

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



**“Resistencia de mortero con cemento sustituido en 5% y
10% por ceniza de hojas de pino (*pinus radiata*), San
Luis Ancash.”**

Tesis para optar el título profesional de ingeniero civil

Autor:

Romero Perez, Joel

Asesor:

Castañeda Gamboa, Rogelio

Huaraz – Perú

2018

Palabras clave

Tema	Resistencia de Mortero; Ceniza Hojas de Pino
Especialidad	Tecnología de Concreto

Key Words

Theme	Mortar Resistance; Ash Pine Leaves
Specialty	Concrete Technology

Linea de Investigacion

Area	2. Ingeniería y Tecnología
Sub-Area	2.1 Ingeniería Civil
Diciplina	Ingeniería Civil

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN

**Resistencia de Mortero con Cemento Sustituido en 5% y 10%
por Ceniza de Hojas de Pino (*Pinus Radiata*), en San Luis
Ancash.”**

Resumen

En la presente investigación se determinó y comparó la resistencia de un mortero patrón con otro donde se sustituye el cemento por ceniza hojas de pino en San Luis – Ancash, previamente activada a una temperatura de 750°C, en porcentajes de 5% y 10% y se comprobó la acción de los componentes puzolánicos del material experimental que permiten obtener resistencia similar al patrón.

Es una investigación explicativa, de diseño experimental en bloques completo al azar, se elaboraron 27 cubos de mortero, nueve para cada tratamiento. Se determinó las resistencias a los 3, 7, y 28 de curado. Los datos se procesaron con Excel y SPSS.

Los resultados obtenidos son favorables con las sustituciones en fracción de 5% y 10% con sustitución de ceniza hojas de pino, remplazo del cemento, al obtener valores mayores que el 310 kg/cm², siendo el caso más favorable la sustitución de ceniza en fracción de 5% y 10% en donde observamos mayor semejanza de resistencia al del patrón durante el ensayo experimental. En cuanto a la cemento en donde alcanza mayor resistencia cercano al patrón.

La ceniza hojas de pino como sustitución de un porcentaje del cemento, presenta resultados favorables al alcanzar resistencia cercana al mortero patrón, lo cual indica que más adelante sea usado para el bien de la sociedad, también será favorable en donde el material esta cara y con alto costo.

Con esta base de investigación seguir experimentando que es lo pueda suceder al emplear sustituciones de relave minero en fracciones de 15%, 20% y 25% y en remplazo del cemento en el futuro.

Abstract

In the present investigation, the resistance of a standard mortar was determined and compared with another where the cement is substituted by ash pine leaves in San Luis - Ancash, previously activated at a temperature of 750° C, in percentages of 5% and 10% and the action of the pozzolanic components of the experimental material that allow to obtain resistance similar to the pattern was verified.

It is an explanatory research, of experimental design in complete blocks at random, 27 cubes of mortar were elaborated, nine for each treatment. Resistances were determined at 3, 7, and 28 of curing. The data was processed with Excel and SPSS.

The obtained results are favorable with the substitutions in fraction of 5% and 10% with substitution of pine leaves ash, replacement of the cement, when obtaining values greater than 310 kg / cm², being the most favorable case the substitution of ash in fraction of 5% and 10% where we observed a greater resemblance of resistance to the standard during the experimental test. As for the cement where it reaches greater resistance close to the pattern.

Pine ash, as a substitution of a percentage of the cement, presents favorable results when reaching resistance close to the standard mortar, which indicates that later it will be used for the good of society, it will also be favorable where the material is expensive and high chaste.

With this research base, we continue experimenting what can happen when we use substitutions of mine tailings in fractions of 15%, 20% and 25% and in replacement of cement in the future.

Índice

Palabras clave.....	ii
Key Words.....	ii
Línea de Investigación.....	ii
Título de la Investigación.....	iii
Resumen.....	iv
Abstract.....	v
Índice.....	vi
Índice de Tabla.....	vii
Índice de Gráficos.....	viii
Índice de Figuras.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. METODOLOGIA DEL TRABAJO.....	29
III. RESULTADOS.....	32
IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN.....	42
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	44
VI. AGRADECIMIENTO.....	46
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	47
VIII. ANEXOS Y APENDICE.....	48

Índice de Tabla

Tabla 1. Composición química de la ceniza de la hoja de pino.....	7
Tabla 2. Límites permisibles para el agua de mezcla y curado del mortero.....	11
Tabla 3. Proporción volumétrico para mortero.....	12
Tabla 4. Propiedades del mortero en estado fresco.	21
Tabla 5. Propiedades del mortero en estado endurecido.	22
Tabla 6 Capacidad de utillajes en la confección de morteros.....	24
Tabla 7. Dosificaciones de morteros en peso	25
Tabla 8. Dosificaciones de morteros en volumen.....	26
Tabla 9 Composición Granulométrica Del Agregado Fino (Arena).....	32
Tabla 10: Contenido De Humedad Del Agregado fino.	33
Tabla 11: Peso Unitario Del Agregado Grueso (Arena fina).	33
Tabla 12: Gravedad Específica Y % De Absorción Del Agregado Grueso (Agregado fino).....	35
Tabla 13: Gravedad Específica Y % De Absorción Del Agregado Grueso (Agregado fino).....	36

Índice de Gráficos

Grafico N° 1: Curva Granulométrica Del Agregado Fino.....	33
Grafico N° 2 : Ensayos de resistencia del mortero 0% patrón.....	40
Grafico N° 3 : Ensayos de resistencias del mortero 5% de sustitución de cemento...	40
Grafico N° 4 : Ensayos de resistencia del mortero 10% de sustitución de cemento ..	41
Grafico N° 5 : grafico según los días de curado de espécimen.....	41

Índice de Figuras

Figura01. Mezcla plástica de mortero (arena y agua)	12
Figura 02. Recolección Hojas de Pino (Canchabamba)	48
Figura 03. Arena Degradado del Rio Acochaca	48
Figura 04. Diseño y Pesaje de Materiales para Mortero.....	49
Figura 05. Tamizando Ceniza activada a 750°C.....	49
Figura 06. Preparando Mezcla Acuerdo Indica la Norma Técnica Peruana 334.003.	50
Figura 08. Preparando Cubos de Mortero pata el Ensayo.	51
Figura 09. Desencofrado de los dados.	51
Figura 10. Dados para la Rotura Acuerdo al Tiempo Propuesto.	52
Figura 11. Dados después del ensayo fracturados	53

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente en las edificaciones de albañilería en la ciudad de San Luis, no se usa ningún tipo de sustitución al cemento, por lo cual se ha hecho un estudio se emplea una sustitución de cemento por cenizas de hojas de pino y brindar un aporte a la reducción del costo de cemento.

La presente investigación tiene por finalidad determinar cuál es característica de la ceniza proporcionando un porcentaje al mortero y cuál es su calidad al fabricar de mortero cemento-ceniza-arena- agua, a ser empleado en las edificaciones de albañilería en San Luis.

Las puzolanas naturales son ampliamente usadas como un sustituto del cemento Portland en muchas aplicaciones debido a las ventajas que proporciona como la reducción de emisión del CO₂, la disminución de la permeabilidad y el incremento de la durabilidad del Mortero. Una de las claves para el Mortero uso de este tipo de materiales es conocer su capacidad de reacción con la portlandita (Ca(OH)₂), liberada durante la hidratación del cemento, es decir, el desarrollo de la reacción puzolánica. La actividad puzolánica se determina por varios métodos (Watt & Thorne, 1965).

La ASTM define a estas incorporaciones en estado natural o activadas térmicamente, como puzolanas por su contenido sílico-aluminoso que reaccionan con el Ca(OH)₂ para la formación de compuestos que mejoran las propiedades mecánicas y la durabilidad de las estructuras de Mortero (ASTM, 2005).

El efecto globalizante aunado a las necesidades de mitigación de los impactos ambientales que ocasionan los gases de efecto invernadero, propician el empleo de esquilmos y subproductos industriales orientándolos en términos de sustentabilidad. La producción anual de esquilmos en México oscila en 45 millones de toneladas de materia seca, que representa el 81% de los residuos de cultivos (González, 2007).

La industria cementera evalúa la incorporación de éstos como materiales cementantes suplementarios (SCM) para disminuir la cantidad de cemento a utilizar mediante su reemplazo parcial por desechos o materiales reciclados de bajo costo para mitigar la emisión de 0.85 kg CO₂/kg de cemento por descarbonatación de materia prima y eliminar la acumulación de desechos en tiraderos a cielo abierto (IIGEN-UNAM, 2001 y Neuwald,

1.1. ANTECEDENTES Y FUNDAMENTO CIENTÍFICO:

Véras, (2014) Obtiene que con el aumento de las temperaturas de calcinación del azúcar bagazo de caña, hay un aumento en el tamaño de partícula de la ceniza resultante y una disminución en la gravedad específica debido a la pérdida de materia orgánica;

- El SCBA obtenido a partir de temperaturas de calcinación 500 °C, 600 °C y 700 °C presentan alta actividad puzolánico tal como se determina por la prueba de química;
- De acuerdo con los resultados de XRD, el SCBA calcinado a 600 °C muestra un carácter superior amorfo, que es ilustrado por la mayor reactividad de este material;
- Los morteros preparados con un parcial de 10 % en peso sustitución de cemento Portland por SCBA mostró mejores propiedades mecánicas en comparación con la referencia mortero para todas las temperaturas que examinó, pero en particular a temperaturas de calcinación de 600 °C y 700 °C;
- El SCBA calcinado parece ser una prometedora parcial sustitución para el cemento Portland.

Ma-Tay, (2014) En su trabajo de tesis desarrollará la caracterización físico-química y el análisis de la reactividad puzolánica de muestras de cenizas de bagazo de caña de azúcar provenientes de Honduras, así como la evolución de las propiedades mecánicas de probetas de mortero con adición de dichas cenizas.

La influencia de la ceniza de bagazo sobre la resistencia a compresión de morteros fue significativa. Para probetas con un 25% de sustitución de cemento por ceniza curadas a 40°C durante 28 días, las probetas de SPS fueron un 15% más resistentes que las probetas control, mientras que las probetas de Choluteca presentaron un 9% más de resistencia que el control. En el caso de probetas curadas a 20°C durante 90 días, las probetas de SPS fueron un 14% más resistente que el control y las probetas de Choluteca presentaron un 11% más de resistencia que el control.

Vatsala (2003), en su investigación nos dice que, en las industrias de cemento, están siendo continuos intentos de reducir el costo de producción de Portland cemento, reducir el consumo de las materias primas, proteger el medio ambiente y mejorar la calidad del cemento. Una de ellas es el uso de determinado bajo costo -

materiales para la renovación parcial de clinker de cemento Portland. Materiales de bajo costo usados son industriales y subproductos agrícolas (residuos).

Esto es mucho más importante en los países en vías de desarrollo, donde hay escasez de poder y buenas materias primas de calidad. En una tentativa de esto, encontramos que la ceniza obtenida de la hoja de bambú es amorfa en la naturaleza y tiene propiedades puzolánicas. La producción anual de bambúes en todo el mundo está a punto 20 millones de toneladas, pero se producen unos 10 millones de toneladas en la India, China y Japón.

1.2. JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACION:

Sabiendo que el cemento es el material más costoso (transporte, energía eléctrica, etc.) y el más usado en la industria de la construcción; proponemos una nueva opción empleando las cenizas de las hojas secas del pino como sustituto en reemplazo de un porcentaje del peso del cemento. Así estaremos disminuyendo su alto costo.

