

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**Resistencia de concreto con materiales de la zona y
sustitución de cemento en 3% por cenizas de hojas de pino
(*Pinus Radiata*) – Huaraz.**

Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil

Autor

Reyes Carranza, José Manuel

Asesor

Solar Jara, Miguel

Chimbote – Perú

2018

INDICE

	pág.
PALABRAS CLAVES	i
TITULO.....	ii
RESUMEN.....	iii
ABSTRACT.....	iv
I. INTRODUCCION.....	01
II. METODOLOGIA DEL TRABAJO.....	43
III. RESULTADOS.....	54
IV. ANALISIS Y DISCUSION.....	69
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	73
VI. AGRADECIMIENTOS.....	75
VII. BIBLIOGRAFIA.....	76
VIII. APENDICES Y ANEXOS.....	79

PALABRAS CLAVES

Tema	Resistencia del concreto
Especialidad	Tecnología del concreto

KEYWORDS

Topic	Concrete Resistance
Specialty	Concrete Technology

LINEA DE INVESTIGACION

Área	2. Ingeniería y Tecnología
Sub-área	2.1. Ingeniería Civil
Disciplina	Ingeniería Civil

**Resistencia de concreto con materiales de la zona y sustitución de cemento en
3% por cenizas de hojas de pino (*Pinus Radiata*) - Huaraz**

RESUMEN

En el presente trabajo se obtuvo la pérdida de masa, calorimetría, composición química de la ceniza de pino (*Pinus Radiata*) y su debida sustitución en 3% del cemento, para evaluar su posible uso como puzolana.

El análisis químico de las cenizas de hoja de pino (*Pinus Radiata*) se realizó con el método de rayos X de Fluorescencia, los principales óxidos para comparar con los lineamientos de la norma ASTM C 618-00.

Se obtuvo la resistencia a la compresión de probetas de concreto patrón $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ y de concreto experimental (Sustitución en 3% del cemento) y se realizó las debidas comparaciones.

Se realizó la prueba de alcalinidad de la ceniza de Pino, utilizando el peachimetro, logrando obtener un $\text{pH} = 11.10$, es decir es una sustancia base – alcalina.

Los resultados de la ceniza de Pino (*Pinus Radiata*) muestran un 15.902% en la suma de óxidos ($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$). La ceniza de pino (*Pinus Radiata*) obtuvo una resistencia de 82.11 %, 99.16% y 112.77% a 7,14 y 28 días de edad.

La ceniza de pino (*Pinus Radiata*) podría utilizarse como puzolana en el concreto utilizando en porcentaje de sustitución del 3%.

ABSTRACT

The loss of mass, calorimetry, chemical composition of the pine ash (*Pinus Radiata*) and its adequate substitution in 3% of the cement were evaluated in order to evaluate its possible use as pozzolan.

The chemical analysis of pine leaf ash (*Pinus Radiata*) was performed using the Fluorescence x-ray method, the main oxides to compare with the guidelines of ASTM C 618-00.

The compressive strength of standard concrete specimens $f_c = 210 \text{ Kg / cm}^2$ and of experimental concrete (Substitution in 3% of the cement) was obtained and the necessary comparisons were made.

The alkalinity test of the Pine ash was carried out, using the peachimeter, obtaining a pH = 11.10, ie it is a base - alkaline substance.

The results of Pine ash (*Pinus Radiata*) show 15.902% in the sum of oxides ($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$). The pine ash (Pinus Radiata) obtained a resistance of 82.11%, 99.16% and 112.77% at 7.14 and 28 days of age.

The pine ash (Pinus Radiata) could be used as pozzolan in the concrete using a 3% substitution percentage.

INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla N°01.- Compuestos Químicos del Cemento Portland.....	08
Tabla N°02.- Componentes Químicos del Cemento Portland.....	09
Tabla N°03.- Composición Típica de los Cementos Portland.....	09
Tabla N°04.- Resistencia Promedio Especificado.....	28
Tabla N°05.- Asentamiento del concreto.....	29
Tabla N°06.- Volumen Unitario de Agua.....	29
Tabla N°07.- Contenido de Aire.....	30
Tabla N°08.- Relación Agua-cemento.....	30
Tabla N°09.- Contenido de Agregado Grueso.....	31
Tabla N°10.- Tolerancias de tiempo para realizar el ensayo de resistencia.....	38
Tabla N°11.- Variable dependiente: Resistencia a Compresión.....	40
Tabla N°12.- Variable independiente: Sustitución de Ceniza.....	41
Tabla N°13.- Esquema de Diseño de Investigación.Diseño en Bloque Completado....	44
Tabla N°14.- Técnica e instrumento.....	45
Tabla N°15.- Composición Química de la ceniza de hoja de Pino (<i>Pinus Radiata</i>).....	54
Tabla N°16.- Alcalinidad de la ceniza de hoja de Pino (<i>Pinus Radiata</i>).....	55
Tabla N°17.- Alcalinidad del cemento Portland Tipo I.....	55
Tabla N°18.- Contenido de Humedad del agregado Fino.....	55
Tabla N°19.- Contenido de Humedad del agregado Grueso.....	56
Tabla N°20.- Peso Unitario Suelto del agregado Fino.....	56
Tabla N°21.- Peso Unitario Suelto del agregado Grueso.....	57
Tabla N°22.- Peso Unitario Compactado del agregado Fino.....	57
Tabla N°23.- Peso Unitario Compactado del agregado Grueso.....	58
Tabla N°24.- Gravedad Específica y Absorción del agregado Fino.....	58
Tabla N°25.- Gravedad Específica y Absorción del agregado Grueso.....	59
Tabla N°26.- Granulometría del agregado Fino.....	59
Tabla N°27.- Granulometría del agregado Grueso.....	60
Tabla N°28.- Peso Específico del cemento Portland.....	61
Tabla N°29.- Resultados ensayo a compresión patrón 7 días.....	62
Tabla N°30.- Resultados ensayo a compresión patrón 14 días.....	62
Tabla N°31.- Resultados ensayo a compresión patrón 28 días.....	63

Tabla N°32.- Resistencia Promedio Patrón Respecto a N° Días.....	63
Tabla N°33.- Resultados ensayo a compresión experimental 7 días.....	64
Tabla N°34.- Resultados ensayo a compresión experimental 14 días.....	65
Tabla N°35.- Resultados ensayo a compresión experimental 28 días.....	65
Tabla N°36.- Resistencia Promedio experimental Respecto a N° Días.....	65
Tabla N°37.- Resistencia Promedio Patrón y Experimental.....	66
Tabla N°38.- ANOVA resistencia promedio patrón y experimental.....	67
Tabla N°39.- Cuadro estadístico de ANOVA.....	67
Tabla N°40.- Comparación ensayo compresión patrón vs experimental – 7 días.....	69
Tabla N°41.- Comparación ensayo compresión patrón vs experimental – 14 días.....	70
Tabla N°42.- Comparación ensayo compresión patrón vs experimental – 28 días.....	71

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura N°01.- Resistencia en compresión vs Relación Agua Cemento.....	12
Figura N°02.- Forma de compactación de los agregados.....	16
Figura N°03.- Ensayo a Compresión 2 especímenes.....	37
Figura N°04.- Ensayo a Compresión 3 especímenes.....	37
Figura N°05.- Prensa para ensayo de resistencia a la compresión.....	38
Figura N°06.- Colocación de la Probeta.....	39
Figura N°07.- Rotura de Probeta.....	40
Figura N°08.- Curva de Pérdida de Masa.....	54
Figura N°09.- Curva granulométrica del agregado Fino.....	60
Figura N°10.- Curva Granulométrica del agregado Grueso.....	61
Figura N°11.- Resistencia promedio patrón con respecto a las edades.....	64
Figura N°12.- Resistencia promedio experimental con respecto a las edades.....	66
Figura N°13.- Grafico de Barras de Comparación ensayo compresión patrón vs experimental – 7 días.....	69
Figura N°14.- Grafico de Barras de Comparación ensayo compresión patrón vs experimental – 14 días.....	70
Figura N°15.- Grafico de Barras de Comparación ensayo compresión patrón vs experimental – 28 días.....	71

I. INTRODUCCION

Los antecedentes citados para el estudio de esta investigación, son las siguientes:

- ✓ Hernández (2010), cenizas de hojas de pino y concha de coco para su uso como material puzolana. centro interdisciplinario de investigación para el desarrollo integral regional I.P.N unidad Oaxaca México; en el presente trabajo se obtuvo la densidad, composición química y el índice de actividad resistente (I.A.R) de la ceniza de fondo de concha de coco (CCC) y hoja de pino (CHP), para evaluar su posible uso como puzolana. el análisis químico de las cenizas se realizó con el método gravimétrico, digestión total, plasma de acoplamiento inductivo óptico y volumétrico, identificándose los principales óxidos para comparar con los lineamientos de la norma ASTM c 618-00. se obtuvo la resistencia a la compresión de cubos de mortero para calcular los I.A.Rs. Los resultados de la ceniza de coco muestran un 20.10% en la suma de óxidos ($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$) y un 60.96% para la ceniza de pino. la ceniza de coco obtuvo un I.A.R de 49.7% y 44.2% mientras que la ceniza de pino un I.A.R de 94.5% y 90.2% a 7 y 28 días de edad respectivamente. se concluye que la ceniza de pino podría utilizarse como puzolana en el concreto hidráulico.
- ✓ Guerrero (1984), indica que, las cenizas volantes en el hormigón han sido estudiados en numerosas investigaciones, sea como reemplazo de parte del cemento portland, sea simplemente como adición en el hormigón en estudios, se ha comprobado que cuando se emplean las cenizas volantes en porcentaje de 10 a 30 % de reemplazo, el agua necesaria para mezclado por unidad de volumen del hormigón generalmente no aumenta y a veces puede ser reducida; que la resistencia en las primeras edades, hasta los 28

días disminuye, pero en edades posteriores puede ser igual o mayor que el hormigón normal.

- ✓ Molina (2008), indica que, las puzolanas pueden contribuir a mejorar las características del hormigón. Entre estas se destaca el refinamiento de la estructura porosa del material. Además, las cenizas ofrecen un impacto positivo como sustituto parcial del cemento portland. La reducción de la dosis de cemento en las mezclas de hormigón abarata los costes del material, disminuye la contaminación asociada a la producción de cemento y ayuda a solucionar el problema de eliminación de las cenizas. Desde un punto de vista económico, la vida útil de las infraestructuras se encuentra limitada por el deterioro de los materiales de construcción

- ✓ Ríos (2011), en su tesis para optar el título de ingeniero civil en la Universidad Veracruzana de México, estudio el Empleo de la ceniza de caña de azúcar como (CBCA) sustituto porcentual del agregado fino en la elaboración de concreto hidráulico. Los resultados concluyen que la resistencia mecánica no fue benéfica porque se alcanzó menor resistencia que el concreto convencional y recomienda desarrollar el análisis de durabilidad de este tipo de concretos para mejores resultados.

- ✓ Pedro e. Matthey (2010), aplicación de ceniza de cascarilla de arroz obtenida de un proceso agro-industrial para la fabricación de bloques en concreto no estructurales. Cali - Colombia. En esta investigación se logró desarrollar una aplicación para un residuo agro-industrial como lo es la ceniza de cascarilla de arroz (CCA) resultante del proceso de combustión controlada de la cascarilla de arroz, este proceso de quema es realizado en la arrocería la Esmeralda ubicada en el municipio de Jamundí (Cali, Valle del Cauca, Colombia). La ceniza resultante del proceso de combustión de la cascarilla de arroz presentó un porcentaje de sílice amorfa del 29,38%. Este residuo se incorporó en mezclas de concreto con el fin de estudiar su efecto como puzolana en la sustitución

parcial de cemento Portland tipo I y como agregado fino, en la fabricación de bloques no estructurales y bloques macizos. Los resultados obtenidos mostraron que la relación cemento: agregado de 1:6 y la adición del 20% de CCA actuando como filler y puzolana es la composición óptima para el uso de este residuo agro-industrial en una aplicación como los bloques no estructurales. Además se encontró que el proceso de mezclado en dos etapas mejora la calidad del producto, aumentando las propiedades mecánicas de las mezclas elaboradas a 28 días de curado.

En la presente investigación tiene como justificación que se busca mejorar de forma específica la resistencia a la compresión $F'c=210\text{kg/cm}^2$ obtenida de un diseño de concreto sustituyendo el cemento en un 3% por ceniza de hoja de Pino (*Pinus Radiata*), y materiales de la zona de Huaraz en comparación con el método tradicional.

En la actualidad se busca la sustentabilidad en los procesos productivos del hombre, como una forma de cuidar el medio ambiente, y siendo la materia prima del cemento recursos no renovables, es que se busca reemplazar parte de la materia prima empleada, por recursos renovables como la hoja de Pino (*Pinus Radiata*), para el diseño de mezclas de concreto, cuidando no alterar las especificaciones técnicas del cemento.

