanca, L. E. (2006). *Apoyo didáctico para la enseñanza y aprendizaje en la asignatura de "Tecnología del Hormigon"*. Cochabamba, Bolivia.
- Risco, E. A. (2016). *Comparación de la Trabajabilidad y Resistencia a la compresión del Concreto Adicionado con Extracto de Sábila*. Tesis, Huaraz.
- Roland, S., & Mukerji, K. (1993). *Materiales de Construcción Apropriados*.
- Sánchez, C. N. (2017). *Comportamiento del Aserrín sobre la Resistencia a la Compresión, Absorción, Densidad y Asentamiento del concreto para Bloques en la construcción*. Tesis, Trujillo.

- Sika. (s.f.). *SIKA PERÚ*. Obtenido de <https://per.sika.com/content/peru/main/es/group.html>
- Soria Santamaría, F. (1983). Las puzolanas y el ahorro energético en los materiales de construcción. *Materiales de construcción*, 69-84.
- Terreros, L. E., & Carvajal, I. L. (2016). *Análisis de las Propiedades Mecánicas de un Concreto Convencional Adicionando Fibra de Cáñamo*. Bogotá D.C.
- Tobon, J. I. (2000). PUZOLANAS EN LOS ALREDEDORES DE IRRA. *Dyna*, 77-83.
- Torres Búa, M. (30 de abril de 2014). *Materiales de uso técnico*. Obtenido de <https://www.edu.xunta.es/espazoAbalar/sites/espazoAbalar/files/datos/1464947174/contido/index.html>
- Valdés, G. A., & Rapimán, J. G. (2007). Propiedades Físicas y Mecánicas de Bloques de Hormigón Compuestos con Áridos Reciclados. *Información Tecnológica*, 18(3), 81-88.
- Valdés, G., & Rapimán, J. (2007). Propiedades Físicas y Mecánicas de Bloques de Hormigón Compuestas con Áridos Reciclados. *Información Tecnológica*, 18(3), 81-88.
- Vela, L. G., & Yovera, R. E. (2016). *Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto adicionado con fibra de estopa de coco*. Tesis, Chiclayo.