Por tal motivo, y de acuerdo con las necesidades específicas requeridas, se hace indispensable el estudio de las características principales del mortero cuando se les añaden las cenizas de las hojas secas del pino, y cómo podría influir éste mezcla, en cuanto a la trabajabilidad, resistencia, durabilidad y uso en la construcción.

La gran cantidad y calidad de las cenizas de las hojas secas del pino permitiría aprovecharlas en la industria de la construcción.

1.3. PROBLEMA.

REALIDAD PROBLEMÁTICA.

A nivel internacional, específicamente en las grandes construcciones internacionales se sustituyen o adicionan cemento con aditivos que buscan incrementar la resistencia a la compresión del mortero, sin embargo esta investigación buscaremos una finalidad de estudiar el comportamiento del mortero en función de su resistencia a la compresión y de buscar nuevas formas de diseño de mortero que minimice los costos, según se han sustituido el cemento con materiales orgánicos (cenizas de plantas,) e inorgánicos (cauchos y plásticos), en porcentajes que van desde 3% hasta 20%. Estos estudios han sido tratados en laboratorios y se ha determinado sus capacidades en cuanto a fuerza de compresión con resultados diferentes para porcentajes diferentes y sustituciones diferentes. Se han desarrollado

diversos diseños de morteros con la finalidad de obtener diversas magnitudes de resistencias para diversas aplicaciones, las cuales dieron como resultado, Asimismo, para obtener diversos valores de resistencia a la compresión se han utilizado mezclas sustituyendo cemento por materiales tales como cenizas de caña, cenizas de molle, ichu, etc.

A nivel nacional también se han diseñado mortero con sustitución y adición de cuerpos orgánicos e inorgánicos se ha tenido el mismo comportamiento, la determinación de las resistencias del mortero ante la sustitución de porcentajes de cantidades en peso de cemento ha constituido siempre un problema científico y tecnológico a resolver.

La sustitución de hojas de pino en el mortero en porcentajes es un tipo de diseño de mortero que se han aplicado escasamente, no existen antecedentes sobre este tipo de estudio, si existen con cenizas de materiales similares con diversos resultados, por lo tanto, la determinación de la resistencia a la compresión del mortero ha constituido una necesidad de cálculo.

Es necesario indicar que a nivel internacional y nacional son pocas las investigaciones realizadas en diseños de mortero con ceniza de hoja de pino, esta realidad problemática caracterizada por la falta de conocimientos e información sobre el comportamiento de la resistencia a la compresión del mortero ha motivado a la investigadora por conocer dichos comportamientos, dado que la hoja de pino es fácil de obtener ya que existe en nuestra zona San Luis - Ancash.

A nivel local, se han realizado estudios de sustitución de cemento con cuerpos orgánicos propios de la zona (Molle, eucalipto, etc.), sin embargo, no existen investigaciones realizadas como lo que se pretende desarrollar. La sustitución porcentual de ceniza de hojas de pino al mortero por cemento involucra el cálculo de la resistencia a la compresión con la finalidad de satisfacer las demandas de calidad estructural de un proyecto de ingeniería civil, no determinarlo va a constituir un conjunto de problemas de fallas estructurales de compresión, tensión, flexión, etc.

Por lo tanto, este proyecto de investigación está encaminado a determinar comparativamente la resistencia a la compresión de cada una de las mezclas de concreto para mortero con sustituciones de cenizas de hojas de pino en los porcentajes indicados de cemento, el análisis comparativo también implica la

comparación con la resistencia a compresión del concreto sin sustitución de ceniza de hojas de pino para una fuerza de compresión 100 Kg/cm².

1.4. FORMULACION DEL PROBLEMA:

¿Cuál es la resistencia de un mortero al sustituir el cemento en un 5% y 10% por ceniza, en comparación a un mortero patrón?

1.5. CONCEPTUACIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

DEFINICION DE TERMINOS

Clínker Portland

El clínker es fabricado mediante un proceso que comienza por combinar una fuente de cal (calizas), una fuente de sílice y alúmina (arcillas) y una fuente de óxido de hierro (mineral de hierro).

Una mezcla dosificada de los materiales crudos, finamente molidos y luego calentada a una temperatura alrededor de los 1500 °c a fin de que se produzcan las reacciones entre los componentes del cemento se obtiene el clínker de cemento pórtland; después es enfriado y molido con

una adición de cerca del 6% de sulfato de calcio (yeso) se forma el cemento pórtland.

Cemento

Cementos son los materiales pulverizados que poseen la propiedad que, por adición de una cantidad conveniente de agua, forman una pasta conglomerante capaz de endurecer tanto bajo el agua como al aire y formar compuestos estables.

Es el componente más activo del concreto y tiene el mayor costo unitario, su selección y uso adecuado del cemento es fundamental para obtener en forma económica las propiedades para una mezcla deseada.

La elaboración de las especificaciones técnicas, la cantidad y tipo de cemento es importante para alcanzar los requisitos que se desea del concreto.

Materias Primas

El componente más importante del cemento es la cal, siguiéndola a gran distancia la sílice, a ésta la alúmina y finalmente el óxido de hierro.

Por lo tanto, el grupo de los componentes principales incluye:

- Cal (óxido cálcico)CaO60-67 %
- Sílice (anhidro silícico)SiO₂.....17-25 %
- Alúmina (óxido aluminio) ...Al₂O₃.....03-08 %
- Óxido férrico.....Fe₂O₃.....05-06 %.

De acuerdo a lo recomendado por la Norma ASTM C 150, los 5 tipos de cementos pórtland normal que pueden ser clasificados como estándar y cuya fabricación está normada por requisitos específicos son:

Tipo I: De uso general, donde no se requiere propiedades especiales.

Tipo II: De moderada resistencia a los sulfatos y moderado calor de hidratación. Especialmente adecuados para ser empleados en estructuras en ambientes agresivos y/o vaciados masivos.

Tipo III: De desarrollo rápido de resistencia con elevado calor de hidratación. Especiales para uso en los casos en que se necesita adelantar puesta en servicios de las estructuras, o para uso en climas fríos.

Tipo IV: De bajo calor de hidratación, recomendables para concretos masivos.

Tipo V: Recomendables para ambientes muy agresivos por su alta resistencia a los sulfatos.

De éstos 5 tipos en el Perú sólo se fabrican los Tipos I, II y V.

Puzolanas

Son materiales inertes, silíceos y/o aluminosos que individualmente tienen propiedades aglomerantes casi nulas, pero que finamente molidas,

y al reaccionar químicamente con los hidróxidos de calcio y agua adquieren propiedades aglomerantes.

Se obtienen de arcillas calcinadas, tufos y cenizas volcánicas, y de residuos industriales como cenizas volátiles, ladrillo pulverizado, etc. Cuando se reemplaza parte del cemento por dichos materiales, se cambia

algunas propiedades como:

- a.- Aumentar tiempos de duración de los estados mencionados anteriormente.
- b.- Retrasar o disminuir el desarrollo de la resistencia en el tiempo.
- c.- Incrementar la permeabilidad.
- d.- Mayor capacidad de retener agua.
- e.- Mayor cohesividad.
- f.- Incremento de los requerimientos de agua para formar la pasta.
- g.- Menor calor de hidratación.

Se debe tener en cuenta que, la variación de estas propiedades no siempre será conveniente dependiendo del caso particular, por lo que no se puede tomar los cementos puzolánicos o la inclusión de puzolana como una panacea, ya que son muy sensibles a:

- Las variaciones de Temperatura.
- Procesos constructivos y Condiciones de curado.

Hojas de Pino

La composición química de las hojas de pino al secarse con el sol o llamada en aire libre, y luego calentado en un horno de mufla a 600 ° C durante 2 horas para que la ceniza de hojas de pino luego se lleva al laboratorio químico donde se dan en la siguiente tabla.

Tabla1. Composición química de la ceniza de la hoja de pino

PARÁMETROS	PORCENTAJES
MgO	5.54
SiO ₂	50.7
Al ₂ O ₃	8.97
Fe ₂ O ₃	3
K ₂ O	1.48
PxC	12.77
P ₂ O ₅	1.63
Na ₂ O	1.39
CaO	10.59

Fuente. Hernández et al. (CENIZA COMPOCISION QUIMICA)

El pino es probablemente en rápido crecimiento y un material con mayor rendimiento de los recursos naturales, materiales que es obras de arte como muebles, construcción y está a disponibles para la humanidad. Sin embargo, el uso de pino genera otros residuos no utilizados como fibras, tales como la hoja de pino. En algunos países, las significativas cantidades de pino son procesadas, lo que genera un gran volumen de residuos sólidos., Brasil y México, por ejemplo, es el principal productor de pino entre los países de América Latina, según (Dwivedi, 2011). Estos desechos se queman a gran cantidad que afecta negativamente al medio ambiente. En la literatura, los estudios sobre las propiedades puzolánicas de desechos de pino como la hoja de pino son escasos. Pocos estudios se han llevado a cabo para estudiar los residuos de hojas de pino como material puzolánico. Se informó de la reacción entre el hidróxido de calcio (CH) y cenizas de hojas de pino, utilizando el diferencial de barrido (DSC) técnica de calorimetría.

Agregados:

Se denominan inertes del concreto puesto que no intervienen en las reacciones químicas entre cemento y agua, se dividen de acuerdo a sus dimensiones en finos y gruesos. Tienen gran influencia en las mezclas en que intervienen, pues de sus características físicas y mecánicas dependen los resultados que se buscan en cuanto a: resistencia, conductividad y durabilidad.

En el concreto estos elementos inertes son aglomerados por la pasta de cemento para formar una estructura resistente.

Los agregados en las mezclas de concreto ocupan aproximadamente el 75% de la masa, su rol es evidentemente de importancia.

Los agregados están constituidos por minerales de arenisca, basalto, granito, cuarzo o por combinaciones de ellos y sus características físicas tienen influencia en las propiedades del concreto.

La distribución granulométrica de las partículas tiene gran importancia en el concreto para tener:

a) Estructura densa y eficiente.

b) Trabajabilidad adecuada.

Científicamente está demostrado que debe haber un ensamblaje casi total entre partículas: Las pequeñas ocupen espacios entre las mayores y el conjunto esté unido por la pasta de cemento.

Características Físicas.

- a) **Condiciones de Saturación.** - La saturación de una partícula de agregado; parte de la condición seca hasta cuando tiene humedad superficial y los estados son:
- b) **Peso Específico.** - Es el cociente de dividir el peso de las partículas entre el volumen de las mismas, sin considerar los vacíos entre ellas.
- c) **Peso Unitario.** - Es el cociente de dividir el peso de las partículas entre el volumen total incluyendo los vacíos, al incluir los vacíos entre partículas, está influenciada por la manera como se acomodan éstas, lo que convierte en un parámetro relativo.
- d) **Contenido de Humedad.** - Cantidad de agua superficial que retienen en un momento determinado las partículas del agregado.
- e) **Absorción.** - Capacidad de los agregados de llenar con agua los vacíos internos en las partículas por capilaridad, no llegándose a llenar absolutamente los poros indicados ya que siempre queda aire atrapado.
- f) **Granulometría.** - En vista de la forma irregular geométrica de las partículas de agregados, no es fácil:
 - Establecer un criterio numérico individual para definir el tamaño de cada partícula midiendo sus dimensiones.
 - Medir el volumen de los diferentes tamaños de partículas.