Sabiendo que en los bosques de la ciudad de Huaraz se encuentra este cultivo; y a donde se orienta nuestra investigación, la cual contribuiría en la economía, en cuanto a costos del cemento, convirtiéndose en una opción interesante para la construcción, dado que se aprovecharían las hojas del Pino (*Pinus Radiata*).

Es decir estaríamos contribuyendo a la tecnología de materiales de construcción, al cuidado del medio ambiente, así mismo beneficiaría económicamente a la población al disminuir el costo del cemento.

La realidad problemática para la elaboración de esta investigación fue la siguiente:

En el mundo, los desechos sólidos representan un importante volumen de material que no es empleado, el cual ocupa espacio y causa problemas de salud, urbanismo e impacto en el medio ambiente, desmejorando la calidad de vida de los ciudadanos.

Algunos de estos desechos son de origen vegetal, como hojas y ramas de árboles y otras plantas que ocupan un gran volumen y que debido a su descomposición ocasionan varios problemas. Una de las aplicaciones que podemos dar a los desechos vegetales está en sustituir una parte de los materiales de construcción por ellos.

Debido al aumento del costo del cemento Portland, y al origen no renovable de su materia prima, se plantea la sustitución de una parte de dicho cemento por cenizas vegetales que aporten una mayor o igual resistencia a la aportada por el Portland, para disminuir el costo del material de construcción, y cuidar el medio ambiente, ya que la producción del cemento afecta al medio ambiente con la emisión de contaminantes.

En los últimos años, investigaciones basadas en la sustentabilidad demuestran que la sustitución de este material por cenizas de algunos frutos y hojas de plantas aporta mayores niveles de resistencia en la fabricación del concreto. Esto debido a los altos contenidos de sílice que poseen dichas cenizas.

Por el cual se planteó el siguiente problema:

¿Cuál es la resistencia de un concreto $f'c$ 210 Kg/cm², realizado con materiales de la zona y cuando se sustituye un 3% del cemento por cenizas de hojas de Pino (*Pinus Radiata*)?

La operación y conceptualización de la variable es lo siguiente:

Concreto

(Norma E.060), Mezcla de cemento Portland o cualquier otro cemento hidráulico, agregado fino, agregado grueso y agua, con o sin aditivos.

El concreto de uso común, o convencional, se produce mediante la mezcla de tres componentes esenciales, cemento, agua y agregados, a los cuales eventualmente se incorpora un cuarto componente que genéricamente se designa como aditivo.

Estados del Concreto.

Estado Fresco: Es el estado en la cual nos permite su manipulación y colocación.

Estado de Fraguado: Es el estado en el cual ha sufrido la pérdida de plasticidad del concreto Fresco.

Estado Endurecido: Es el estado el cual tiene la capacidad de resistir cargas.

Propiedades del Concreto Fresco.

Consistencia: La facilidad con que un concreto fresco se deforma nos da idea de su consistencia. Los factores más importantes que producen esta

deformación son la cantidad de agua de amasado, la granulometría y la forma y tamaño de sus áridos.

Docilidad: La docilidad puede considerarse como la aptitud de un concreto para ser empleado en una obra determinada; para que un concreto tenga docilidad, debe poseer una consistencia y una cohesión adecuada, así, cada obra tiene un concepto de docilidad, según sus medidas y características.

Densidad: Es un factor muy importante a tener en cuenta para la uniformidad del concreto pues el peso varía según la granulometría, y humedad de los áridos, agua de amasado y modificaciones en el asentamiento.

Características del Concreto.

A manera de síntesis, en la tabla se relacionen las principales características de los agregados y los correspondientes aspectos del comportamiento del concreto en que ejercen mayor influencia, tanto para el caso del concreto recién mezclado como ya en estado endurecido.

Cemento

(Norma E.060), Material pulverizado que por adición de una cantidad conveniente de agua forma una pasta aglomerante capaz de endurecer, tanto bajo el agua como en el aire.

Quedan excluidas las cales hidráulicas, las cales aéreas y los yesos.

Cuando se mezcla, se hace el vaciado y se cura de manera apropiada, el concreto forma estructuras sólidas capaces de soportar las temperaturas extremas del invierno y del verano sin requerir de mucho mantenimiento. El material que se utilice en la preparación del concreto afecta la facilidad con que pueda vaciarse y con la que se le pueda dar el acabado; también

influye en el tiempo que tarde en endurecer, la resistencia que pueda adquirir, y lo bien que cumpla las funciones para las que fue preparado.

Además de los ingredientes de la mezcla de concreto en sí misma, será necesario un marco o cimbra y un refuerzo de acero para construir estructuras sólidas. La cimbra generalmente se construye de madera y puede hacerse con ella desde un sencillo cuadrado hasta formas más complejas, dependiendo de la naturaleza del proyecto. El acero reforzado puede ser de alta o baja resistencia, características que dependerán de las dimensiones y la resistencia que se requieran. El concreto se vacía en la cimbra con la forma deseada y después la superficie se alisa y se le da el acabado con diversas texturas.

Cemento Portland

Según (Jimenez,2008) el cemento Portland es un Cemento hidráulico producido mediante la pulverización del Clinker, está compuesto principalmente por silicatos de calcio hidráulicos y, varias formas de sulfato de calcio que se adicionan durante el proceso de molienda.

Composición Química del Cemento Portland

Como se ha mencionado los componentes principales del cemento Portland lo constituyen los silicatos y los aluminatos de calcio, estos compuestos se forman por la asociación química de diferentes óxidos como el óxido de calcio (CaO), que se representa químicamente en forma abreviada por la letra C, la sílice (SiO_2) que se representa por S, la alúmina (Al_2O_3) que se representa por A y el óxido de hierro (Fe_2O_3) representado por F. Los compuestos principales resultado del proceso de fusión química en el horno son cuatro, sus nombres, formulas químicas abreviadas y abreviaciones comunes se citan a continuación:

Tabla N°01.- Compuestos Químicos del Cemento Portland

Compuestos	Formula	Abreviatura	Porcentaje
Silicato Tricalcio	3CaO.SiO ₂	C3S	30% a 50%
Silicato Dicalcico	2CaO.SiO ₂	C2S	15% a 30%
Aluminato Tricalcico	3CaO.Al ₂ O ₃	C3A	4% a 12%
Alumino ferrito tetracalcico	4CaO.Al ₂ O ₃ .Fe ₂ O ₃	C4AF	8% a 13%
Cal Libre	CaO		
Magnesia Libre	MgO		

Fuente: Torre (2004)

Adicionalmente se forman compuestos secundarios como MgO, SO₃, K₂O, Na₂O y otros. Los dos últimos óxidos, el de potasio y el de sodio se conocen como los álcalis del cemento, normalmente estos compuestos se restringen en un 0.6% por peso en forma combinada, esta restricción obedece a que arriba de este porcentaje y bajo condiciones ambientales favorables, los álcalis reaccionan en forma expansiva con algunos agregados de origen volcánico, provocando la desintegración del concreto.

Como se puede observar, los óxidos de calcio y de sílice son los más abundantes en los cementos, su variación en porcentaje, al igual que la de los demás óxidos está regida por las proporciones de los ingredientes en bruto alimentados al proceso de producción, pequeñas variaciones en los porcentajes de óxidos arrojan variaciones muy importantes en los compuestos principales del cemento. Las variaciones en porcentaje de los compuestos principales definen los diferentes tipos de cemento que se conocen. La tabla 2 presenta los tipos de cemento Portland convencionales en las obras de ingeniería civil.

Tabla N°2.- Componentes Químicos del Cemento Portland.

% de Óxidos (peso)	Rango
CaO	60-67
SiO ₃	17-25
Al ₂ O ₃	3-8
Fe ₂ O ₃	0.5-6.0
Na ₂ O + K ₂ O	0.2-1.3
MgO	0.1-4.0
Cal Libre	0-2
SO ₃	1-Mar

Fuente: American Society for Testing and Materials. ASTM.

Tabla N°3.- Composición Típica de los Cementos Portland.

Tipo de Cemento	Compuesto %			
	C3S	C2S	C3A	C2AF
I.Nomal	50	24	11	8
II.Moderado	42	33	5	13
II.Resistencia Rápida	60	61	62	63
IV.Bajo Calor	26	50	5	12
V.Resistencte a Sulfatos	40	40	4	9

Fuente: American Society for Testing and Materials. ASTM.

Propiedades Físicas del Cemento

Las propiedades físicas del cemento Portland permiten conocer su bondad como material cementante.

Peso Específico: (ASTM C 188-95), El peso específico del cemento se determina generalmente con el frasco de Le Chatelier. Este frasco permite determinar el volumen correspondiente a un cierto peso de cemento por el desplazamiento un líquido colocado dentro del frasco.

El líquido empleado es el petróleo o gasolina, ya que no es posible emplear agua pues el cemento iniciaría sus reacciones de fraguado. El peso específico del cemento varía entre límites estrechos, siendo su valor de 2.90 a 3.15 g/cm³.

Finura: (ASTM C 204-84), La finura del cemento es una característica física muy importante porque la hidratación de los granos que lo componen es muy lenta y depende naturalmente del diámetro del grano. Se estima que la velocidad de hidratación es del orden de 3.5 micras en 28 días, lo cual significa que la parte central de los granos relativamente gruesos pueden durar varios años en hidratarse, e inclusive no llegar jamás a hidratarse totalmente. Es claro que en estas circunstancias cuanto más fino sea el cemento, mayor será la cantidad que se hidrata, ya que la superficie total expuesta al agua es mucho mayor. Al hidratarse un mayor porcentaje del peso total del cemento, se obtiene una resistencia mayor.

La medida de la finura se expresa por el área de las partículas contenidas en un gramo del material, lo cual se denomina SUPERFICIE ESPECIFICA y se mide en cm² por gramo.

La finura se puede medir por sistemas directos o por sistemas indirectos. Dentro de los primeros están los procedimientos de tamizado, como son el tamiz número 200 (75 μm).

Relación Agua – Cemento

Según Powers (1959), La relación agua / cemento constituye un parámetro importante de la composición del concreto. Tiene influencia sobre la resistencia, la durabilidad y la retracción del concreto.

La relación agua cemento es el cociente entre las cantidades de agua y de cemento existentes en el concreto fresco. O sea que se calcula dividiendo la masa del agua por la del cemento contenidas en un volumen dado de concreto.

Una relación agua/cemento baja, conduce a un concreto de mayor resistencia que una relación agua/cemento alta. Pero entre más alta esta relación, el concreto se vuelve más trabajable.

$$R = \frac{a}{c}$$

R: relación agua – cemento.

a: masa del agua del concreto fresco.

c: masa del cemento del concreto fresco.

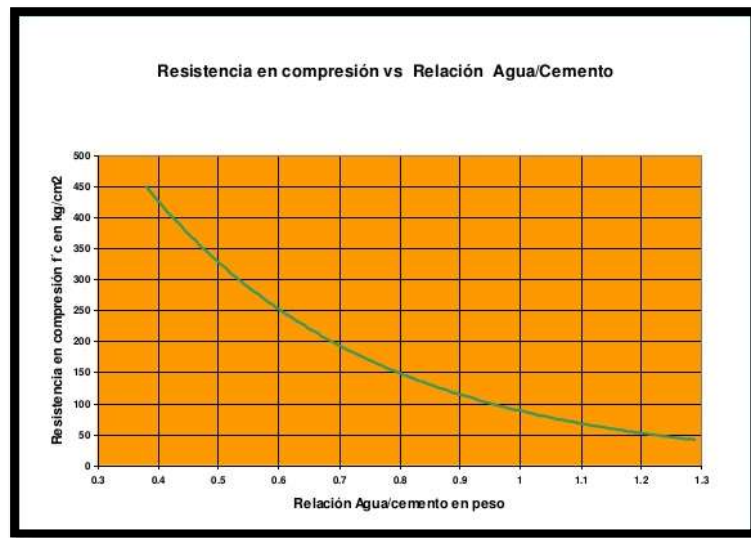


Figura N°01.- Resistencia en compresión vs Relación Agua Cemento

Fuente: ACI

Agregados

Definición

Se define como agregado al conjunto de partículas inorgánicas de origen natural o artificial cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados en la **NTP 400.011**.

Los agregados son la fase discontinua del concreto y son materiales que están embebidos en la pasta y que ocupan aproximadamente el 75% del volumen de la unidad cúbica de concreto.

Los agregados son materiales inorgánicos naturales o artificiales que están embebidos en los aglomerados (cemento, cal y con el agua forman los concretos y morteros).

Los agregados conforman el esqueleto granular del concreto y son el elemento mayoritario ya que representan el 80-90% del peso total de

concreto, por lo que son responsables de gran parte de las características del mismo. Los agregados son generalmente inertes y estables en sus dimensiones.

Los agregados generalmente se dividen en dos grupos: finos y gruesos. Los agregados finos consisten en arenas naturales o manufacturadas con tamaños de partícula que pueden llegar hasta 10mm; los agregados gruesos son aquellos cuyas partículas se retienen en la malla No. 16 y pueden variar hasta 152 mm.

✓ **Agregado Fino**

Se define como aquel que pasa el tamiz 3/8" y queda retenido en la malla N° 200, el más usual es la arena producto resultante de la desintegración de las rocas.

El agregado fino o arena se usa como llenante, además actúa como lubricante sobre los que ruedan los agregados gruesos dándole manejabilidad al concreto.

Un buen agregado fino al igual que el agregado grueso debe ser bien gradado para que puedan llenar todos los espacios y producir mezclas más compactas.

La cantidad de agregado fino que pasa los tamices 50 y 100 afecta la manejabilidad, la facilidad para lograr buenos acabados, la textura superficial y la exudación del concreto.

El agregado fino se emplea en el concreto para mejorar las propiedades de la mezcla plástica, facilitar el acabado, promover la uniformidad e impedir la segregación.

Estas mejoras se logran, en gran parte, por la composición granulométrica, el tamaño, la forma y la textura de la superficie de las partículas.

✓ **Agregado Grueso**

Es aquel que queda retenido en el tamiz N°4 y proviene de la desintegración de las rocas; puede a su vez clasificarse en piedra chancada y grava.

En principio el incremento en la resistencia a medida que disminuye el tamaño máximo del agregado se debe a una reducción en los esfuerzos de adherencia debido al aumento de la superficie específica de las partículas.

Las fuerzas de vínculo dependen de la forma y textura superficial del agregado grueso, de la reacción química entre los componentes de la pasta de cemento y los agregados.

Otro aspecto que tiene que ver con el tamaño máximo del agregado es el hecho de que existe una mayor probabilidad de encontrar fisuras o fallas en una partícula de mayor tamaño provocadas por los procesos de explotación de las canteras (dinamitado) y debido a la reducción de tamaño (trituración), lo cual lo convertirá en un material indeseable para su utilización en concreto.

El agregado ideal debe ser limpio, cúbico, anguloso, triturado 100%, con un mínimo de partículas planas y elongadas.

Propiedades Físicas de los Agregados.

a) Peso Unitario

(NTP 400.017), El peso unitario es el peso de la unidad de volumen de material a granel en las condiciones de compactación y humedad es que se efectúa el ensayo, expresada en kg/m^3 . Aunque puede realizarse el ensayo sobre agregado fino y agregado grueso; el valor que es empleado en la práctica como parámetro para la dosificación de concretos, es el peso unitario compactado del agregado grueso.

Peso Unitario Suelto: Se denomina peso unitario suelto cuando para determinarla se coloca el material seco suavemente en el recipiente hasta el punto de derrame y a continuación se nivela a ras una carilla.

El concepto peso unitario suelto es importante cuando se trata de manejo, transporte y almacenamiento de los agregados debido a que estos se hacen en estado suelto.

Peso Unitario Compactado: Se denomina peso unitario compactado cuando los granos han sido sometidos a compactación incrementando así el grado de acomodamiento de las partículas de agregado y por lo tanto el valor de la masa unitaria.

El peso unitario compactado es importante desde el punto de vista diseño de mezclas ya que con él se determina el volumen absoluto de los agregados por cuanto estos van a estar sometidos a una compactación durante el proceso de colocación de agregado.

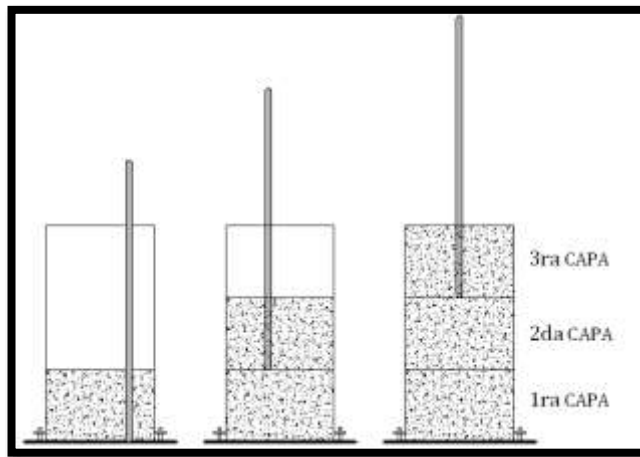


Figura N°02.- Forma de compactación de los agregados

Fuente: ACI

Formula a determinar los cálculos

Peso Del Agregado (PA):

$$PA = PT - PM$$

Peso Unitario Del Agregado (PU):

$$PU = PA / VM$$

Donde:

PM = Peso de molde (Kg)

VM = Volumen de molde (m³)

PT = peso de (molde + agregado) (Kg)

PU = peso unitario (Kg/m³)

b) Contenido de Humedad

(NTP 339.127), Es la cantidad total del agua que contiene la muestra de agregados al momento de efectuar la determinación de la masa, para

dosificar una revoltura, puede estar constituida por la suma del agua superficial y la absorbida.

Formula a determinar los cálculos.

El contenido de humedad de los agregados se puede calcular mediante la utilización de la siguiente fórmula:

$$P = [(W - D) / D] * 100$$

Donde,

P: Es el contenido de humedad [%].

W: es la masa inicial de la muestra [g].

D: es la masa de la muestra seca [g].

c) Gravedad Específica y Absorción.

(NTP 400. 021, 400.022), Gravedad Específica es la relación, a una temperatura estable, de la masa en el aire de un volumen unitario de material, a la masa del mismo volumen de agua a temperaturas indicadas.

Absorción es la cantidad de agua absorbida por el agregado después de ser sumergido 24 horas en agua.

Formula a determinar el cálculo.

Para el desarrollo de esta práctica vamos a definir unas variables para luego poder calcular los pesos específicos y la absorción.

Llamando:

A = Peso en el aire de la muestra seca [g].

B = Peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca [g].

C = Peso sumergido en agua con muestra saturada [g].

Para el cálculo de estos pesos específicos se debe realizar a temperatura ambiente, las formulas son las siguientes:

Peso específico aparente = $A / (B - C)$ [g/cm³]

Peso específico aparente (S.S.S) = $B / (B - C)$ [g/cm³]

Peso específico nominal = $A / A - C$ [g/cm³]

Absorción (%) = $(B - A) / A \times 100$ [%]

d) Granulometría

(NTP 400.012), Es la distribución de los tamaños de las partículas de un agregado, se determina por análisis de tamices de malla de alambre de aberturas cuadradas. Los tamices estándar ASTM C33 para agregado fino tienen aberturas que varían desde la malla No. 100(150um) hasta 9.52mm. Los números de tamaño (tamaños de granulometría), para el agregado grueso se aplican a las cantidades de agregado (en peso), en porcentajes que pasan a través de un arreglo de mallas.

Los agregados finos y gruesos según la norma ASTM C-33 y NTP 400.037, deberán cumplir con las GRADACIONES establecidas mediante ensayos de la NTP 400.012.

Análisis Granulométrico: Es la representación numérica de la distribución de las partículas por tamaños.

Tamaño Máximo: Tamaño de la abertura del tamiz que deja pasar todo el agregado.

Tamaño Nominal Máximo: Tamaño de la abertura del tamiz que produce el primer retenido del agregado.

Módulo de Finura: Es la centésima parte del número que se obtiene al sumar los porcentajes retenidos acumulados en el conjunto de tamices estándar, empleados al efectuar un análisis granulométrico. El Modulo de Finura nos representa un tamaño promedio ponderado del agregado, pero no representa la distribución de las partículas.

Concepto establecido por Duff Adams (1925), que se define como la suma de los porcentajes retenidos acumulados en la serie Estándar hasta el tamiz N°100 y esta cantidad se divide entre 100.

Formula a determinar el cálculo.

$$\text{Modulo de Finura} = \frac{\sum \% \text{ Acumulados Retenidos (1 1/2", 3/4", 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50 y N°100)}}{100}$$

Incineración

Combustión completa de la materia orgánica hasta su conversión en cenizas, usada en el tratamiento de basuras: residuos sólidos urbanos, industriales peligrosos y hospitalarios, entre otros. Tanto la incineración, como otros procesos de tratamiento de basuras a alta temperaturas son descritos como "tratamiento térmico".

Los productos de la combustión son cenizas, gases, partículas tóxicas y algunas con efectos cancerígenos, así como calor, que puede ser usado para generar energía eléctrica.

Los objetivos principales de este tratamiento son la reducción de volumen y del peso de la masa.

a) Incineración a cielo abierto.

Es aquel proceso de combustión de manera artesanalmente, lo cual permite la reducir el volumen y a la vez restringir el contenido de

agua de la masa, este tipo de incineración no establece una temperatura ni un periodo de manera controlada.

b) Incineración en Hornos con temperatura controlada.

Es aquel proceso de combustión realizado en Hornos de alta temperatura (Mufla), lo cual permite controlar la temperatura en un periodo determinado.

Los Hornos Mufla de Alta Temperatura para laboratorio, son utilizados en laboratorios para realizar pruebas de calcinamiento, incineración de muestras orgánicas e inorgánicas, tratamientos térmicos, entre otros.

Estos Hornos o muflas están equipadas con un control digital que se encarga de regular la temperatura. Adicionalmente cuentan con un Interruptor en la puerta que se encarga de cortar el suministro eléctrico para minimizar la exposición a altas temperaturas y el consumo innecesario de energía eléctrica, ésta función además previene el daño prematuro de los elementos calefactores.

El control que poseen muflas de pueden alcanzar temperaturas de hasta 1200°C. También cuentan con temporizador programable.

Ceniza

Producto de la combustión de algún material, compuesto por sustancias inorgánicas no combustibles, como sales minerales. Parte queda como residuo en forma de polvo depositado en el lugar donde se ha quemado el combustible (madera, basura, etc.) y parte puede ser expulsada al aire como parte del humo.

En el análisis de alimentos también se conoce con el nombre de cenizas al conjunto de minerales que no arden ni se evaporan.

Después de calcinarlo, es más fácil hacer un análisis detallado de cada mineral.

La composición de las cenizas de los vegetales varía según la planta de la que proceden y, para un mismo tipo de ella, con la edad y las características de los suelos.

a) Activación Térmica: Consiste en oxidar la materia prima a altas temperaturas en una atmósfera inerte o reductora, casi siempre saturada con vapor de agua.

La temperatura debe mantenerse constante, por lo general y dependiendo de la materia prima, se maneja entre 600°C y 1000°C.

b) Activación Mecánica: La activación mecánica se basa en esta teoría, mediante el aumento de la finura de las cenizas volantes para mejorar la actividad de las cenizas volantes.

Pinus Radiata

Es una especie arbórea perteneciente a la familia de las pináceas, género Pinus, originaria del suroeste de los Estados Unidos, principalmente California.

a) Historia

Entre los antiguos el pino era el árbol favorito de Deméter o Cibeles. Los coribantes llevaban tirsos cuyos extremos eran piñas de pino.

También se empleaba la piña en ceremonias del culto de Baco. A veces, se representan a Silvano con una rama de pino en la mano derecha.

b) Características

Es un árbol de talla media a elevada, de aproximadamente 30 metros de altura. La ventaja es que es una especie de crecimiento rápido ya que alcanza un diámetro de tronco de más de 40 pulgadas (~1 metro) en 25 o 35 años.

Posee una copa aplanada o abovedada en su madurez, con ramas inferiores extendidas. Tiene el tronco recto con ritidoma grueso de color pardo-rojizo.

Las hojas de agujas de unos 15 cm de longitud agrupadas en tres. Estróbilos ovoides de 7-14 cm de longitud agrupados en parejas o verticilos de 3-5, con las escamas externas muy prominentes.

c) Distribución y habitat

Pinus radiata es una especie original de California. Se desarrolla mejor en suelos silíceos y muy profundos.

Prefiere climas templados o cálidos, puesto que no soporta las temperaturas muy bajas ni las heladas, y necesita bastante humedad, aunque tolera algo de sequía estival.

d) Usos

Es una especie de gran interés para la industria por la calidad de su madera y su rápido crecimiento, que hace que su cultivo comience a dar beneficios en pocos años.

Su madera se aprovecha para diferentes fines, entre las que destacan la pasta de papel y la fabricación de tableros de partículas. Se cultiva en muchos países para hacer repoblaciones, principalmente por la rapidez de su crecimiento.

En la Península Ibérica se ha introducido sobre todo en la zona norte con el fin de aprovechar su madera para la fabricación de pasta de papel y para labores de entibamiento en minas de carbón. Se encuentra en zonas de baja altitud de las Comunidades Autónomas de Asturias, Cantabria, Castilla y León y País Vasco; y excepcionalmente en algunas regiones de Andalucía como Málaga, Cádiz y Sierra Morena. En las islas Canarias ha sido introducido en los años 1940- 50.