Se usa por lo tanto una manera indirecta, cual es tamizarlas por una serie de mallas de aberturas conocidas y pesar los materiales retenidos refiriéndolos en % con respecto al peso total a esto se denomina análisis granulométrico.

Análisis Granulométrico. - Representación Numérica de la Distribución

Volumétrica de las Partículas por Tamaños. Es significado práctico del análisis granulométrico de los agregados influye directamente en muchas propiedades del

concreto fresco, así como en algunas del concreto endurecido, por lo que interviene como elemento indispensable en todos los métodos del Diseño de Mezclas.

Módulo de Fineza (MF)

Se define como la sumatoria de los % s. retenidos acumulativos de la serie de tamices Standard hasta el tamiz N° 100 y esta cantidad dividida entre 100.

El sustento matemático del MF reside en que: Es proporcional al promedio logarítmico del tamaño de partículas de una cierta distribución granulométrica.

Debe tenerse en cuenta que se aplica tanto a la piedra como a la arena, pues en general sirve para caracterizar cada agregado independientemente o la mezcla de agregados en conjunto.

La base experimental que apoya al MF es que: granulometrías con igual MF independientemente de la gradación individual, requieren la misma cantidad de agua para producir mezclas de concreto de similar: plasticidad y resistencia, siendo un parámetro ideal para el diseño y control de mezclas.

Sustancias Perjudiciales en los Agregados

Las sustancias perjudiciales que pueden estar presentes en los agregados que incluyen las impurezas orgánicas, limo, arcillas, carbón de piedra, lignito, y unas partículas blandas y ligeras.

Agua para mezcla de mortero

El agua es indispensable para la hidratación del cemento y del desarrollo de sus propiedades por lo que debe cumplir ciertos requisitos para su función en la combinación química, no debe contener sustancias que puedan dañar el mortero.

El agua que se emplea en curado produce hidratación adicional del cemento.

Regla Empírica: Es establecer si el agua es apta para consumo humano es apta para el mortero.

Las aguas con impurezas empleadas en las mezclas ocasionan:

Retardo en el endurecimiento.

- Manchas en el mortero endurecido.
- Eflorescencias.
- Corrosión del acero.
- Cambios volumétricos.

- Reducción de resistencia.

El ACI y el ASTM. - No establecen requisitos para el agua.

Norma: ITINTEC N° 339, 088. Establece los requisitos para el agua de mezcla y curado del mortero, se observa en Tabla 2.

Tabla 2. Límites permisibles para el agua de mezcla y curado del mortero

Sólidos en Suspensión	ppm	5000 máx.
Materia orgánica	“	3”
Alcalinidad (NaHCO ₃)	“	1000”
Sulfato (IónSO ₄)	“	600”
Cloruros Ión	“	1000”
PH		5 a 8

Fuente: Norma Itintec N°339, 088

MORTEROS:

Definición:

El Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), Norma E.070,

Artículo 6.

Establece que el mortero estará constituido por una mezcla de aglomerantes y agregado fino a los cuales se añadirá la cantidad de agua que proporcione una mezcla trabajable. Para la elaboración del mortero destinado a obras de albañilería.

Componentes

- El material aglomerante del mortero es Cemento Portland tipo I.
- El agregado fino es arena gruesa natural, libre de materia orgánica y sales.
- El agua empleada es potable y libre de sustancias deletéreas, ácidos, álcalis y materia orgánica.

Clasificación para fines estructurales.

Los morteros se clasifican en: tipo P, empleado en la construcción de los muros portantes; y tipo NP, utilizado en los muros no portantes.

Proporciones

Los componentes del mortero tendrán las proporciones volumétricas (en estado suelto) indicadas en la siguiente tabla.

Tabla 3. Proporción volumétrico para mortero

Tipo de mortero	Componentes			Usos
	Cemento	Ceniza	Arena	
P1	1	1 a 1/4	3 a 3 ½	Muros portantes
P2	1	0 a ½	4 a 5	Muros portantes
NP	1		Hasta 6	Muros no portantes

Fuente: Norma Itintec N°339, 088

De no contar con cal hidratada normalizada, se podrá utilizar mortero sin ceniza respetando las proporciones cemento-arena indicadas en la Tabla3. En la investigación, para la elaboración de mortero cemento-ceniza-arena-agua, se ha utilizado las proporciones volumétricas (en estado suelto), 5% y 10% con relaciones agua/cemento – ceniza para obtener. mezclas 1:2 trabajables.

Según el Estudio de materiales: IV Conglomerantes Hidráulicos. - Instituto Eduardo Torroja. Madrid. Soria, F., (1969), Los morteros son mezclas plásticas obtenidas con un aglomerante inorgánico, árido fino (arena) agua (se observa en la Figura 1) y posibles aditivos y adiciones, que sirven como material de agarre, revestimiento de paredes, unir las piedras, ladrillos, bloques de hormigón, etc. que integran las obras de fábrica, acabados de las fachadas, cuando se rehabilitan edificios antiguos, acabados de paredes interiores de todo tipo de edificios, para revestirlos con enlucidos o revocos



Figura 01. Mezcla plástica de mortero (arena y agua)

Amasada con agua, la mezcla da lugar a una pasta plástica o fluida que después fragua y endurece a consecuencia de unos procesos químicos que en ella se producen. El mortero se adhiere a las superficies más o menos irregulares de los ladrillos o bloques y da al conjunto cierta compacidad y resistencia a la compresión.

Según Morteros de cemento para albañilería. - Monografía n. 337 del IETcc. Madrid. Valdehita, M. T. (1976) afirma que, Los morteros son componentes arquitectónicos básicos para dar solidez a las edificaciones uniendo los elementos de construcción. Por sus propias características, el mortero tiene que estar en contacto por un lado con los elementos arquitectónicos, y por otro, con la atmósfera, por lo que no deben ser reactivos con los mismos.

Los morteros están formados por tres componentes básicos: granos (normalmente de arena, o fragmentos de rocas en los más gruesos), un aglomerante (yeso o cemento) y agua, que se dosifican en proporciones variables para obtener una masa plástica que se aplica para su endurecimiento por fraguado del aglomerante. En función de la formulación concreta que se utilice obtendremos un material apto para diferentes posibles aplicaciones.

Según Una relación acerca de la construcción y una descripción de **Edystone en piedra.** -Edición Facsímil de INIEMAC. Smeaton, J (1978) sostiene que, El Mortero es un material que usamos en la obra de albañilería obtenida mezclando uno o más elementos aglomerantes, arena, agua y eventualmente algún aditivo.

Obtenemos un pétreo artificial cuya pasta adhesiva está constituida por compuestos resultantes de la combinación de un aglomerante con agua o con

componentes de la atmósfera. La pasta adhesiva da cohesión al conjunto de materiales granulares llamados agregados, que en el caso de los morteros son agregados finos (tamaño menor a 3 mm).

El producto obtenido debe ser una masa plástica y trabajable capaz de unir mampuestos - ladrillos, ticholos, bloques de hormigón, baldosas) entre si o con una base y también realizar revoques.

Frecuentemente utilizamos un conjunto de materiales que se incorporan a los morteros para modificar o mejorar ciertas propiedades llamados aditivos.

Características:

La finalidad de los morteros es servir de unión o asentamientos entre otros elementos arquitectónicos, así como para la elaboración de los mismos.

Los morteros poseen unas características y composición muy similar a los materiales pétreos, y por tanto poseen unos agentes de alteración y alteraciones muy similares. Sin embargo, es necesario citar ciertas características que los morteros de unión o reconstrucción deben respetar:

- Deben ser más porosos que el material al que sirven de puente de unión, con el fin de favorecer la evaporación de agua y migración de sales, evitando el deterioro así de las piezas que unen.
- Deben ser menos resistentes que el material al que sirven de unión, con el fin de evitar fracturar este en caso de fuerzas mecánicas.
- Los morteros de unión, son siempre morteros de sacrificio, pues poseen un valor histórico o artístico menor que los elementos a los que unen.
- De igual forma los morteros de enlucidos y enfoscados deben poseer una adecuada permeabilidad al vapor de agua, sino este cederá ante las presiones ejercidas.
- Los morteros tienen dos posibles problemas: el de la estabilidad de los componentes, y el de la estabilidad del conjunto.
- Estabilidad de los componentes:

Los granos (arenas o gravas) serán más o menos alterables en función de su naturaleza, como hemos visto con anterioridad.

El aglomerante presentará su propia problemática en función de su naturaleza: el yeso sufre procesos de alteración por ciclos de hidratación y deshidratación, disgregándose total o parcialmente. Esto es así porque los enlaces entre las moléculas de agua y los grupos sulfato son débiles, por puente de hidrógeno.

Tomando en cuenta que las moléculas de agua se localizan entre capas de sulfato y de iones calcio, es fácil entender que cualquier proceso que implique la adición o substracción de moléculas de agua produzca importantes cambios estructurales en el mineral. El cemento resiste más este tipo de procesos, pero en atmósfera muy agresiva, como la urbana, o bajo la acción de agentes acidificantes, como los excrementos de aves, también se descompone con relativa facilidad.

Recordemos la transformación de cal hidratada en carbonato de calcio (en presencia del CO₂).

Estabilidad del conjunto:

Depende por un lado de las características de los componentes, pero también de la formulación concreta, y de la granulometría de los componentes en granos: cuanto mayor sean, mayor facilidad darán a la infiltración de los agentes meteorológicos en los espacios intergranulares, puesto que éstos serán mayores. En lo que se refiere a la formulación, favorecerá la alterabilidad de los componentes mayoritarios en la mezcla en cada caso.

Por otra parte, la degradación del mortero favorece otros procesos:

- Puede dar origen a neo formación de minerales por infiltración de aguas, disolución, y procesos de precipitación.
- La alteración del aglomerante puede implicar cambios de volumen, generando tensiones estructurales.
- La desaparición total del mortero por alteración del aglomerante y desagregación de los granos genera huecos o elimina el recubrimiento de protección para el que se colocó, o elimina el agente de cohesión general del muro, o elemento arquitectónico correspondiente.
- En algunos casos se puede dar una cierta reactividad entre el mortero, o sus productos de alteración, con los elementos que soporta.

- La mezcla de un aglomerante y agua se denomina pasta y se dice de consistencia normal cuando la cantidad de agua de amasado es igual a los huecos del aglomerante suelto; si es menor será seca y mayor fluida, llamándose lechada cuando se amasa con mucha agua.

La falta de trabajabilidad¹ de los morteros puede corregirse añadiendo aditivos que sean plastificantes. También pueden mejorarse con la adición de otro tipo de materiales más corrientes, como es el caso de la cal, o modificando la dosificación del mortero, Wainshtok. (1998).

Plasticidad

Propiedad del mortero fresco de la que depende la mayor o menor aptitud para poder tenderlos y rellenar completamente las juntas. De la plasticidad depende lograr buena unión entre los elementos instructivos cuando colocamos mampuestos, así como disminuir la penetración de agua en los cerramientos terminados.

La determinación de la plasticidad se puede considerar haciendo medidas de consistencia en cono de Abrams y limitando el contenido de finos.

Consistencia media de 17 a 18 cm. y un contenido de fino < 15% en peso o 10% si se usan plastificantes. (Referencia de la norma española NBE FL 90).