En Chile fue introducido el año 1888 por don Arturo Junge Sahr en la ciudad de Concepción, a partir de semillas encargadas al vivero alemán G. Porzel en Erfurt. Al encontrar un rápido crecimiento, se fue popularizando y hoy es uno de los árboles con mayores superficies plantadas en el país, dando origen a una industria de papel y madera de miles de millones de dólares anuales.

e) Taxonomía

Pinus radiata fue descrita por David Don y publicado en Transactions of the Linnean Society of London 17: 442. 1836.

f) Etimología

Pinus: nombre genérico dado en latín al pino.
radiata: epíteto latino que significa "radial, con rayos".

g) Sinonimia

- *Pinus adunca* Bosc. ex Poir.
- *Pinus californica* Loisel.

- Pinus insignis Douglas ex Loudon
- Pinus insignis var. laevigata Lemmon
- Pinus insignis var. macrocarpa Hartw. ex Carrière
- Pinus montereyensis Rauch. ex Gordon
- Pinus rígida Hook. & Arn.
- Pinus sinclairii Hook. & Arn.
- Pinus tuberculata D. Don

Diseño de Mezcla

Es un proceso que consiste de pasos dependientes entre sí:

- a) Selección de los ingredientes convenientes (cemento, agregados, agua y aditivos).
- b) Determinación de sus cantidades relativas “proporcionamiento” para producir un, tan económico como sea posible, un concreto de trabajabilidad, resistencia a compresión y durabilidad apropiada.

A) Consideraciones Básicas

Economía

El costo del concreto es la suma del costo de los materiales, de la mano de obra empleada y el equipamiento.

Sin embargo excepto para algunos concretos especiales, el costo de la mano de obra y el equipamiento son muy independientes del tipo y calidad del concreto producido.

Por lo tanto los costos de los materiales son los más importantes y los que se deben tomar en cuenta para comparar mezclas diferentes.

Debido a que el cemento es más costoso que los agregados, es claro que minimizar el contenido del cemento en el concreto es el factor más importante para reducir el costo del concreto. En general, esto puede ser echo del siguiente modo:

- Utilizando el menor slump que permita una adecuada colocación.
- Utilizando el mayor tamaño máximo del agregado (respetando las limitaciones indicadas en el capítulo anterior).
- Utilizando una relación óptima del agregado grueso al agregado fino.
- Y cuando sea necesario utilizando un aditivo conveniente.

Trabajabilidad

Claramente un concreto apropiadamente diseñado debe permitir ser colocado y compactado apropiadamente con el equipamiento disponible.

El acabado que permite el concreto debe ser el requerido y la segregación y sangrado deben ser minimizados. Como regla general el concreto debe ser suministrado con la trabajabilidad mínima que permita una adecuada colocación.

La cantidad de agua requerida por trabajabilidad dependerá principalmente de las características de los agregados en lugar de las características del cemento.

Cuando la trabajabilidad debe ser mejorada, el rediseño de la mezcla debe consistir en incrementar la cantidad de mortero en lugar de incrementar simplemente el agua y los finos (cemento).

Debido a esto es esencial una cooperación entre el diseñador y el constructor para asegurar una buena mezcla de concreto. En algunos casos una menos mezcla económica podría ser la mejor solución. Y se deben prestar oídos sordos al frecuente pedido, en obra, de “más agua”.

Resistencia y durabilidad

En general las especificaciones del concreto requerirán una resistencia mínima a compresión.

Estas especificaciones también podrían imponer limitaciones en la máxima relación agua/cemento (a/c) y el contenido mínimo de cemento. Es importante asegurar que estos requisitos no sean mutuamente incompatibles.

Como veremos en otros capítulos, no necesariamente la resistencia a compresión a 28 días será la más importante, debido a esto la resistencia a otras edades podría controlar el diseño.

Las especificaciones también podrían requerir que el concreto cumpla ciertos requisitos de durabilidad, tales como resistencia al congelamiento y deshielo o ataque químico.

Estas consideraciones podrían establecer limitaciones adicionales en la relación agua cemento (a/c), el contenido de cemento y en adición podría requerir el uso de aditivos.

B) Información requerida para el diseño de mezcla.

- Análisis granulométrico de los agregados (fino y grueso).
- Peso unitario suelto de los agregados (fino y grueso).
- Peso unitario compactado de los agregados (fino y grueso).
- Peso específico de los agregados (fino y grueso).
- Contenido de humedad y porcentaje de absorción de los agregados (fino y grueso).
- Tipo y marca del cemento.
- Peso específico del cemento.
- Relaciones entre resistencia y la relación agua/cemento, para combinaciones posibles de cemento y agregados.

C) Pasos para el proporcionamiento

Podemos resumir la secuencia del diseño de mezclas de la siguiente manera:

1. Estudio detallado de los planos y especificaciones técnicas de obra.
2. Elección de la resistencia promedio (f'_{cr}).
3. Elección del Asentamiento (Slump)
4. Selección del tamaño máximo del agregado grueso.
5. Estimación del agua de mezclado y contenido de aire.
6. Selección de la relación agua/cemento (a/c).
7. Cálculo del contenido de cemento.
8. Estimación del contenido de agregado grueso y agregado fino.
9. Ajustes por humedad y absorción.
10. Cálculo de proporciones en peso.
11. Cálculo de proporciones en volumen.
12. Cálculo de cantidades por tanda.

D) Pasos para el diseño de mezcla – método ACI

1. Determinación de la resistencia promedio.

Dado a que ni se conoce el valor de la desviación estándar, entonces según la norma ININVI

$$f_c = f'c + f'cr$$

Tabla N°04.- Resistencia Promedio Especificado

F'c Especificado	f'c r
< 210	F'c + 70
210 a 350	F'c + 84
> 350	F'c + 98

Fuente: ACI

2. Selección del Tamaño máximo nominal

De acuerdo a la granulometría del agregado grueso se determina un tamaño máximo nominal.

3. Selección del Asentamiento.

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones requieren que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que se determina un asentamiento.

Tabla N°05.- Asentamiento del concreto

TIPOS DE ESTRUCTURAS	SLUMP MAXIMO	SLUMP MINIMO
Zapatas y muros de cimentación reforzados.	3"	1"
Zapatas simples, cajones y muros de la subestructura.	3"	1"
Vigas y muros de concreto reforzado	4"	1"
Columnas	4"	2"
Pavimento y losas	3"	1"
Concreto masivo	2"	1"

Fuente: ACI

4. Volumen unitario de agua.

Para una mezcla de concreto con asentamiento de cuyo agregado grueso tiene un tamaño nominal se determina un volumen unitario de agua.

Tabla N°06.- Volumen Unitario de Agua

SLUMP	Agua en L/m ³ para los tamaños max. Nominales de agregado grueso y consistencia indicados							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	4"
CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160
% Aire atrap	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2
CONCRETO CON AIRE INCORPORADO								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	113
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154

Fuente: ACI

5. Contenido de Aire

Se determina el contenido de aire atrapado para agregado grueso de tamaño máximo nominal

Tabla N°07.- Contenido de Aire

SLUMP	Agua en L/m3 para los tamaños max. Nominales de agregado grueso y consistencia indicados							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	4"
CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160
% Aire atrap	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2
CONCRETO CON AIRE INCORPORADO								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	113
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154

Fuente: ACI

6. Relación agua- cemento.

Para una resistencia de diseño $f'c$ (kg/cm²) , sin aire incorporado, se determinara una relación agua – cemento.

Tabla N°08.- Relación Agua-cemento

F'c 28 DIAS	Relacion Agua /Cemento Vs F'c	
	C° sin aire	C° con aire
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43
450	0.38

Fuente: ACI

7. Factor cemento.

El Factor cemento sería:

$$\frac{\text{Volumen Unitario de Agua}}{\text{Relacion Agua - Cemento}}$$

8. Contenido de Agregado Grueso

Módulo de Fineza de A.Fino y tamaño máximo nominal se obtiene un volumen de agregado Grueso Compactado de agregado.

Tabla N°09.- Contenido de Agregado Grueso

Tamaño max. Nominal del Agregado Grueso	Vol. de Agregado grueso seco y compactado por unidad de volumen de concreto, para diferentes modulos de fineza del Agregado Fino.									
	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3.0	3.1	3.2	3.4
3/8"	0.50	0.49	0.48	0.47	0.46	0.45	0.44	0.43	0.42	0.41
1/2"	0.59	0.58	0.57	0.56	0.55	0.54	0.53	0.52	0.51	0.50
3/4"	0.66	0.65	0.64	0.63	0.62	0.61	0.60	0.59	0.58	0.57
1"	0.71	0.70	0.69	0.68	0.67	0.66	0.65	0.64	0.63	0.62
1 1/2"	0.76	0.75	0.74	0.73	0.72	0.71	0.70	0.69	0.68	0.67
2"	0.78	0.77	0.76	0.75	0.74	0.73	0.72	0.71	0.69	0.68
3"	0.81	0.80	0.79	0.78	0.77	0.76	0.75	0.74	0.73	0.72
6"	0.87	0.86	0.85	0.84	0.83	0.82	0.81	0.80	0.79	0.78

Fuente: ACI

9. Volúmenes absolutos

<i>Cemento</i>	:	<i>Factor cemento</i>	x	0.001	/	Peso específico cemento	= A
<i>Agua</i>	:	<i>Volumen unitario de agua</i>	x	0.001	/	Peso específico agua	= B
<i>Aire</i>	:	<i>Contenido de aire atrapado</i>	/	100.00			= C
<i>Agregado Grueso</i>	:	<i>Contenido agregado grueso</i>	x	0.001	/	Peso específico masa	= D

SUMA TOTAL: A+B+C+D (m3)

9.1. Contenido de agregado fino.

Volumen absoluto del agregado fino: 1 – SUMA TOTAL

Contenido de agregado fino = Volumen absoluto de agregado fino x Peso específico de masa

10. Valores de diseño.

Cemento = *Factor cemento*

Agua = *Volumen unitario de agua*

Agregado Fino Seco = *contenido agregado fino*

Agregado Grueso Seco = *contenido agregado grueso*

11. Corrección por humedad.

Peso húmedo del agregado:

$$\text{Agregado Fino} : \text{Contenido agregado} \times (1 + \text{Humedad}) = D$$

$$\text{Agregado Grueso} : \text{Contenido agregado} \times (1 + \text{Humedad}) = E$$

Humedad superficial del agregado:

$$\text{Agregado Fino} : \text{humedad} - \text{Abs} = X$$

$$\text{Agregado Grueso} : \text{humedad} - \text{Abs} = Y$$

Aporte de humedad de los agregados:

$$\text{Agregado Fino} : D \text{ (kg/m}^3\text{)} \times (X) = F$$

$$\text{Agregado Grueso} : E \text{ (kg/m}^3\text{)} \times (Y) = G$$

$$H = F + G$$

Agua efectiva:

$$\text{Agua efectiva} : \frac{\text{Volumen unitario agua}}{\text{lt/m}^3} - (H \text{ lt/m}^3) =$$

12. Valores de diseño corregido

		<i>Factor</i>
Cemento	:	<i>cemento</i> kg/m ³
Agua	:	(I) lt/m ³
Agregado Fino Seco	:	(F) kg/m ³
Agregado Grueso Seco	:	(G) kg/m ³

13. Valores para una Probeta.

Volumen de Probeta = Área de base x Altura (m³)

Cemento	:	<i>Factor</i> <i>cemento</i> kg/m ³	x Vol. de probeta (m ³)
Agua	:	(I) lt/m ³	x Vol. de probeta (m ³)
Agregado Fino Seco	:	(F) kg/m ³	x Vol. de probeta (m ³)
Agregado Grueso Seco	:	(G) kg/m ³	x Vol. de probeta (m ³)

Elaboración y curado de especímenes cilíndricos.

Este procedimiento aplica para cilindros de 6 x 12 pulgadas (15 x 30 cm) usando concreto con un asentamiento \geq 1 pulgada (2.5 cm).

a) Equipo

- ✓ Moldes cilíndricos
- ✓ Varilla: Ø 16 mm (5/8"), Long 500 mm \pm 100 mm, punta semiesférica
- ✓ Mazo de goma: Peso 600 g \pm 200 g
- ✓ Pala, plancha de albañil, regla para enrasar
- ✓ Carretilla u otro recipiente para muestreo y remezclado

b) Procedimiento

- ✓ Colocar los moldes en una superficie nivelada, libre de vibraciones, tránsito vehicular o peatonal, y evitando la exposición directa al sol
- ✓ Los moldes deben estar limpios y cubiertos con aceite mineral (desmoldante)
- ✓ Humedecer todas las herramientas.
- ✓ Llenar y compactar simultáneamente en todos los moldes en tres capas

- ✓ Evitar segregación
- ✓ Utilizar un cucharón pequeño (1/2 L)

- ✓ Distribuir el material uniformemente alrededor del perímetro del molde
- ✓ Llenar y compactar en tres capas iguales.