Resistencia a la Compresión

Es la propiedad más indicativa del comportamiento del mortero en los cerramientos portantes construidos con mampuestos. La resistencia debe ser lo más elevada posible, aunque es conveniente que sea inferior a los elementos de albañilería que va a unir.

La NTE considera como resistencia óptima de un mortero para muros una resistencia a la compresión a los 28 días de 40 kp/cm² que se podría obtener con las siguientes mezclas:

Cemento – Cal – Arena: 1: 1: 7

Cemento – Arena: 1: 6 (Esta dosificación necesita siempre de aditivos por plasticidad)

Adherencia

La adherencia puede entenderse debida a la penetración de la pasta del mortero en el elemento de albañilería -mampuesto, sustrato- provocada por la succión capilar que este ejerce. Le proporciona la capacidad de absorber tensiones normales o tangenciales a la superficie de la interface mortero / elemento de albañilería.

Los mecanismos de la adherencia actúan en las fases del mortero fresco y del mortero endurecido, tienen que ver con la reología de la pasta en la etapa fresco. Influye la naturaleza de la base: porosidad, rugosidad y existe una relación directa entre la resistencia a la compresión del cerramiento y la adherencia del mortero endurecido. En el resultado final intervienen factores internos: composición del mortero y afinidad con la base y externo curado y condiciones de humedad de las bases, espesores de las juntas.

Clasificación:

Según el tipo de aglomerante (características de la masa):

- Morteros de yeso.
- Morteros de cal.
- Morteros de cemento pórtland.
- Morteros de cemento de aluminato de calcio.
- Morteros bastardos (1 parte cemento + 2 de cal + 3 de arena + 3 de agua).

Morteros de yeso:

Elaborados a base de yeso, arena y agua, son menos resistentes, pero endurecen rápidamente. Habitualmente se utilizan para levantar tabiques de división interior (que no sean de carga ni de baños y aseo). Cuando es necesario un tabique más resistente, el yeso se mezcla con cal o con otros componentes (normalmente, adhesivos). Debido a su rapidez de fraguado, el mortero de yeso se emplea con mucha frecuencia para fijar elementos de obra. Sin embargo, como es poco flexible, es fácil que se resquebraje.

Morteros de cal:

Puesto que aportan más resistencia que los morteros de yeso, se usan para realizar muros tanto de exterior, se elaboran con cal (puede ser aérea o hidráulica), arena y agua. Este tipo de morteros no se caracterizan por su gran resistencia, sino por su plasticidad, color, y porque se trabaja con facilidad, es flexible y untuoso. Aunque un químico formulando la cal viva o aérea después de apagada nos pueda decir que se trata de un hidróxido y en parte tiene razón, en realidad se trata de un hidrato.

El mortero de cal ofrece menor resistencia y un fraguado más lento. Sin embargo, posee cualidades más adecuadas para la restauración. Dicho material presenta una zona de deformación plástica que le permite absorber, sin romperse, deformaciones propias de los monumentos.

Morteros con cemento:

Preparados con cemento, arena y agua, son más resistentes e inalterables que los anteriores y los que más se emplean en la actualidad, aunque se pueden utilizar para la construcción de toda clase de muros y tabiques, se

recomienda especialmente para muros de carga, muros de fachada y tabiques interiores de cuartos húmedos (baños y aseos). Si en la masa se

pone más cemento que cal será más resistente y si la cantidad de cal es mayor será más flexible.

Los morteros pobres o ásperos, son aquellos que tienen poca cantidad de cemento, siendo muy difíciles de trabajar. Por otro lado, los morteros que tienen gran cantidad de cemento se retraen y producen fisuras, además de ser de mayor costo. Estos factores hacen necesario buscar una dosificación adecuada.

La restauración de patrimonio arquitectónico presenta actualmente algunos problemas de compatibilidad. El mortero de cemento resulta útil

por su rápido fraguado, pero es muy agresivo con la piedra. Asimismo, posee excesiva resistencia mecánica y alto contenido en sales solubles, que pueden causar problemas a medio o largo plazo.

Morteros bastardos:

Son aquéllos en los que intervienen dos aglomerantes, como por ejemplo, yeso y cal, cemento y cal, etc. para obtener morteros de una determinada resistencia y porosidad. Se usan frecuentemente en enlucidos o enfoscados.

También existen morteros específicos para revocar paredes en capa fina o gruesa, tanto para uso interior como exterior:

- Morteros refractarios
- Morteros ignífugos
- Morteros aislados de finos
- Morteros no expansivos
- Morteros coloreados
- Morteros hidrófugos
- Morteros aligerados
- Morteros de cemento cola
- Morteros con aireante

Los morteros, como los aglomerantes, se clasifican en aéreos e hidráulicos.

Morteros de Cales Hidráulicas: Se fabrican productos a partir de cal hidráulica natural para interiores y exteriores, morteros de cal multiusos, morteros monocapa hidrófugos, estucos para interior y exterior, etc. Sólo la cal natural pura permite los cambios gaseosos entre el interior y el exterior de la vivienda. La cal en la impermeabilización es una alternativa confiable y de bajo costo. Por sus propiedades de absorción y retención de agua y por estar formada por pequeñísimas partículas penetra en todos los huecos, de tal manera que evita el paso del agua.

Morteros y cales Aéreas Grasas: Es el mortero más antiguo, pues fue utilizado ya por los romanos. Se obtiene llenando los huecos de la arena con una pasta formada por cal aérea hidratada y agua. Se precisa para ello un volumen de cal para tres de arena. Los morteros de cal aérea se rigidizan primeramente por la pérdida del agua que forma la pasta (por succión de los ladrillos o secado al aire) y sólo, muy lentamente, fraguan por carbonatación con el contacto al dióxido de carbono presente en el aire permitiendo una mejor absorción de los movimientos de las fábricas.

Los morteros para albañilería se clasifican en los tipos siguientes:

Tipos de mortero según el concepto:

Morteros diseñados, cuya composición y sistema de fabricación se han elegido por el fabricante con el fin de obtener las propiedades especificadas (concepto de prestación). Estos morteros han sido objeto de los correspondientes ensayos de aptitud de empleo.

Morteros de receta o prescritos, que se fabrican a partir de los componentes primarios (conglomerantes y áridos) en unas proporciones determinadas (concepto de receta). Las propiedades de los morteros de receta dependen de las características de sus componentes y de su dosificación.

Por otra parte, se ha de tener en cuenta que la diversidad de tradiciones regionales, así como la variedad de ciertos materiales disponibles para fabricar morteros tradicionales, no permiten establecer composiciones exactas de tipo general para los morteros de receta.

Tipos de mortero según su aplicación:

Morteros para uso corriente

Son morteros para utilizarlos en juntas cuyo espesor sea superior a 3 mm y en el que, únicamente, se utilizan áridos normales.

Morteros para juntas finas

Son morteros diseñados para realizar juntas cuyo espesor esté comprendido entre 1 mm y 3 mm.

Morteros ligeros

Son morteros diseñados cuya densidad -en estado endurecido y seco- es inferior de 1500 kg/m³; en el PREN 998-2:2000 se especifica que la densidad debe ser igual o menor de 1500 kg/m³, en estos morteros se utilizan, por regla general, áridos ligeros.

Tipos de mortero según el sistema de fabricación:

Morteros industriales

Son aquéllos que se han dosificado, mezclado y, en su caso, amasado en una fábrica y suministrado al lugar de construcción. Estos morteros pueden ser "morteros secos" y "morteros húmedos".

Morteros hechos "in situ":

Estos morteros están compuestos por los componentes primarios, dosificados, mezclados y amasados en la obra.

Propiedades de los morteros:

Las propiedades de los morteros las dividimos en dos grupos bien diferenciados:

- Las propiedades en estado fresco entendiéndose en ellas las que lo hacen trabajable, deformable plásticamente bajo la acción de pequeños esfuerzos. Determinan las condiciones de uso del mortero.
- Las propiedades en estado endurecido cuando tiene la edad necesaria para adquirir resistencia mecánica.
- Las propiedades del mortero en estado fresco, se observa en la Tabla 4.
- Las propiedades del mortero en estado endurecido, se observa en la Tabla 5

Tabla 4. Propiedades del mortero en estado fresco.

ESTADO	PROPIEDAD	CONSECUENCIAS	ENSAYOS
FRESCO	Fluidez	Permite deslizar la cuchara y posicionar los De la cohesión depende que el mortero no se desintegre al colocarse en la hilada, afecta la adherencia a los mampuestos y su capacidad de soportarlos sin deformarse antes de endurecer.	Cono de Abrams y Mesa.
	Retención	La retención permite la trabajabilidad. El agua no se debe perder por evaporación o absorción de los mampuestos. Desaparecería el estado fresco.	Cumplimiento de Norma

Fuente: Investigación de Wainshtok 1998

ESTADO	PROPIEDAD	CONSECUENCIAS	ENSAYOS
--------	-----------	---------------	---------

	Resistencia a la compresión	Está asociada a la durabilidad e impermeabilidad. Interviene en la resistencia mecánica del muro.	Resistencia a la compresión
ENDURECIDO	Módulo de formación	Influye en la capacidad de deformación de la pared frente a pequeñas modificaciones dimensionales	Norma Modulo de De formación
	Retracción secado	Está ligada a la susceptibilidad de figuración de las juntas o revoques debido al fenómeno de la retracción	Norma s/ retracción de Secado mortero Endurecido.

Tabla 5. Propiedades del mortero en estado endurecido.

Fuente: Investigación de Wainshtok 1998

APLICACIONES DE LOS MORTEROS:

Morteros de toma

Son los que usamos para el levantamiento de muros y tabiques ya sean estos portantes o de relleno.

Elevados con mampostería cerámica, de bloques de hormigón o ladrillos refractarios o sílice-calcáreos, etc. y en la colocación de revestimientos y pisos.

Es decir, se propone construir con elementos pequeños una unidad de obra con características propias.

El mortero debe de tener suficiente resistencia para soportar las cargas que van a actuar sobre el muro. La resistencia debe obtenerse relativamente pronto para poder continuar con la construcción.

El mortero con sustitución de cemento en dúrese por secado y carbonatación, este proceso es lento y avanza desde la superficie hacia adentro de la masa. En ambiente húmedo se retrasa el secado y si es seco la carbonatación se hace lenta.

Por eso es favorable la adición de cemento que permitirá obtener resistencia inicial en un proceso más rápido para poder seguir la construcción.

Casos particulares en muros

- Hiladas de arranque del muro en planta baja.
- Acuñamiento a la estructura.
- Juntas con incorporación de hierros.
- Juntas con la estructura de hormigón.

Casos particulares en revestimientos

- Azulejos.
- Ladrillo visto.
- Parquet engrapado.
- Parquet pegado.
- Piezas pequeñas cerámicas.
- Monolítico.

La función del mortero en los muros es unir entre si los elementos de albañilería y formar un conjunto único. El mortero iguala las irregularidades para evitar la concentración de tensiones.

Impermeabilizaciones.

Deben ser morteros compactos, hidráulicos, se usan en cerramientos laterales, submuración. Protección de elementos.

Amure de grapas de aberturas y bigotes.

Terminaciones pisos revoques

- Sistemas de una capa.
- Sistemas de dos capas.
- Sistemas de tres capas.
- Particularidades en cerramientos verticales y horizontales (cielorrasos).
- Revoques de tanques de agua.

Bases para otras terminaciones o acondicionamientos

- Alisado para parquet, vinílicos, moquetas.
- Alisados para impermeabilización.

Realización de mampuestos

- Bloques.
- Ladrillos Sílico Calcáreos.

Dosificación:

La dosificación de un mortero se expresa indicando el número de partes en volumen de sus componentes primero el aglomerante o los aglomerantes y por último las partes de arena.

La capacidad de utillajes en la confección de morteros, se observa en Tabla 6.

Tabla 6 Capacidad de utillajes en la confección de morteros.

Capacidad de utillajes en la confección de morteros			
Utillaje	Medidas (cm)	Capacidad (litros «colmado»)	Cemento (kg)
Pala de ½ luna	27 x 32	5	7.5
Pala recta	Φ 30 x 34	7	10.5
Balde caldereta	Φ 30 x23	13	20
Caldereta	33 x 16	11	17
Cesto de goma	Φ 40 x 22	20	30
Carretilla	85 x 65 x 15	90	135
Sacos de cemento	75 x 40 x 12	100	50

Nota: Este utillaje sirve también para confeccionar pequeñas cantidades de hormigón

Fuente: Investigación de Wainshtok 1998

Dosificaciones de morteros (en peso)				
Aplicación	Dosificación de Cemento/ Arena	Cemento kg/ m3	Arena (1) Volumen/m3	Agua l/m3

Debemos considerar en función de los aglomerantes una organización de la biblioteca de morteros en dos grandes grupos los de fraguado aéreo y los de fraguado hidráulico. O lo que los hace más comprensibles los que son con base en la cal y los que tienen al cemento portland como aglomerante fundamental. Esto permite organizarlos porque los identifica por sus propiedades. El detalle de la dosificación es variable según el usuario, aunque dentro de ciertos parámetros.

Es importante que tengamos en cuenta que hoy no se usan morteros exclusivamente de cal, debido al largo periodo de fraguado que tiene se le adiciona cemento para obtener más rápidamente resistencias.

Las dosificaciones de morteros en peso, se observa en la Tabla 7.

Las dosificaciones de morteros en volumen, se observa en la Tabla 8.

Tabla 7. Dosificaciones de morteros en peso

Muros de poca carga	01:04	380	1:100	240
Muros Cargados (2)	01:03	460	0.98	260
Revoques impermeables (3 y4)	01:01.5	740	0.812	300
Raseos de fachadas (4)	02:03			

Nota: 1) El peso es de 1500kg/m³.

2) Para fábrica de ladrillos y raseos exteriores.

3) Debe agregarse 31 kg/m³ de líquido impermealizante.

4) 2 Partes de cemento y arena.

Fuente: Investigación de Wainshtok 1998

Resistencia de los morteros dosificados en volumen		
Clase de morteros	Dosificación	Resistencia (kg/ m ²)
Morteros de cemento – ceniza - a arena	01:01:10	20
	01:01:06	50
Mortero de cemento – arena, equivalente a dosificación de 210 kg de cemento/m ³	01:06	50
Mortero de cemento – arena, equivalente a dosificación de 380 kg de cemento/m ³	01:04	100
Mortero de cemento – arena, equivalente a dosificación de 450 kg de cemento/m ³	01:03	150

Tabla 8. Dosificaciones de morteros en volumen

Fuente: Investigación de Wainshtok 1998

Agentes de alteración:

Los agentes de alteración de los morteros son muy similares a los de la piedra y más propiamente a la cerámica por su porosidad mayor.

Las sales

Estos pequeños compuestos iónicos son los causantes, de igual forma que en los casos anteriores, de la mayoría de las patologías en morteros, a causa de sus ciclos de hidratación y deshidratación durante los cuales experimentan fuertes variaciones de tamaño desencadenando fuertes presiones en los espacios intergranulares creando fisuras que fracturan o disgregan la roca.

La colonización biológica

El asentamiento de determinados organismos ya sean animales o plantas sobre los paramentos y elemento arquitectónicos colaboran de dos formas esenciales en la alteración de los morteros - Una mecánica, mediante presiones ejercidas entre los resquicios del mortero que provocan a largo plazo la fracturación y fisuración de los mismos.

- Otra química, motivada por la alteración química de los aglomerantes.
- Otra estética, pues el asentamiento de plantas o la presencia de sustratos vegetales o excrementos sobre los paramentos o elementos arquitectónicos, impiden la correcta visualización de los mismos.

Graffitis o pinturas

Ya sean intencionadas o fortuitas constituyen un daño estético frecuente sobre los morteros o elementos arquitectónicos construidos con este material.

Choques y presiones mecánicas

Los impactos y presiones mal distribuidas sobre los elementos arquitectónicos producen fisuras, fracturas o la fragmentación de piezas enteras.

ALBAÑILERÍA CONFINADA

Definición:

Según el R.N.E. Título III: Edificaciones, Albañilería-Norma E0.70, (2009), Albañilería reforzada con confinamientos, que son conjunto de elementos de refuerzo horizontales y verticales, cuyas funciones es la de proveer ductilidad a un muro

portante. Un muro confinado es el que está enmarcado por elementos de refuerzo en sus cuatro lados, por las condiciones indicadas en E6 de la norma E.070 del RNE.

Las exigencias son: En zonas sísmicas: 1 y 2 se confinará como mínimo cualquier muro que lleve 10% de la fuerza sísmica y un conjunto de muros que lleven el 70% de la fuerza sísmica total, incluyendo dentro de esto los muros perimetrales de cierre, y en la zona 3 se confinará como mínimo los muros perimetrales de cierre.

Que quede enmarcado por sus cuatro lados por elementos horizontales y verticales, se observa en Figura3.

Construcciones en Albañilería

Según el curso de actualización profesional, “Análisis y Diseño de Edificaciones”, Ing. Masías Guillen José C., (2008).

Conjunto Estructural: Está compuesta por: Cimentación, Muro Portante, Techos, Elementos de refuerzo cuando sea necesario.

Cimentación: Es la parte estructural del edificio, encargada de transmitir las cargas al terreno, el cual es el único elemento que no podemos elegir, por lo que la cimentación la realizaremos en función del mismo. Al mismo tiempo este no se encuentra todo a la misma profundidad por lo que eso será otro motivo que nos influye en la decisión de la elección de la cimentación adecuada. La cimentación para los muros portantes debe ser de concreto. La cimentación debe de transmitir la carga de los muros al terreno de acuerdo al esfuerzo permisible sobre éste y con asentamientos diferenciales que no originen rajaduras en la albañilería.

Techos: Elemento horizontal que está en la parte superior de una construcción que sirve de protección. Estarán formadas por lozas ligeras cuando cumplan la función de distribuir las fuerzas horizontales proporción a la rigidez de los muros. Si la acción de diafragma no se cumpla en techos de madera, acero o prefabricación, la distribución de la fuerza horizontal se hará en proporción a su área tributaria.

Construcción de varios Pisos. Se trata aquí especialmente el sistema vertical resistente de los edificios, en particular en lo referente a su eficiencia para resistir las cargas laterales de viento o sismo, cuya importancia crece a medida que aumenta la altura del edificio. Lo ideal sería que el sistema estructural que se requiere y que

representa la solución óptima para resistir las cargas verticales de diseño, resultase suficiente para resistir también sin modificación alguna también las cargas laterales contando para ello con la reducción en los factores de seguridad que admiten las normas de diseño para resistir esta última condición de carga.

Construcciones sin Diagrama Horizontal. Este tipo de construcción solo se hace en edificaciones de un solo nivel o en el último piso de un edificio.

1.6. HIPÓTESIS

Cuando se reemplaza un porcentaje de 5% y 10% de cemento por ceniza hojas de pino, del distrito de San Luis - Ancash, en morteros se logra una mayor resistencia a la compresión convencional.

1.7. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Determinar la resistencia a la compresión del mortero al sustituir el cemento en un 5% Y 10% por cenizas de hojas de pino

OBJETIVOS ESPECÍFICO

- Determinar la temperatura y tiempo óptimo de calcinación del material mediante el ensayo de Análisis Térmico Diferencial.
- Determinar el PH del mortero patrón y experimental al 5% y 10% de la ceniza hojas de pino.
- Determinar la composición química mediante la floreciencia de Rayos X (DRX)
- Determinar la relación A/C del mortero patrón y experimentales.
- Determinar la resistencia a la compresión de los morteros a los 3,7 y 28 días de curado de cada muestra patrón y experimental.

II. METODOLOGIA DEL TRABAJO

2.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:

TIPO DE INVESTIGACIÓN:

El tipo de investigación es aplicada y explicativa, porque los resultados obtenidos sirven para la solución de problemas relacionados a la construcción, específicamente

a las propiedades del concreto, explicando cómo se comporta la resistencia de un mortero cuando se sustituye un porcentaje de cemento por ceniza de pino activa










La hipótesis planteada se comprobó por medios matemáticos y estadísticos.

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:

Es un diseño experimental porque es un proceso en el cual estudiaremos el diseño convencional del mortero concreto en comparación con el nuevo diseño elaborado con el remplazo o sustitución de un porcentaje de cemento por ceniza de pino activada (5% y 10%), el estudio en su mayor parte se concentró en las pruebas realizadas en el Laboratorio de Suelos de la Universidad San Pedro Sede Central, donde el investigador realizó los ensayos de acuerdo a lo establecido en las normas técnicas y al reglamento interno del laboratorio.

El diseño de investigación utilizado fue el “diseño de bloque al azar” en donde se ensayó muestras de acuerdo a los 3, 7 y 28 días de curado y con tres repeticiones por cada tiempo de curado y con cada porcentaje de sustitución del 0% (patrón), 5% y 10% a los cuales se determinó su resistencia.

DÍAS DE CURADO	RESISTENCIA DEL MORTERO CON PORCENTAJES DE CENIZA DEL PINO		
	0% PATRON	5% SUSTITUCION N	10% SUSTITUCION N
3			
			
			
7			
			
			

28			
			
			

2.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

POBLACION:

Para la resistencia a la compresión se tiene como población de estudio al conjunto de cubos de diseño de concreto, según el estándar de construcción establecido en el Reglamento Nacional De Edificaciones.

Diseño del mortero con una sustitución de cemento por ceniza hojas de pino en unos porcentajes determinado según los cálculos.

MUESTRA:

La muestra estará constituida por 27 cubos (morteros) de concreto: 9 probetas para 0% de sustitución, 9 probetas para 5% y 9 probetas para 10% de sustitución. (Según Reglamento Nacional de Edificaciones, 2007).

2.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

La técnica a utilizar será la observación y como instrumento tenemos guías o fichas de observación (ver anexo).

Las guías serán tomadas con respecto a los siguientes ensayos:

- Contenido de Humedad
- Ensayo Granulométrico
- Ensayo de Peso Específico de Arena Gruesa
- Ensayo de Peso Unitario de Arena Gruesa
- Ensayo de degradación
- Análisis de fluidez
- Análisis de PH de la ceniza hojas de Pino
- Análisis de ADT de la ceniza hojas de Pino
- Rayos x de la ceniza hojas de Pino

- Relación de a/c.
- Diseño de Mezcla
- Elaboración de Morteros
- Ruptura de Morteros
- Guía de Registro realizados por nosotros mismos, para ver el avance de nuestros morteros, estos instrumentos fueron validados por la opinión de expertos sobre el tema.
- Computadoras para el análisis de los resultados arrojados en el laboratorio.
- Materiales necesarios para la elaboración de los testigos.

III. RESULTADOS.

3.1. GRANULOMETRÍA

Tabla 9 Composición Granulométrica Del Agregado Fino (Arena).