- ✓ Llenar en exceso la última capa
- ✓ 25 golpes con la varilla

- ✓ Penetrar 2,5 cm (1") en la capa anterior
- ✓ 10 a 15 golpes laterales con el mazo de goma

- ✓ Enrasar la superficie
- ✓ Identificar los especímenes

- ✓ PROTEGER para evitar la evaporación (Curado inicial)

c) Curado Estándar

Las probetas que evalúan la calidad del concreto se desmoldan antes de las 48 h después de moldeadas.

Máximo en 30 min después de desmoldar, colocar las probetas en una solución de agua de cal 3 g/L.

El propósito del curado húmedo es para maximizar la hidratación del cemento.

d) Envío de testigos al laboratorio de ensayos.

Si se envía probetas a un laboratorio lejano estas no deben ser transportadas por más de 4 h.

Los cilindros deben ser amortiguados durante el transporte y manipulados con cuidado en todo momento.

Los rodamientos y choques en la parte trasera de una camioneta pueden ocasionar más de un 7% de pérdida de resistencia.

Ensayo a Compresión

Es la medida más común de desempeño que usan los ingenieros para diseñar cualquier estructura.

Los resultados de pruebas de resistencia a la compresión se usan fundamentalmente para evaluar el cumplimiento del concreto suministrado con la resistencia especificada f^c .

Por definición un ensayo de resistencia corresponde al promedio de la resistencia de dos probetas de 150 mm de diámetro y 300 mm de altura, ensayados a los 28 días.

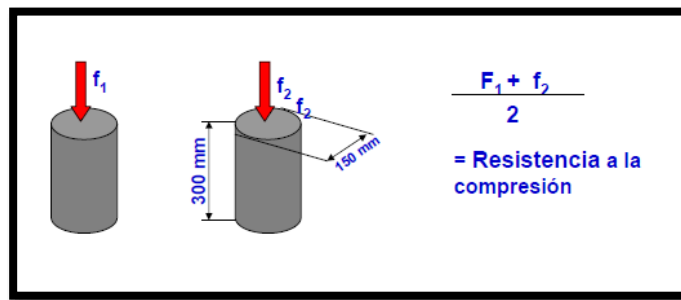


Figura N°03.- Ensayo a Compresión 2 especímenes
Fuente: ACI

(ACI 318.08); un ensayo de resistencia corresponde al promedio de la resistencia de tres probetas de 100 mm de diámetro y 200 mm de altura, ensayados a los 28 días.

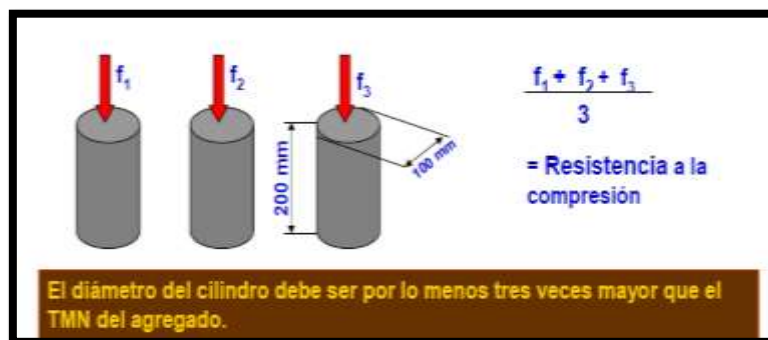


Figura N°04.- Ensayo a Compresión 3 especímenes
Fuente: ACI

La resistencia a la compresión es CONFORME si:

Cada promedio aritmético de tres ensayos de resistencia consecutivos a 28 días será mayor o igual a f'_c .

Ningún ensayo individual de resistencia será menor que f'_c en más de 35 kg/cm² cuando f'_c es 350 kg/cm² o menor.

Ningún ensayo individual de resistencia será menor que f'_c en más de 0.10 f'_c cuando f'_c es mayor a 350 kg/cm².

Tabla N°10.- Tolerancias de tiempo para realizar el ensayo de resistencia

Edad de Ensayo	Tolerancia de tiempo Permisible NTP 339.034	
	horas	%
24 h	± 0.5	± 2.1
3 d	± 2	± 2.8
7 d	± 6	± 3.6
28 d	± 20	± 3.0
90 d	± 48	± 2.2

Fuente: NTP 339.034

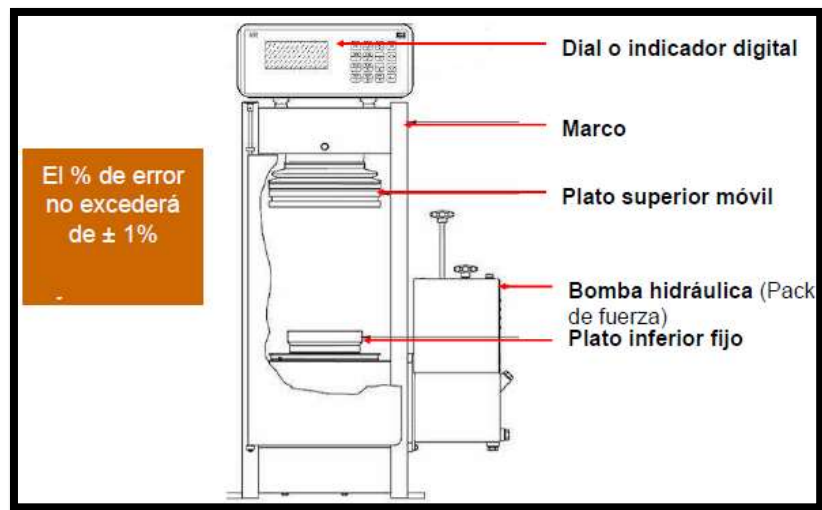


Figura N°05.- Prensa para ensayo de resistencia a la compresión

Fuente: ACI

Preparación y acondicionamiento de las probetas.

No debe permitir que los cilindros se sequen antes de la prueba.

El diámetro de la probeta debe determinarse con aproximación de 0.1 mm promediando las medidas de 2 diámetros perpendiculares entre sí a una altura media del espécimen

Para conseguir una distribución uniforme de la carga:

Se refrenan con mortero de azufre o con tapas de almohadillas de neopreno.

Colocación de la probeta.

Limpiar las superficies de los bloques superior e inferior y ambos lados de la probeta.

Centrar las probetas en la máquina de ensayo.

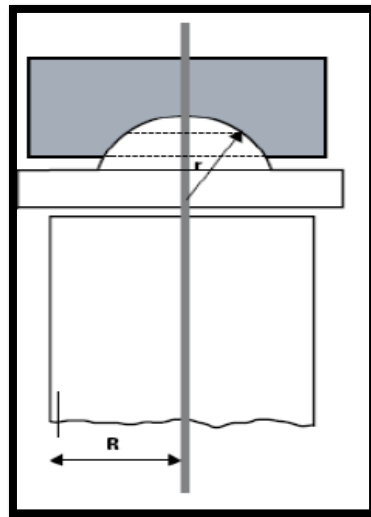


Figura N°06.- Colocación de la Probeta
Fuente: ACI

La carga hasta completar la rotura debe ser axial

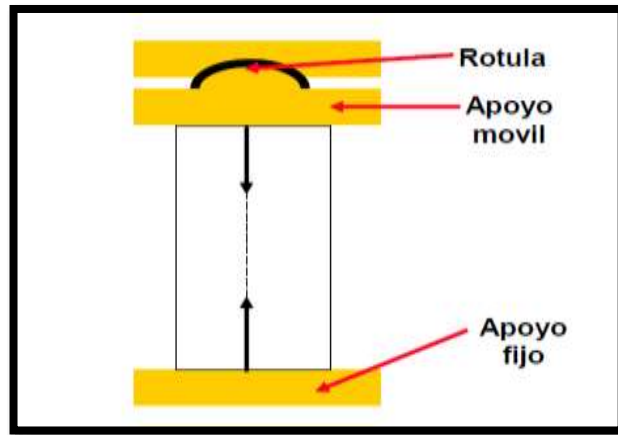


Figura N°07.- Rotura de Probeta
Fuente: ACI

Variables

Tabla N°11.- Variable dependiente: Resistencia a Compresión.

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADORES
RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO	Es la medida máxima de la resistencia a carga axial de especímenes de concreto. Normalmente, se expresa en kilogramos por centímetros cuadrados (kg/cm ²), megapascales (MPa) o en libras por pulgadas cuadradas (lb/pulg ² o psi) a una edad de curado (en días).	La fuerza que reciben las probetas de concreto de 210 kg/cm ² a los 7, 14 y 28 días de curado.	Kg/cm ²

Fuente: El Autor

Tabla N°12.- Variable independiente: Sustitución de Ceniza.

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADORES
CENIZAS DE HOJAS DE PINO	Es la ceniza de las plantas de pino de la ciudad de Huaraz.	Sustitución de un porcentaje de cemento por ceniza activada de hoja seca de la planta de pino en el diseño de concreto 210 kg/cm ²	0% 3%

Fuente: El Autor

Se procede a plantear la hipótesis de la forma siguiente:

La sustitución de un 3% del cemento por ceniza de hoja de Pino (*Pinus Radiata*) en un concreto f'c 210 Kg/cm² permitirá obtener una resistencia convencional.

El objetivo general de esta investigación se planteó de la forma siguiente:

Determinar la Resistencia a la compresión del concreto realizados con los materiales de la zona y al sustituir el cemento por cenizas de hoja de Pino (*Pinus Radiata*) de Huaraz, en un 3%, en comparación a un concreto convencional.

Además se plantearon los objetivos específicos de la forma siguiente:

- ✓ Activar térmicamente la ceniza de hoja de *Pino Radiata*- Huaraz; para sustituir en un 3% al peso del cemento en el diseño del concreto.

- ✓ Determinar por de fluorescencia de rayos X la composición química de la ceniza de hoja de *Pino Radiata - Huaraz*, para aprovechar los elementos que sustituirán al cemento.

- ✓ Determinar la alcalinidad de los materiales muestra y cemento.

- ✓ Ensayar la resistencia promedio a compresión del concreto con materiales de la zona y al sustituir el cemento por ceniza de hoja de Pino (*Pinus Radiata*) – Huaraz en un 3%, en comparación con un patrón $f^c=210\text{kg/cm}^2$.

II. METOLOGIA DEL TRABAJO

El tipo y diseño de investigación, fue la siguiente

El tipo de investigación es aplicada y explicativa, porque los resultados obtenidos servirán para la solución de problemas relacionados a la construcción, específicamente a las propiedades del concreto, explicando cómo se comporta la resistencia cuando se sustituye un porcentaje de cemento por ceniza de hoja de Pino (*Pinus Radiata*).

También podemos indicar que es una investigación con enfoque cuantitativo porque se utiliza las mediciones y la estadística, para todos los ensayos y la para la verificación de la hipótesis se utiliza las pruebas estadísticas.

Es un diseño experimental porque es un proceso en el cual estudiaremos el diseño convencional del concreto en comparación con el nuevo diseño elaborado con el remplazo o sustitución de un porcentaje de cemento por cenizas de hoja de pino “radiata”, el estudio en su mayor parte se concentrara en las pruebas realizadas en el Laboratorio de Suelos.

Siendo su diseño de investigación el siguiente:

Tabla N°13.- Esquema de Diseño de Investigación: Diseño En Bloque Completado Al Azar

DIAS DE CURADO	RESISTENCIA A COMPRESION F'C = 210 Kg/cm2			
	0 % de ceniza		3% de ceniza	
7	<input type="text"/>	\bar{X}	<input type="text"/>	\bar{X}
	<input type="text"/>		<input type="text"/>	
	<input type="text"/>		<input type="text"/>	
14	<input type="text"/>	\bar{X}	<input type="text"/>	\bar{X}
	<input type="text"/>		<input type="text"/>	
	<input type="text"/>		<input type="text"/>	
28	<input type="text"/>	\bar{X}	<input type="text"/>	\bar{X}
	<input type="text"/>		<input type="text"/>	
	<input type="text"/>		<input type="text"/>	

Fuente: El autor

Para esta investigación se tiene como población al conjunto de probetas de concreto según el estándar de construcción establecido $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$.

Para elaborar estas probetas se ha utilizado las hojas de las plantas de Pino de la Provincia de Huaraz, los agregados también son de las canteras de Huaraz.

El Cemento utilizado es de tipo I.

La muestra estará constituido por 18 especímenes de concreto con un diseño de $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$.

La muestra será de la siguiente manera:

- 09 especímenes de concreto patrón (0% de ceniza).
- 09 especímenes de concreto experimental (3% de ceniza)

Técnica e instrumento

Tabla N°14.- Técnica e instrumento

TECNICA	INSTRUMENTO
Observación	Guía de observación Resumen. Fichas técnicas del laboratorio de las pruebas a realizar.