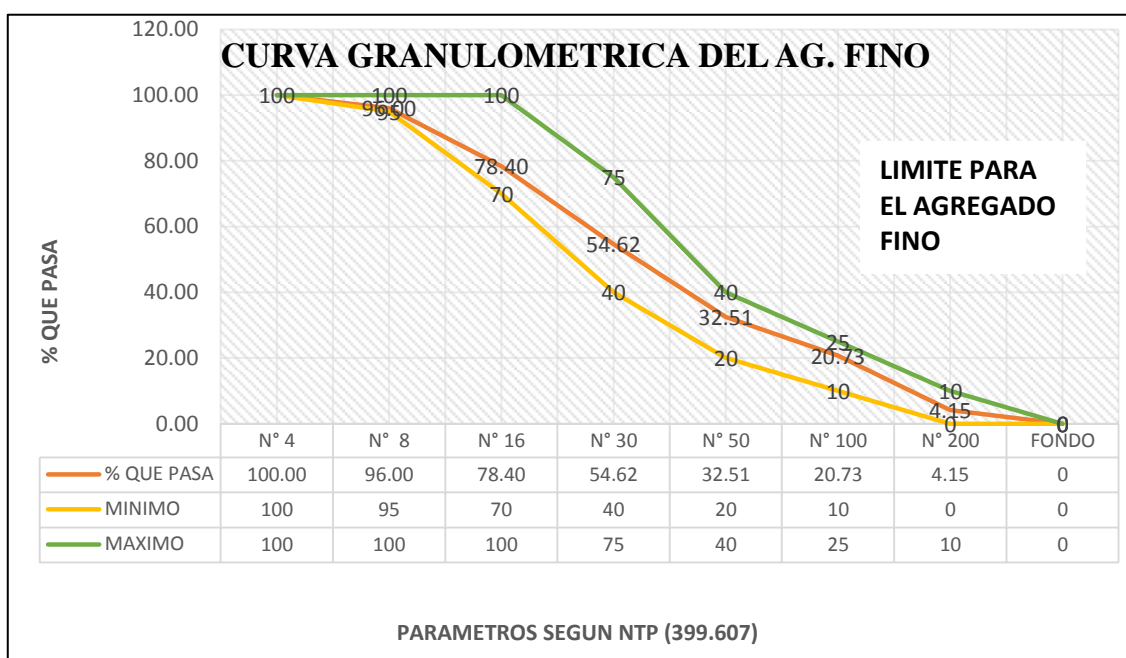
N°	TAMIZ ABERT. (mm)	PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
N° 4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 8	2.360	27.50	4.00	4.00	96.00
N° 16	1.180	121.00	17.60	21.60	78.40
N° 30	0.600	163.50	23.78	45.38	54.62
N° 50	0.300	152.00	22.11	67.49	32.51
N° 100	0.150	81.00	11.78	79.27	20.73
N° 200	0.075	114.00	16.58	95.85	4.15
FONDO		28.50	4.15	100.00	0.00
(TOTAL)		687.50	100.00		
		687.50			

Módulo de Finura (MF):

$$MF = \frac{\% \text{ Retenido Acumulado}}{100}$$

$$\% \text{ RETENIDO ACUMULADO} = 217.75$$

$$MF = 2.18$$



Fuente: Elaboración Propia.

Grafico N° 1: Curva Granulométrica Del Agregado Fino.

Fuente: Elaboración Propia.

3.2. CONTENIDO DEHUMEDAD

En esta Tabla n° 5 se observa que el contenido de humedad del agregado grueso es mucho menor que el contenido de humedad del agregado fino, en promedio el contenido de humedad de los agregados es 8.29

Tabla 10: Contenido De Humedad Del Agregado fino.

ARENA FINA		
RECIPIENTES	N° 16	N° 27
PESO RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO	785.00	757.00
PESO RECIPIENTE + SUELO SECO	737	712
PESO DE RECIPIENTE	162	165.6
PESO DE AGUA	48	45
PESO SUELO SECO	575	546.4
HUMEDAD (%)	8.35	8.24
HUMEDAD PROMEDIO (%)	8.29	

Fuente: Elaboración Propia.

3.3. PESO UNITARIO SUELTO

En la presente tabla se observa el peso unitario de la arena gruesa, su peso unitario varillado es mucho mayor que el peso unitario suelto.

Tabla 11: Peso Unitario Del Agregado Grueso (Arena fina).

ARENA FINA						
TIPO DE PESO UNITARIO	PESO UNITARIO VARILLADO			PESO UNITARIO SUELTO		
Muestra n°	1	2	3	1	2	3
Peso material + molde	8365	8372	8410	7629	7637	7645
Peso del molde	3426	3426	3426	3426	3426	3426
Peso del material	4939	4946	4984	4203	4211	4219
Volumen del molde	2776	2776	2776	2776	2776	2776
Peso unitario	1.78	1.78	1.80	1.51	1.52	1.52
PESO UNITARIO PROMEDIO (13Kg/m3)		1786			1517	

Fuente: Elaboración Propia.

3.4. PESO ESPECIFICO

En la presente tabla, observamos el peso específico (base seca = 2.63), peso específico (base saturada = 2.68) y peso específico aparente (base seca = 2.67), el porcentaje de la absorción de la piedra chancada es de .89%.

Tabla 12: Gravedad Específica Y % De Absorción Del Agregado Grueso (Agregado fino).

ARENA FINA				
	IDENTIFICACION	N° 37	N° 19	PROMEDIO
A	PESO MATERIAL SATURADO SUPERFICILMENTE SECA (EN AIRE)	300.00	300.00	
B	PESO FRASCO + AGUA	678.50	675.50	
C	PESO FRASCO + AGUA + (A + B)	978.50	975.50	
D	PESO DEL MATERIAL + AGUA EN EL FRASCO	864.00	862.50	
E	VOLUMEN DE MASA + VOLUMEN DE VACIO = C - D	114.50	113.00	
F	PESO DE MATERIAL SECO EN ESTUFA (105° C)	293.90	294.20	
G	VOLUMEN DE MASA = E - (A - F)	108.40	107.20	
	Pe BULK (BASE SECA) = F / E	2.57	2.60	
	Pe BULK (BASE SATURADA) = A / E	2.62	2.65	2.02
	Pe APARENTE (BASE SECA) = F / G	2.71	2.74	
	% DE ABSORCIÓN = ((A - F) / F) * 100	2.08	1.97	
	PROM. DE % DE ABSOR.		2.02	
	Prom. de Peso Específico de N° 37	2.63		
	Prom. de Peso Específico de N° 19	2.67		
	PROM. PESO ESPECIFICO		2.65	

Fuente: Elaboración Propia.

3.5. ANALISIS DE FLUIDEZ.

El ensayo de fluidez del mortero en base a la norma ASTM-C230. Según la norma el ensayo se debe hacer sobre una mesa de flujo, la cual se debe calibrarse para dejarse caer 25 veces de una altura determinada por la plataforma donde se ubica previamente la mezcla de mortero con un molde específico a continuación se presente la formula del cálculo.

$$\% \text{ Fluidez} = \frac{\varnothing \text{ Promedio (cm)} - \varnothing \text{ Base inferior del molde (cm)}}{\varnothing \text{ Base inferior del molde (cm)}} * 100$$

3.6. MÉTODO TEORICO DISEÑO DE MEZCLAS

En las siguientes tablas se presenta, los resultados de la dosificación para las mezclas de mortero conforme al método 048 porcentajes que se van a sustituir para la combinación de ceniza 5% y 10%.

DETERMINACION DE LA FLUIDES DE LA MEZCLA DEL MORTERO PATRON Y EXPERIMENTAL CON UN 5% Y 10% DE LA SUSTITUCION DE CEMENTO POR CENIZAS HOJAS DE PINO.

Tabla 13: Gravedad Específica Y % De Absorción Del Agregado Grueso (Agregado fino).

0% MEZCLA PATRON	5 %MEZCLA SUSTITUCION	10 %MEZCLA SUSTITUCION
Ø 1 = 10.30	Ø 1 = 10.25	Ø 1 = 10.22
Ø 2 = 10.20	Ø 2 = 10.25	Ø 2 = 10.26
Ø 3 = 10.20	Ø 3 = 10.20	Ø 3 = 10.26
Ø 4 = 10.00	Ø 4 = 10.22	Ø 4 = 10.24
P 0% MP. = 10.18	P 5% MP. = 10.23	P 10% MP. = 10.25

$$\frac{10.18-10.16}{10.16} * 100 = 0.19\%, \quad \frac{10.23-10.16}{10.16} * 100 = 0.69\%, \quad \frac{10.25-10.16}{10.16} * 100 = 0.89\%$$

RELACION AGUA Y CEMENTO

$$A/C \text{ 0\% MP.} = 0.485 \quad A/C \text{ 5\% MP.} = 0.500 \quad A/C \text{ 10\% MP.} = 0.516$$

PROPORCIONES

0% MEZCLA PATRON	5 %MEZCLA SUSTITUCION	10 %MEZCLA SUSTITUCION
CEMENTO = 250(gm)	CEMENTO =237.50(gm)	CEMENTO =225(gm)
ARENA = 687.5(gm)	ARENA =687.5(gm)	ARENA =687.5(gm)
AGUA =121 (gm)	CENIZA =12.5(gm)	CENIZA =25(gm)
	AGUA =125(gm)	AGUA =129(gm)

Fuente: Elaboración Propia.

3.7. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.

La manera en que se llevó el control del comportamiento del mortero modificado Con arcilla y cenizas de paja de trigo. Las pruebas se realizaron a los 3, 7, y 28 días después de su elaboración, para esto se tuvieron que elaborar 18 probetas con sustitución y 9 probetas para el control.

La mezcla a ser utilizada de patrón, por no ser modificada en sus componentes y la cual nos va brindar los parámetros de cómo van evolucionando las mezclas. La resistencia a la compresión del espécimen se calcula dividiendo la carga máxima soportada durante la prueba entre el área de la sección transversal del cubo. Se muestran los valores registrados por la prensa eléctrica de la prueba de compresión, con respecto a la edad de elaboración de los concretos (3, 7, y 28 días).

Tabla 14: Cuadro de las resistencias según, días de curado.

N°	PROBETA DESCRIPCIÓN	MARCA	DISEÑO (Kgf/cm ²)	FECHA		CARGA A (Lb.)	CARGA (Kgf.)	F'c (Kgf/Cm ²)
				MOLDEO	ROTURA			
1	CONCRET	I	310	05/04/2018	08/04/2018	5810	2635	105.41
2	O PATRÓN	II	310			5684	2578	103.13

3		III	310			6210	2817	112.67
RESISTENCIA PROMEDIO A LA COMPRESION F'c =								107.07

N°	PROBETA DESCRIPCIÓN	MARCA	DISEÑO (Kgf/cm2)	FECHA		CARGA A (Lb.)	CARGA (Kgf.)	F'c (Kgf/Cm2)
				MOLDEO	ROTURA			
1	CENIZA 5% DE	IV	310			6840	3103	124.10
2	REEMPLAZO DE	V	310	05/04/2018	08/04/2018	5680	2576	103.06
3	CEMENTO	VI	310			6310	2862	114.49

RESISTENCIA PROMEDIO A LA COMPRESION F'c =								113.88
---	--	--	--	--	--	--	--	---------------

N°	PROBETA DESCRIPCIÓN	MARCA	DISEÑO (Kgf/cm2)	FECHA		CARGA A (Lb.)	CARGA (Kgf.)	F'c (Kgf/Cm2)
				MOLDEO	ROTURA			
1	CENIZA 10% DE	VII	310			6590	2989	119.57
2	REEMPLAZO DE	VIII	310	05/04/2018	08/04/2018	7250	3289	131.54
3	CEMENTO	IX	310			7440	3375	134.99

RESISTENCIA PROMEDIO A LA COMPRESION F'c =								128.70
---	--	--	--	--	--	--	--	---------------

2°- RESITENCIA DE COMPRESIÓN PARA 7 DIAS DE CURADO

N°	PROBETA DESCRIPCIÓN	MARCA	DISEÑO (Kgf/cm2)	FECHA		CARGA A (Lb.)	CARGA (Kgf.)	F'c (Kgf/Cm2)
				MOLDEO	ROTURA			
1	CONCRET	I	310			9490	4305	172.18
2	O PATRÓN	II	310	05/04/2018	12/04/2018	8780	3983	159.30
3		III	310			10080	4572	182.89

RESISTENCIA PROMEDIO A LA COMPRESION F'c =								171.46
---	--	--	--	--	--	--	--	---------------

N°	PROBETA DESCRIPCIÓN	MARCA	DISEÑO (Kgf/cm2)	FECHA		CARGA A (Lb.)	CARGA (Kgf.)	F'c (Kgf/Cm2)
				MOLDEO	ROTURA			
1	CENIZA 5% DE	IV	310			10250	4649	185.97
2	REEMPLAZO DE	V	310	05/04/2018	12/04/2018	11600	5262	210.47
3	CEMENTO	VI	310			11510	5221	208.83

RESISTENCIA PROMEDIO A LA COMPRESION F'c =								201.76
---	--	--	--	--	--	--	--	---------------

PROBETA	MARCA	DISEÑO (Kgf/cm ²)	FECHA		CARGA A (Lb.)	CARGA (Kgf.)	F'c (Kgf/Cm ²)
N°	DESCRIPCIÓN		MOLDEO	ROTURA			
1	CENIZA 10 % DE	VII	310		13320	6042	241.67
2	REEMPLAZO DE	VIII	310	05/04/2018	12890	5847	233.87
3	CEMENTO	IX	310	12/04/2018	13560	6151	246.03
RESISTENCIA PROMEDIO A LA COMPRESION F'c =							240.52

3°- RESISTENCIA DE COMPRESIÓN PARA 28 DIAS DE CURADO

PROBETA	MARCA	DISEÑO (Kgf/cm ²)	FECHA		CARGA A (Lb.)	CARGA (Kgf.)	F'c (Kgf/Cm ²)
N°	DESCRIPCIÓN		MOLDEO	ROTURA			
1	CONCRETO	I	310		15689	7116.40	284.66
2	PATRÓN	II	310	05/04/2018	16500	7484.27	299.37
3		III	310	03/05/2018	16985	7704.26	308.17
RESISTENCIA PROMEDIO A LA COMPRESION F'c =							297.40

PROBETA	MARCA	DISEÑO (Kgf/cm ²)	FECHA		CARGA A (Lb.)	CARGA (Kgf.)	F'c (Kgf/Cm ²)
N°	DESCRIPCIÓN		MOLDEO	ROTURA			
1	CENIZA 5% DE	IV	310		16760	7602.20	304.09
2	REEMPLAZO DE	V	310	05/04/2018	16885	7658.90	306.36
3	CEMENTO	VI	310	03/05/2018	17120	7765.50	310.62
RESISTENCIA PROMEDIO A LA COMPRESION F'c =							307.02

PROBETA	MARCA	DISEÑO (Kgf/cm ²)	FECHA		CARGA A (Lb.)	CARGA (Kgf.)	F'c (Kgf/Cm ²)
N°	DESCRIPCIÓN		MOLDEO	ROTURA			
1	CENIZA 10 % DE	VII	310		17840	8092.08	323.68
2	REEMPLAZO DE	VIII	310	05/04/2018	18450	8368.77	306.36
3	CEMENTO	IX	310	03/05/2018	17890	8114.76	324.59
RESISTENCIA PROMEDIO A LA COMPRESION F'c =							327.67

Fuente: Elaboración Propia.

En la gráfica mostrada podemos observar la resistencia obtenida a los 3 días de curado del patrón y de la sustitución de cenizas hojas de Pino en 5% y 10% del cemento.

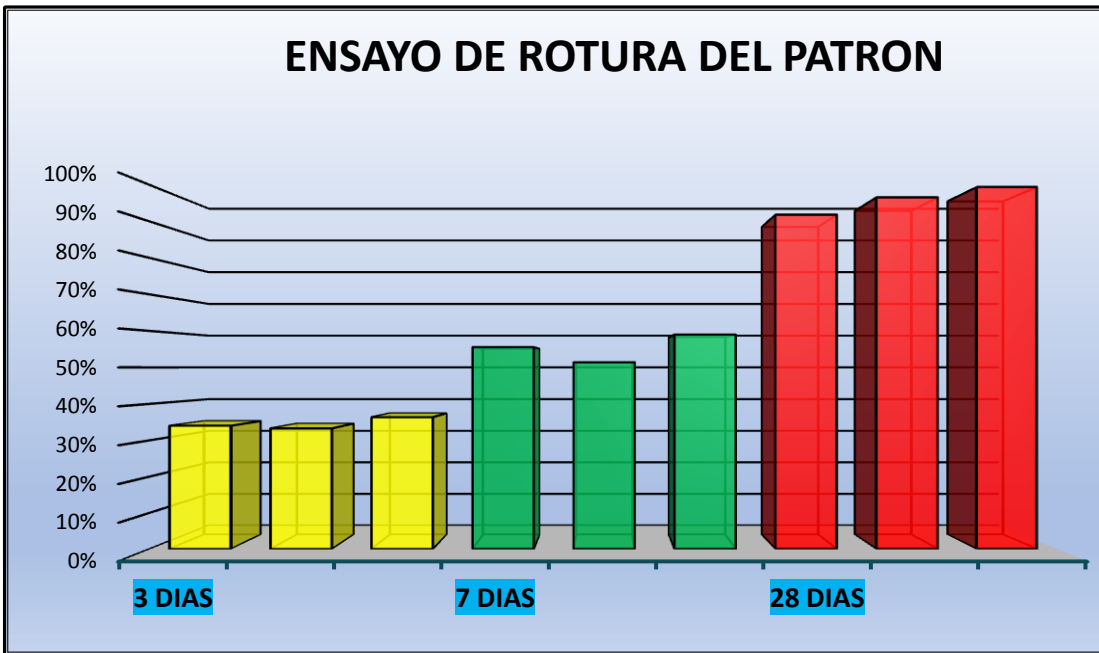


Grafico N° 2 : Ensayos de resistencia del mortero 0% patrón.

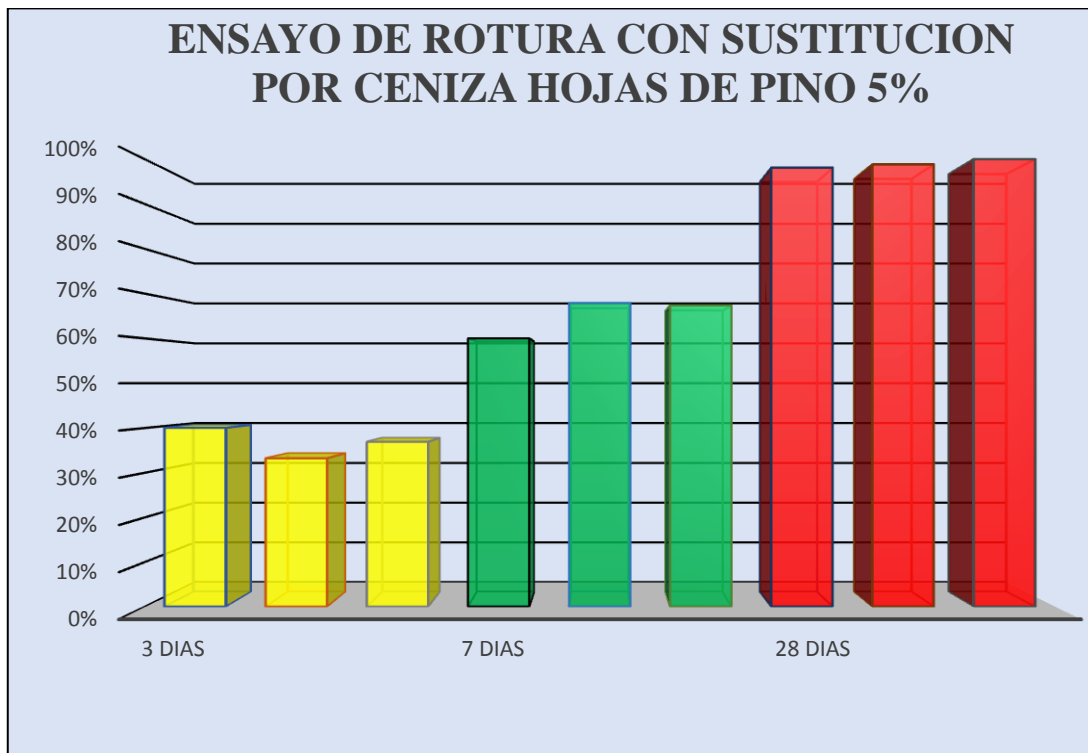


Grafico N° 3 : Ensayos de resistencias del mortero 5% de sustitución de cemento.