Fuente: El autor

Teniendo en cuenta así que los materiales a utilizarse en nuestro diseño de probetas requiere ser evaluados por una serie de ensayos ya que son los que

determinan si los materiales son buenos para nuestra mezcla de concreto a utilizar, por ello se debe tener en cuenta los siguientes ensayos:

Ensayos que se realizó al concreto convencional y realizara al concreto experimental sustituido el 3% del cemento por cenizas de hoja de pino (*Pinus Radiata* - Huaraz): curado, tiempo de fraguado, relación de agua / cemento (a/c), tipo de cemento, tipo de agregados, tipo de agua de mezcla.

Los Instrumentos se tomaron con respecto a los siguientes ensayos:

- Ensayo Granulométrico del Agregado fino
- Ensayo Granulométrico del Agregado grueso
- Ensayo de Gravedad Específica y Absorción del Agregado Fino
- Ensayo de Gravedad Específica y Absorción del Agregado Grueso
- Ensayo de Peso Unitario del Agregado Fino
- Ensayo de Peso Unitario del Agregado Grueso
- Contenido de Humedad del Agregado Fino
- Contenido de Humedad del Agregado Grueso
- Ensayo de Abrasión del Agregado Grueso
- Diseño de Mezcla de concreto convencional
- Prueba de Asentamiento del concreto Convencional.
- Elaboración de Especímenes de concreto Convencional

También se realizara ensayos a la ceniza de hoja de Pino (*Pinus Radiata* – Huaraz), para determinar sus propiedades físicas y químicas.

Los instrumentos para la ceniza de hoja de Pino (*Pinus Radiata* – Huaraz) serán tomados con respecto a los siguientes ensayos:

- Ensayo de alcalinidad de la ceniza de hoja de Pino (*Pinus Radiata* – Huaraz), y su porcentaje del 3% de sustitución del cemento Portland Tipo I.
- Ensayo de Rayos X de Fluorescencia, para determinar sus componentes Químicos.
- Ensayo de Peso Específico de la ceniza de hoja de Pino (*Pinus Radiata* – Huaraz).

La Guía de Registro realizados, para ver el avance de los especímenes de concreto se tomó de acuerdos a los 7, 14 y 28 días.

Para los cálculos y para el análisis de los resultados obtenidos en el laboratorio mecánica de suelos se calculó e interpreto con la ayuda de los programas.

Los ensayos se realizaron con la ayuda de expertos en laboratorio de suelos para el posible estudio e interpretación de los resultados.

Se utilizó equipos digitales como cámara fotográfica, filmadora y demás instrumentos que permitieron registrar y evidenciar lo planteado en el presente perfil del proyecto.

El proceso y análisis de datos de esta investigación es:

Materia Orgánica: Hoja de Pino (*Pinus Radiata*) – Huaraz

Los arboles de Pino (*Pinus Radiata*) se encuentran localizado en la distrito de Independencia, Provincia de Huaraz, departamento de Ancash.

Se encuentran en abundancia ubicados en la zona Pinar del distrito de Independencia a 4000 msnm

Según SERFOR (Servicios Forestales) el distrito de Independencia cuenta con un área de siembra de 7 hectáreas de árboles de Pino (*Pinus Radia*), lo cual se estima 3044 árboles.

Densidad

Su densidad promedio es:

$$\frac{NA}{HECTAREA} = \frac{S}{a^2}$$

Donde:

Na/Hectárea = Numero de árboles por Hectárea.

S =Superficie a sembrar, es decir una hectárea.

a= Distancia promedio entre árboles.

Na/Hectárea = 434.03 árboles / hectáreas

Recolección

Para la recolección del material se consideró los Pinos de ramas bajas, para su fácil recolectado.

Se procedió a recolectar hojas y ramas de los árboles para después seleccionarlo.

Para este proceso se utilizó sacos para el almacenaje de las hojas y ramas de los Pinos.

Selección

El proceso de selección consiste en desojar las hojas de las ramas recolectadas.

Secado

El proceso de Secado consiste en dejar bajo sombra secar las hojas seleccionadas, para así facilitar la etapa de pre quemado.

Prequemado

La etapa de pre quemado consiste en incinerar de manera artesanalmente las hojas de Pino, para este proceso se utilizó una pequeña olla de barro

La muestra inicial utilizada fue de 500 gr, lo cual se redujo a 45.205 gr, generando un 90.959 % de reducción.

Ensayo de Análisis de Diferencial Térmico.

El ensayo de Análisis de Diferencial Térmico (ADT), sirve para determinar a qué temperatura la muestra (Ceniza de hoja de Pino), logró activarse, este ensayo se realizó en los laboratorios de Química de la Universidad Nacional de Trujillo.

Según el grafico, se determinó que debería calcinarse la muestra (ceniza de hoja de Pino) a 800 ° C en un periodo de 2 horas.

Calcinación

La etapa de calcinación consiste en incinerar en altas temperaturas; para este proceso se utilizó una mufla ubicada en el laboratorio de Metalúrgica de la Universidad Nacional de Trujillo.

La muestra fue de 45.205 gr, lo cual se reducción a 3.381 gr, generando un 92.5 % de reducción (Pre quemado al Calcinado).

Tamizado

La etapa de Tamizado consiste en pasar la muestra por la malla organza y posterior por la malla #200.

El porcentaje de reducción en esta etapa fue de 3%.

Ensayo de Rayos de Fluorescencia

Para el ensayo de Rayos de Fluorescencia se utilizó los laboratorios de Química de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional de Ingeniería (LABICER) lo cual nos determinó los siguientes datos:

Ensayo de Alcalinidad

Para el ensayo de alcalinidad, se utilizó los laboratorios de Química de la Universidad Nacional del Santa.

Para este proceso se utilizó dos muestras; la primera muestra consistió en 1g de Ceniza de Pino; y la segunda en 1g de Cemento sustituido el 3% por Ceniza de Pino.

La lectura del Ph de la muestra de Ceniza de hoja de Pino fue de 11.10.

La lectura del Ph de la muestra de Cemento sustituido el 3% por ceniza de hoja de Pino fue de 11.80

Se determinó que la ceniza de Hoja de Pino es una muestra parcialmente alcalina (material base).

Agregados: Agregado Fino y Agregado Grueso

Recolección.

El agregado Fino fue extraído de la Cantera Rio Santa, ubicada en el Pueblo Catllan del distrito de Huaraz – Huaraz.

EL agregado Grueso fue extraído de la cantera Rio Santa, ubicada en el Pueblo Catllan del distrito de Huaraz – Huaraz.

Ensayos.

Los respectivos ensayos se realizaron en el laboratorio de suelos de la Universidad San Pedro- Huaraz; lo cual son los siguientes:

- Contenido de humedad
- Peso unitario
- Gravedad Específica y Absorción
- Granulometría

Cemento.

Ensayo de alcalinidad

Este ensayo se realizó en los laboratorios de Química de la Universidad Nacional del Santa.

El Ph del cemento determinado es: 11.76; lo cual determina que es una sustancia alcalina.

Ensayo de Peso Específico

Este ensayo se realizó en los laboratorio de mecánica de suelos de la Universidad San Pedro.

El Peso específico del cemento Tipo I Portland se determinó que es: 3.09, por el método del frasco de Chatelier.

Premezclado

El premezclado consiste en Combinar el cemento con la sustitución del 3% de ceniza de hoja de Pino

Para realizar el proceso de mezclado se considera la cantidad de cemento para 10 Especímenes de concreto:

Peso de diseño: 18200gr = 20000 gr (considerando desperdicios)

Peso de cemento: 97% peso de diseño = 19400 gr

Peso de ceniza de hoja de pino: 3% Peso de diseño = 600 gr

Debido al gran volumen y peso del cemento el proceso de premezclado para realizar una mezcla homogénea se realizó en 8 partes.

Mezclado:

Se elaboró el mezclado del Diseño de mezcla Patrón.

Fecha de vaciado de probetas: 25/10/16

Fecha de desencofrado de probetas: 26/10/16

Se calculó las proporciones adecuadas.

Para 1 probeta:

Cemento:	1.82 Kg
Agregado Fino:	5.71 Kg
Agregado Grueso:	6.43 Kg
Agua:	1.25 Lt

Debido al gran volumen de las partículas de la ceniza de Pino en comparación a las del cemento, en la etapa de mezclado se determinó una cantidad de agua adicional por los 10 especímenes de: 100 ml.

Se obtuvo una relación de agua del concreto patrón $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ (a/c) de: $12.5/18.20 = 0.687$

Se obtuvo una relación del concreto experimental (sustitución del cemento en 3% por ceniza de hoja de pino) (a/c) de: $13.5/18.20 = 0.742$

Se obtuvo la prueba de asentamiento del concreto patrón $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, un Slump de: 3.2 pulgadas.

Se obtuvo la prueba de asentamiento del concreto experimental (sustitución del cemento en 3% por ceniza de hoja de pino), un Slump de: 3.5 pulgadas.

III. RESULTADOS

RESULTADOS CURVA DE PÉRDIDA DE MASA - ANÁLISIS TERMOGRAVIMÉTRICO

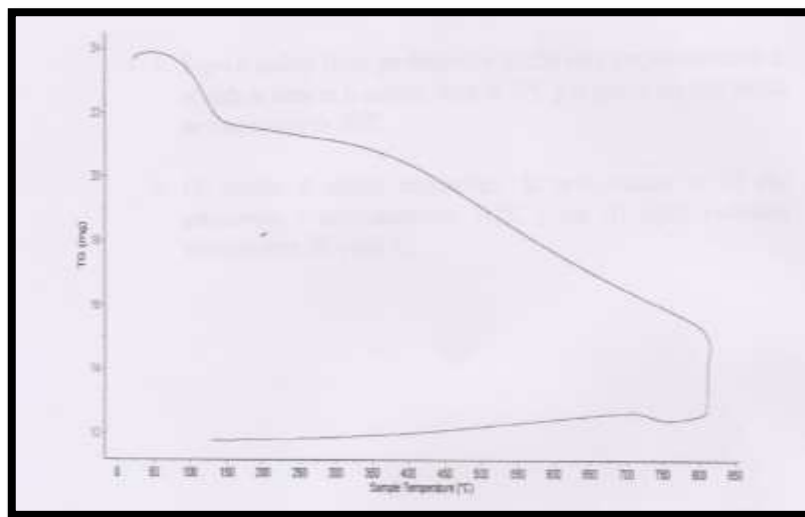


Figura N°08.- Curva de Pérdida de Masa
Fuente: Universidad Nacional de Trujillo

RESULTADOS ENSAYO DE FLUORESCENCIA RAYOS X (FRX) CENIZA DE HOJA DE PINO

Tabla N°15.- Composición Química de la ceniza de hoja de Pino (*Pinus Radiata*)

Composición Óxidos	%	Composición Óxidos	%
Oxido de potasio, K ₂ O	47.304	Dióxido de Titanio, TiO ₂	0.163
Oxido de calcio, CaO	16.076	Óxido de zinc, ZnO	0.074
Oxido de Magnesio, MgO	13.324	Oxido de estroncio, SrO	0.048
Trióxido de Aluminio, Al ₂ O ₃	9.065	Oxido de rubido, Rb ₂ O	0.010
Pentóxido de fosforo, P ₂ O ₅	5.219	Oxido de cobre, CuO	0.010
Dióxido de silicio, SiO ₂	4.408	Bromuro, Br	0.008
Trióxido de hierro, Fe ₂ O ₃	2.429		
Oxido de manganeso, MnO	1.686		
Trióxido de Azufre, SO ₃	0.177		

Fuente: Universidad Nacional de Ingeniería – LABICER

RESULTADOS ENSAYO pH

Tabla N°16.- Alcalinidad de la ceniza de hoja de Pino (*Pinus Radiata*)

MATERIALES	ph
ceniza de hoja de pino	11.1
95 % de cemento + 3% Ceniza Hoja de pino	11.8

Fuente: Universidad Nacional del Santa

Tabla N°17.- Alcalinidad del cemento Portland Tipo I

MATERIALES	ph
Cemento	11.76

Fuente: Universidad Nacional del Santa

RESULTADOS ENSAYOS DE LABORATORIO - AGREGADOS

CONTENIDO HUMEDAD

Tabla N°18.- Contenido de Humedad del agregado Fino

PRUEBA N°	01	02
TARA N°	30	42
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	1036.5	1038
TARA + SUELO SECO (gr)	1021.6	1024.5
PESO DEL AGUA (gr)	14.9	13.5
PESO DE LA TARA (gr)	168.1	163.8
PESO DEL SUELO SECO (gr)	853.5	860.7
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	1.75	1.57
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)		1.66

Fuente: Laboratorio mecánica de suelos – USP Huaraz

Tabla N°19.- Contenido de Humedad del agregado Grueso

PRUEBA N°	01	02
TARA N°	13	26
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	1175.5	1252.5
TARA + SUELO SECO (gr)	1173.2	1250.2
PESO DEL AGUA (gr)	2.3	2.3
PESO DE LA TARA (gr)	165.8	169.7
PESO DEL SUELO SECO (gr)	1007.4	1080.5
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.23	0.21
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)	0.22	