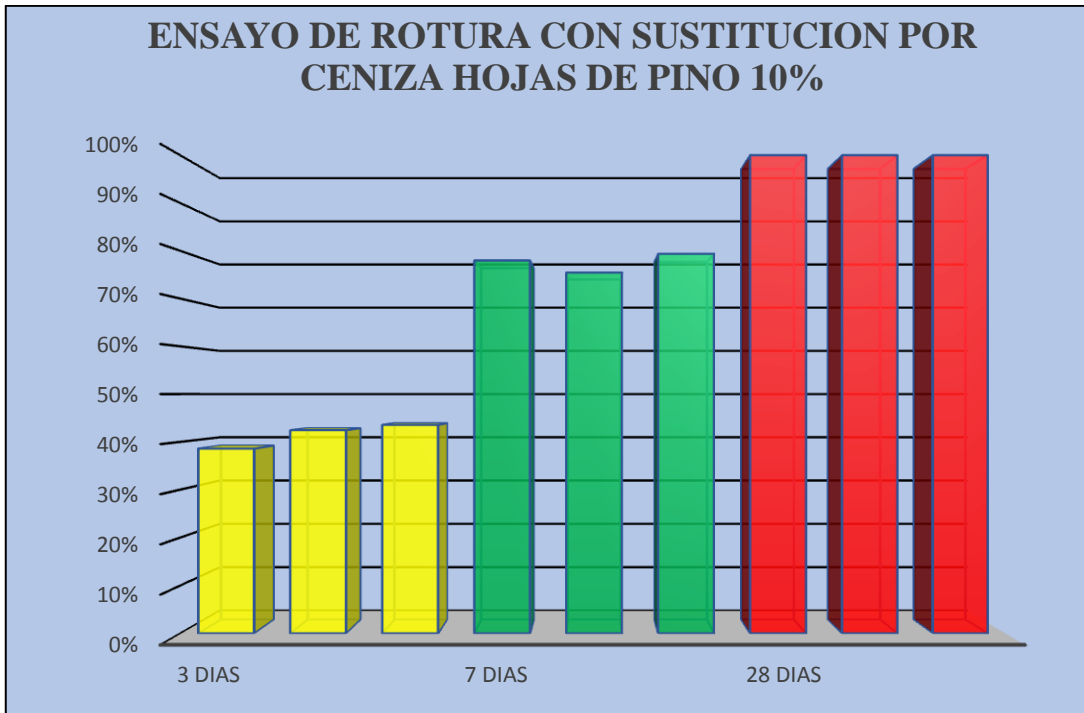


Grafico N° 4 : Ensayos de resistencia del mortero 10% de sustitución de cemento

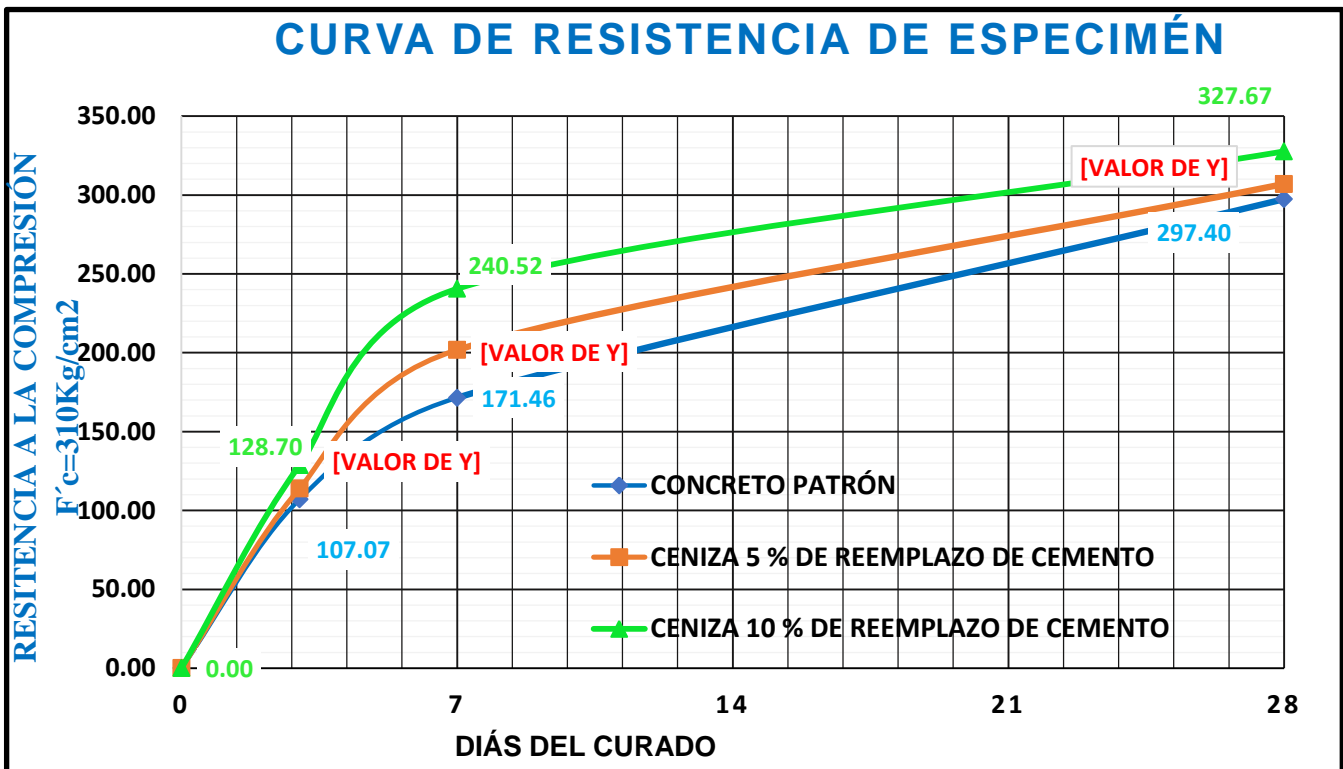


Grafico N° 5 : grafico según los días de curado de espécimen.

IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN.

En la investigación realizada de la sustitución del cemento, para título profesional denominada “RESISTENCIA DE MORTERO CON CEMENTO SUSTITUIDO EN 5% Y 10% POR CENIZAS DE HOJAS DE PINO (*Pinus Radiata*), EN SAN LUIS ANCASH.”, llego a concluir Para probetas con un 5% y 10% de sustitución de cemento por ceniza hojas de pino durante 28 días, las cubos de mortero sustituido fueron mas resistente que el mortero patron, mientras que el control de los briquetas más de resistencia este resultado es 5% y 10% cuanto a la resistencia lo superara al mortero patrón; esto se debe que necesita más días de curado.

- ✓ se observa que los especímenes de la ceniza el patrón tiene menos resistencias que los especímenes de los morteros experimentales con la combinación de 5% y 10% cenizas hojas de pino.
- ✓ A pesar de las diferencias en las resistencias a la compresión de los especímenes del mortero patrón frente a los especímenes de los mortero experimentales, no significa que la sustitución de 5% y 10% de cemento por la combinación cenizas hojas de pino de Canchabamba San Luis la resistencia optima; pero el mortero patrón no supero dichos resultados por una mínima diferencia de resistencia, siendo la misma la relación agua/cemento.
- ✓ Las resistencias obtenidas en los especímenes del mortero experimental, se debe a la composición química de la ceniza hoja de pino.
- ✓ Al realizar la prueba de análisis de la varianza se observa que existe una diferencia mínima en las resistencias del mortero patrón frente a los experimental.
- ✓ Al observar los valores de la Probabilidad ($p = 0.00$ y $p = 0.04$) teniendo en cuenta como origen de las variaciones a los días de curado y la sustitución del cemento por ceniza de hojas de pino en un 5%, 10% podemos concluir con un nivel de confianza del 95%, que las resistencias medias en kg/cm^2 logradas por los concretos patrones y los concretos experimentales tienen diferencias significativas estadísticamente.

Tabla N° 15: Cuadro de las resistencias según ANOVA.

Análisis de varianza para determinar las diferencias de las resistencias del concreto patrón y experimentales $f'c=210$ kg/cm²

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Días de curado	56702.49	2.00	28351.24	177.40	0.00	6.94
Sustitución	2480.78	2.00	1240.39	7.76	0.04	6.94
Error	639.28	4.00	159.82			
Total	59822.54	8.00				

Fuente: Elaboración propia

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1. CONCLUSIONES

- ✓ La utilización de cenizas hojas de pino reemplazo es fundamental, sobre todo, donde este material abunda como por ejemplo entre la localidad de San Luis y pueblos aledaños, debido a que existe la disponibilidad de este material
- ✓ A los 28 días la resistencia a la compresión del mortero patrón fue menor que los los morteros experimentales, de la sustitución de 5 % y 10% de cemento por la ceniza hoja de pino de la localidad de Canchabamba San Luis.
- ✓ Las resistencias obtenidas a los 03 , 07 y 28 días del concreto patrón y experimentales, se observa que el mortero patrón tiene menor resistencia que los morteros experimentales teniendo una mínima diferencia.
- ✓ Según la prueba estadística de análisis de la varianza, se observa que existen una mínima diferencia en los curado que se a echo por cada experimento.

5.2. RECOMENDACIONES.

- ✓ Considerar los materiales y tecnologías constructivas no convencionales
- ✓ Esta tesis de investigación es un aporte para hacer nuevos análisis ya sustituyendo un porcentaje 15% y 20% con la ceniza de pino, que posteriormente servirá como una alternativa para ser utilizada en la elaboración de suelos.
- ✓ Promover y profundizar la investigación realizada, ya que el estudio realizado no cuenta con los antecedentes realizados en la región, esto servirá para futuras análisis el comportamiento del mortero a largo plazo.
- ✓ La investigación realizada, se puede ampliar con diferentes métodos de investigación, como en concreto armado, ladrillos de concreto ect.

VI. AGRADECIMIENTO

A Dios por la vida y las bendiciones que me brinda cada día, a mis padres que siempre me brindaron su apoyo incondicional durante mi formación profesional, a mis Hermanos por su paciencia, a mis maestros por enseñarme el amor al estudio y perseverancia.

Joel

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ✓ Abanto, Flavio. (2003). Tecnología del Concreto. Perú: Editorial San Marcos.
- ✓ Alujas, A. (2010). Empleo de Arcillas Caoliníticas de Bajo Grado Activadas Térmicamente como una Alternativa para el Reemplazo Parcial de Cemento Portland. Revista CENIC Ciencias Químicas, vol. 41, pp. 1-10.
- ✓ Bryan, D; Hugger, J; Horstam, M; Voss E. (2008, 8 de diciembre). Nuevos desarrollos en la Tecnología del Concreto, PHI- Planta de Hormigón Internacional. Recuperado de <http://www.imcyc.com/ct2008/dic08/dic08/tecnologia.htm>.
- ✓ Céspedes, Marco. (2003). Resistencia a la Compresión del Concreto A partir de la Velocidad de Pulsos de Ultrasonido, Tesis de Ingeniería Civil. Universidad de Piura, Perú.
- ✓ Druc, I. (1996). De la Etnografía Hacia la Arqueología: Aportes de Entrevistas con ceramistas de Ancash (Perú) Para la Caracterización de la Cerámica Prehispánica. Bull Inst, 25(1), 17-41.
- ✓ Normas ASTM C192 laboratorio "Curado estándar de especímenes sujetos a pruebas de resistencia".
- ✓ Osorio, J. (2013,26 de junio). "Resistencia mecánica del concreto y resistencia a la compresión".
- ✓ Pizarra, R. (1998), Arcillas Activadas por Lixiviación Parcial con Ácido Sulfúrico, Tesis de Ingeniería Química. Universidad Mayor de San Marcos, Perú.
- ✓ Rivva, E. (1999). Diseño de Mezclas. Perú: Editorial Hozlo S.C.R.L.
- ✓ Sanjuán Barbudo, M. Á., & Castro Borges, P. (2001). Acción de los agentes químicos y físicos sobre el concreto.
- ✓ Singh N.B, V.D. Singh, S. Rai. Hydration of bagasse ash-blended Portland cement [J] Cem Concr Res, 2000, 30: 1485-1488.
- ✓ Sun kou, M. (2004). Preparación de Filtros de Adsorción a Base de Arcillas Modificadas. Perú: Guzlop Editoras.
- ✓ Torres González, E. (2001). Tecnología básica del concreto. Xalapa: Universidad Veracruzana.

VIII. ANEXOS Y APENDICE.

La indicación de los trabajos realizados en la investigación de elaboración de mortero sustituyendo cemento por cenizas hojas de pino en san Luis.



Figura 02. Recolección Hojas de Pino (Canchabamba)

Figura 03. Arena Degradado del Rio Acochaca





Figura 04. Diseño y Pesaje de Materiales para Mortero.



Figura 05. Tamizando Ceniza activada a 750°C



Figura 06. Preparando Mezcla Acuerdo Indica la Norma Técnica Peruana 334.003.



Figura 07. Ensayos Análisis de Fluidez.



Figura 08. Preparando Cubos de Mortero para el Ensayo.



Figura 09. Desencofrado de los dados.



Figura 10. Datos para la Rotura Acuerdo al Tiempo Propuesto.



Figura 11. Dados después del ensayo fracturados