Fuente: Laboratorio mecánica de suelos – USP Huaraz

PESO UNITARIO

PESO UNITARIO SUELTO

Tabla N°20.- Peso Unitario Suelto del agregado Fino

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	6930	6910	6915
Peso de molde	3426	3426	3426
Peso de muestra	3504	3484	3489
Volumen de molde	2776	2776	2776
Peso unitario (g/m ³)	1262	1255	1257
Peso unitario prom. (g/m ³)	1258		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1238		

Fuente: Laboratorio mecánica de suelos – USP Huaraz

Tabla N°21.- Peso Unitario Suelto del agregado Grueso

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	19090	19060	19075
Peso de molde	5333	5333	5333
Peso de muestra	13757	13727	13742
Volumen de molde	9354	9354	9354
Peso unitario (Kg/m ³)	1471	1468	1469
Peso unitario prom. (Kg/m ³)		1469	
CORREGIDO POR HUMEDAD		1466	

Fuente: Laboratorio mecánica de suelos – USP Huaraz

PESO UNITARIO COMPACTADO

Tabla N°22.- Peso Unitario Compactado del agregado Fino

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	7655	7640	7635
Peso de molde	3426	3426	3426
Peso de muestra	4229	4214	4209
Volumen de molde	2776	2776	2776
Peso unitario (Kg/m ³)	1523	1518	1516
Peso unitario prom. (Kg/m ³)		1519	
CORREGIDO POR HUMEDAD		1494	

Fuente: Laboratorio mecánica de suelos – USP Huaraz

Tabla N°23.- Peso Unitario Compactado del agregado Grueso

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	19795	19805	19785
Peso de molde	5333	5333	5333
Peso de muestra	14462	14472	14452
Volumen de molde	9354	9354	9354
Peso unitario (Kg/m3)	1546	1547	1545
Peso unitario prom. (Kg/m3)		1546	
CORREGIDO POR HUMEDAD		1543	

Fuente: Laboratorio mecánica de suelos – USP Huaraz

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCION

Tabla N°24.- Gravedad Especifica y Absorción del agregado Fino

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	gr.	300.00	300.00
B	Peso de picnometro + agua	gr.	683.20	683.20
C	Volumen de masa + volumen de vacios (A+B)	cm ³	983.20	983.20
D	Peso de picnometro + agua + material	gr.	870.30	870.30
E	Volumen de masa + volumen de vacios (C-D)	cm ³	112.90	112.90
F	Peso de material seco en estufa	gr.	296.00	296.00
G	Volumen de masa (E-(A-F))		108.90	108.90
H	P.e. Bulk (Base Seca)	F/E	2.622	2.62
I	P.e. Bulk (Base Saturada)	A/E	2.657	2.66
J	P.e. Aparente (Base Seca)	F/E	2.718	2.72
K	Absorción (%) ((D-A/A)x100)		1.35	1.35
	P.e. Bulk (Base Seca)	(F/E)	2.622	
	P.e. Bulk (Base Saturada)	(A/E)	2.657	
	P.e. Bulk (Base Seco)	(F/G)	2.718	
	ABSORCION (%)		1.35	

Fuente: Laboratorio mecánica de suelos – USP Huaraz

Tabla N°25.- Gravedad Especifica y Absorción del agregado Grueso

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire)		1130.50	1150.00	1197
B	Peso de material saturado superficialmente seco (agua)		715.00	722.00	757.50
C	Volumen de masa + volumen de vacíos (A-B)		415.50	428.00	439.50
D	Peso de material seco en estufa		1124.00	1143.00	1191.00
E	Volumen de masa (C-(A-D))		409.00	421.00	433.50
G	P.e. Bulk (Base Seca)	D/C	2.705	2.671	2.710
H	P.e. Bulk (Base Saturada)	A/C	2.721	2.687	2.724
I	P.e. Aparente (Base Seca)	D/E	2.748	2.715	2.747
F	Absorción (%) ((D-A/A)x100)		0.58	0.61	0.50
	P.e. Bulk (Base Seca)	(D/C)	2.83		
	P.e. Bulk (Base Saturada)	(A/C)	2.85		
	P.e. Bulk (Base Seco)	(D/E)	2.87		
	ABSORCION (%)		0.56		

Fuente: Laboratorio mecánica de suelos – USP Huaraz

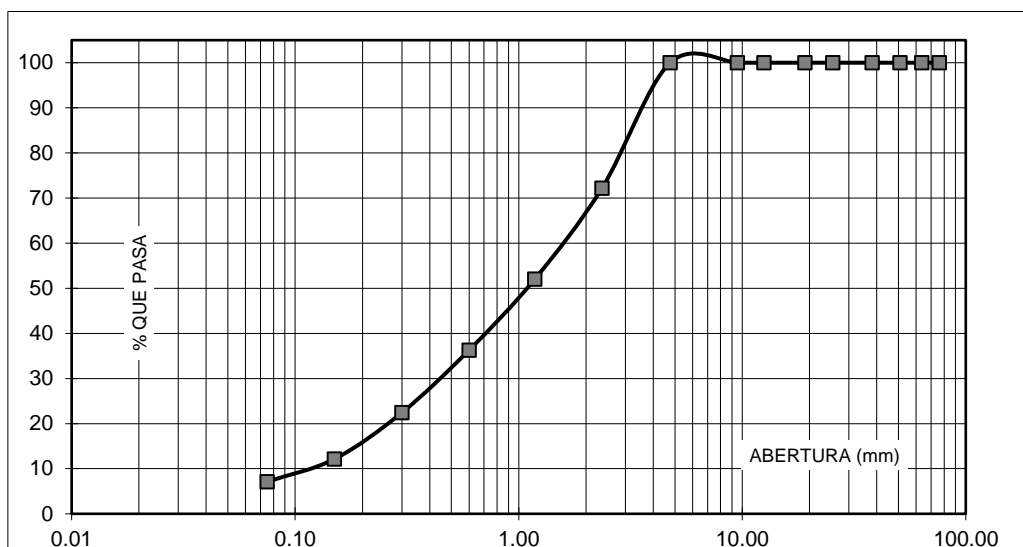
GRANULOMETRIA

Tabla N°26.- Granulometría del agregado Fino

TAMIZ		Peso retenido	% ret. Parcial	% ret. Acumu.	% Que pasa
N°	Abert.(mm)	(gr.)	(%)	(%)	(gr.)
3"	76.20	0.0	0.0	0.0	100.0
2 ½"	63.50	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.80	0.0	0.0	0.0	100.0
1 ½"	38.10	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.40	0.0	0.0	0.0	100.0
¾"	19.10	0.0	0.0	0.0	100.0
½"	12.50	0.0	0.0	0.0	100.0
⅜"	9.52	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 4	4.76	0.0	0.0	0.0	100.0
N°8	2.36	426.5	27.8	27.8	72.2
N° 16	1.18	310.0	20.2	48.0	52.0
N° 30	0.60	241.5	15.7	63.7	36.3
N°50	0.30	213.0	13.9	77.6	22.4
N° 100	0.15	157.5	10.3	87.8	12.2
N° 200	0.08	77.5	5.0	92.9	7.1
PLATO	ASTM C-117-04	109.1	7.1	100.0	0.0
TOTAL		1535.1	100.0		

MODULO FINEZA: 3.05

Fuente: Laboratorio mecánica de suelos – USP Huaraz



Finos Limo y Arcilla	Arena			Grava	
	Fina	Media	Gruesa	Fina	Gruesa

Figura N°09.- Curva granulométrica del agregado Fino

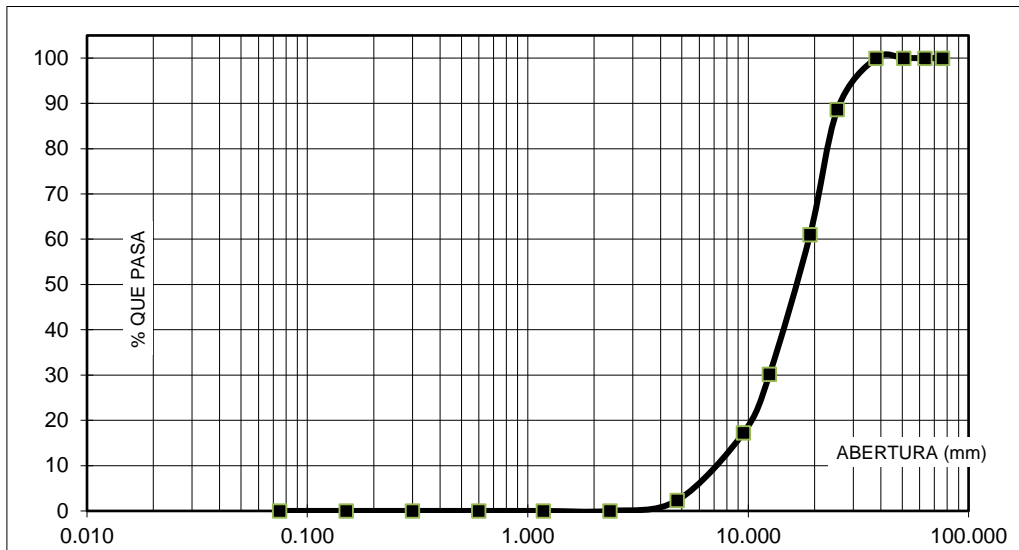
Fuente: Laboratorio mecánica de suelos – USP Huaraz

Tabla N°27.- Granulometría del agregado Gueso

TAMIZ		Peso retenido (gr.)	% ret. Parcial (%)	% ret. Acumu. (%)	% Que pasa (gr.)
N°	Abert.(mm)				
3"	76.200	0.0	0.0	0.0	100.0
2 ½"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.800	0.0	0.0	0.0	100.0
1 ½"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.400	841.5	11.4	11.4	88.6
¾"	19.100	2044.0	27.6	38.9	61.1
½"	12.500	2287.0	30.9	69.8	30.2
⅜"	9.520	958.0	12.9	82.7	17.3
N° 4	4.760	1107.5	14.9	97.7	2.3
N°8	2.360	171.5	2.3	100.0	0.0
N° 16	1.180	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 30	0.600	0.0	0.0	100.0	0.0
N°50	0.300	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 100	0.150	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 200	0.075	0.0	0.0	100.0	0.0
PLATO	ASTM C-117-04	0	0.0	100.0	0.0
TOTAL		7409.5	100.0		

Tamaño máximo nominal: 1"

Fuente: Laboratorio mecánica de suelos – USP Huaraz



Finos Limo y Arcilla	Arena			Grava	
	Fina	Media	Gruesa	Fina	Gruesa

Figura N°10.- Curva Granulométrica del agregado Grueso

Fuente: Laboratorio mecánica de suelos – USP Huaraz

PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO

Tabla N°28.- Peso Específico del cemento Portland

		Muestra 1	Muestra 2
A	PESO DE CENIZAS ACTIVADAS H.P(gr)	64.00	64.00
B	VOLUMEN INICIAL	0.20	0.20
C	VOLUMEN FINAL	20.90	20.90
D	TEMPERATURA	25° C	25° C
E	PESO ESPECIFICO: (C/(E-D))	3.09	3.09
F	PROMEDIO PESO ESPECIFICO		3.09

Fuente: Laboratorio mecánica de suelos – USP Huaraz

RESULTADOS ENSAYOS A COMPRESION

PATRON

Tabla N°29.- Resultados ensayo a compresión patrón 7 días

N° DIAS	PROBETA	PROBETA	PROBETA
	1	2	3
	7	7	7
PESO (Kg)	13.487	13.558	13.220
Peso Promedio (Kg)		13.422	
FUERZA (KgF)	32960	33100	32490
Diámetro (D)	15.35	15.3	15.35
AREA (cm2)	185.06	183.85	185.06
Resistencia (KgF/cm2)	178.11	180.03	175.57
Porcentaje (%)	84.81%	85.73%	83.60%
Resis. Prom. (KgF/cm2)		177.90	
Porcentaje prom (%)		84.72%	
% de dispersión		2.51%	

Fuente: Laboratorio mecánica de suelos – USP Huaraz

Tabla N°30.- Resultados ensayo a compresión patrón 14 días

N° DIAS	PROBETA	PROBETA	PROBETA
	4	5	6
	14	14	14
PESO (Kg)	13.552	13.550	13.572
Peso Promedio (Kg)		13.558	
FUERZA (KgF)	37870	37840	38220
Diámetro (D)	15.30	15.25	15.25
AREA (cm2)	183.85	182.65	182.65
Resistencia (KgF/cm2)	205.98	207.17	209.25
Porcentaje (%)	98.08%	98.65%	99.64%
Resis. Prom. (KgF/cm2)		207.46	
Porcentaje prom (%)		98.79%	
% de dispersión		1.58%	

Fuente: Laboratorio mecánica de suelos – USP Huaraz

Tabla N°31.- Resultados ensayo a compresión patrón 28 días

N° DIAS	PROBETA	PROBETA	PROBETA
	7	8	9
	28	28	28
PESO (Kg)	13.644	13.626	13.635
Peso Promedio (Kg)		13.635	
FUERZA (KgF)	43190	41410	42380
Diámetro (D)	15.20	15.30	15.30
AREA (cm2)	181.46	183.85	183.85
Resistencia (KgF/cm2)	238.02	225.23	230.51
Porcentaje (%)	113.34%	107.25%	109.77%
Resis. Prom. (KgF/cm2)		231.25	
Porcentaje prom (%)		110.12%	
% de dispersión		5.53%	

Fuente: Laboratorio mecánica de suelos – USP Huaraz

Tabla N°32.- Resistencia Promedio Patrón Respecto a N° Días

RESUMEN		
Resistencia	%	N° Días
177.90	84.72%	7
207.46	98.79%	14
231.25	110.12%	28

Fuente: El autor

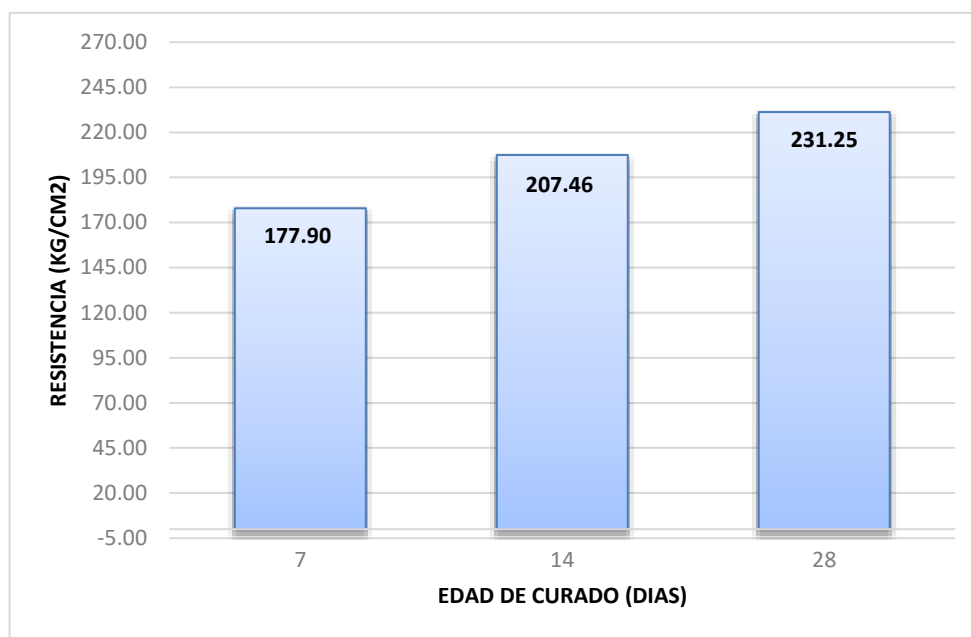


Figura N°11.- Resistencia promedio patrón con respecto a las edades.

Fuente: El autor

EXPERIMENTAL: SUSITUCION EN 3% DEL CEMENTO POR CENIZA DE HOJA DE PINO

Tabla N°33.- Resultados ensayo a compresión experimental 7 días

N° DIAS	PROBETA	PROBETA	PROBETA
	1	2	3
	7	7	7
PESO (Kg)	13.262	13.276	13.234
Peso Promedio (Kg)		13.257	
FUERZA (KgF)	31570	32150	30840
Diámetro (D)	15.35	15.30	15.35
AREA (cm ²)	185.06	183.85	185.06
Resistencia (KgF/cm ²)	170.60	174.87	166.65
Porcentaje (%)	81.24%	83.27%	79.36%
Resis. Prom. (KgF/cm ²)		170.70	
Porcentaje prom (%)		81.29%	
% de dispersión		4.81%	

Fuente: Laboratorio mecánica de suelos – USP Huaraz

Tabla N°34.- Resultados ensayo a compresión experimental 14 días

	PROBETA 4	PROBETA 5	PROBETA 6
N° DIAS	14	14	14
PESO (Kg)	13.557	13.565	13.570
Peso Promedio (Kg)		13.564	
FUERZA (KgF)	37980	38140	38230
Diámetro (D)	15.30	15.25	15.25
AREA (cm2)	183.85	182.65	182.65
Resistencia (KgF/cm2)	206.58	208.81	209.30
Porcentaje (%)	98.37%	99.43%	99.67%
Resis. Prom. (KgF/cm2)		208.23	
Porcentaje prom (%)		99.16%	
% de dispersión		1.31%	

Fuente: Laboratorio mecánica de suelos – USP Huaraz

Tabla N°35.- Resultados ensayo a compresión experimental 28 días

	PROBETA 7	PROBETA 8	PROBETA 9
N° DIAS	28	28	28
PESO (Kg)	13.663	13.655	13.670
Peso promedio (Kg)		13.663	
FUERZA (KgF)	44250	41460	44320
Diámetro (D)	15.20	15.30	15.30
AREA (cm2)	181.46	183.85	183.85
Resistencia (KgF/cm2)	243.86	225.50	241.06
Porcentaje (%)	116.12%	107.38%	114.79%
Resis. Prom. (KgF/cm2)		236.81	
Porcentaje prom (%)		112.77%	
% de dispersión		7.75%	

Fuente: Laboratorio mecánica de suelos – USP Huaraz

Tabla N°36.- Resistencia Promedio experimental Respecto a N° Días

RESUMEN		
Resistencia	%	N°Dias
170.70	81.29%	7
208.23	99.16%	14
236.81	112.77%	28

Fuente: El autor

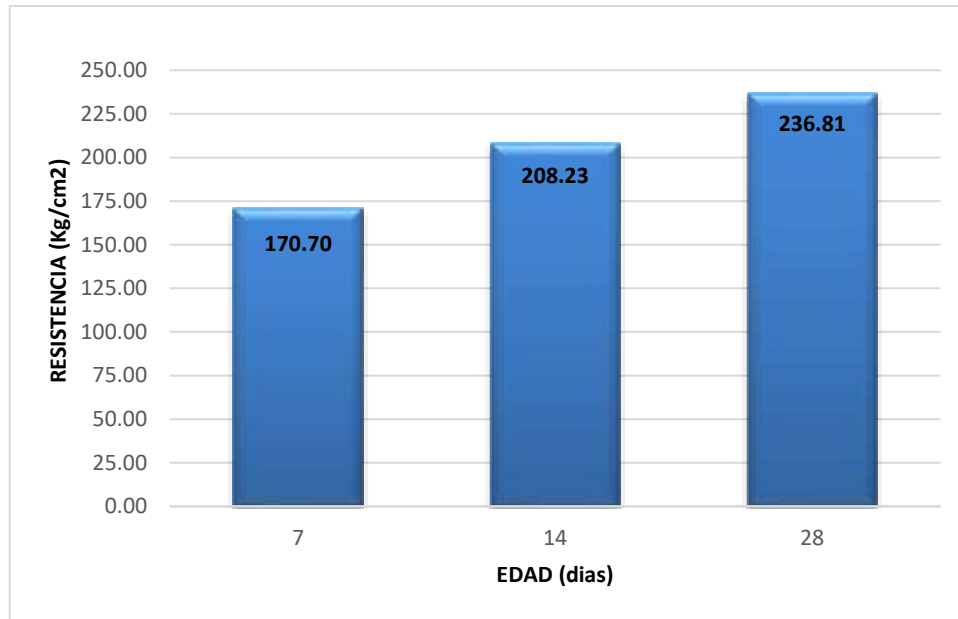


Figura N°12.- Resistencia promedio experimental con respecto a las edades.

Fuente: El autor

ANALISIS DE VARIANZA – ANOVA

Tabla N°37.- Resistencia Promedio Patrón y Experimental

Edad / Tipo	Patrón	Experimental
7 Días	178.11	170.6
	180.03	174.87
	175.57	166.65
14 Días	205.98	206.58
	207.17	208.81
	209.25	209.3
28 Días	238.02	243.86
	225.23	225.5
	230.51	241.06

Fuente: El autor

Tabla N°38.-ANOVA resistencia promedio patrón y experimental

	PATRON	EXPERIMENTAL	Total
<i>7 DIAS</i>			
Cuenta	3	3	6
Suma	533.71	512.12	1045.83
Promedio	177.90	170.71	174.31
Varianza	5.00	16.90	24.30
<i>14 DIAS</i>			
Cuenta	3.00	3.00	6.00
Suma	622.40	624.69	1247.09
Promedio	207.47	208.23	207.85
Varianza	2.74	2.10	2.11
<i>28 DIAS</i>			
Cuenta	3.00	3.00	6.00
Suma	693.76	710.42	1404.18
Promedio	231.25	236.81	234.03
Varianza	41.31	97.84	64.91
<i>Total</i>			
Cuenta	9.00	9.00	
Suma	1849.87	1847.23	
Promedio	205.54	205.25	
Varianza	548.02	853.44	

Fuente: El autor**Tabla N°39.-Cuadro estadístico de ANOVA**

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Filas (Edad)	10755.42	2.00	5377.71	194.49	7.18E-10	3.89
Columnas (Tipo)	0.39	1.00	0.39	0.01	0.91	4.75
Interacción	124.43	2.00	62.22	2.25	0.15	3.89
Dentro del grupo	331.80	12.00	27.65			
Total	11212.04	17.00				

Fuente: El autor

Interpretación

- En la parte de filas (Edad) se obtiene un $f = 194.49$ mayor al f crítico = 3.89, por lo que genera una diferencia significativa; es decir se rechaza la hipótesis nula.
- En la parte de columnas (Tipo) se obtiene un $f = 0.01$ menor al f crítico = 4.75, por lo que genera una diferencia significativa; es decir se rechaza la hipótesis nula.
- En la parte de interacción (edad x Tipo) se obtiene un $f = 2.25$ menor igual al f crítico = 3.89, por lo que genera una diferencia menor (no es significativo); es decir se aprueba la hipótesis nula.

IV. ANALISIS Y DISCUSION

EVALUACION COMPARATIVA - ENSAYO A COMPRESION 7 DIAS

Tabla N°40.- Comparación ensayo compresión patrón vs experimental – 7 días

	PATRON	EXPERIMENTAL	
PESO (Kg)	13.422	13.257	
Resis. Prom. (KgF/cm ²)	177.902	170.704	
Porcentaje prom (%)	84.715%	81.288%	-3.43%

Fuente: El autor

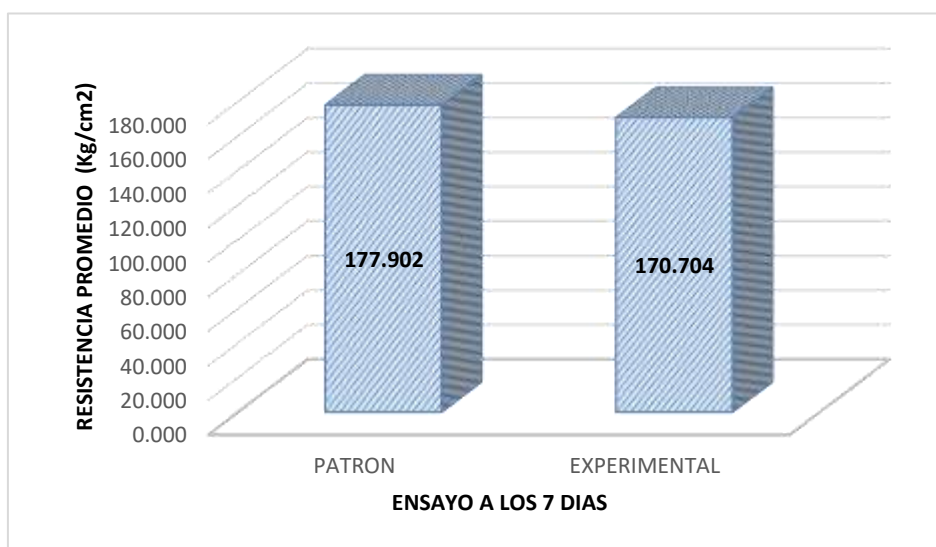


Figura N°13.- Grafico de Barras de Comparación ensayo compresión patrón vs experimental – 7 días

Fuente: El autor

Interpretación:

Se puede observar que los efectos del silicato Tricalcico y el silicato dicalcico de la muestra experimental (sustitución del 3% de cemento por ceniza de hoja de Pino), generan una resistencia baja a comparación de un concreto convencional a los 7 días, generando un disminuyo de 3.43% en comparación al concreto patrón.

EVALUACION COMPARATIVA - ENSAYO A COMPRESION 14 DIAS

Tabla N°41.- Comparación ensayo compresión patrón vs experimental – 14 días

	PATRON	EXPERIMENTAL	
PESO (Kg)	13.558	13.564	
Resis. Prom. (KgF/cm ²)	207.464	208.229	
Porcentaje prom (%)	98.792%	99.157%	0.36%

Fuente: El autor

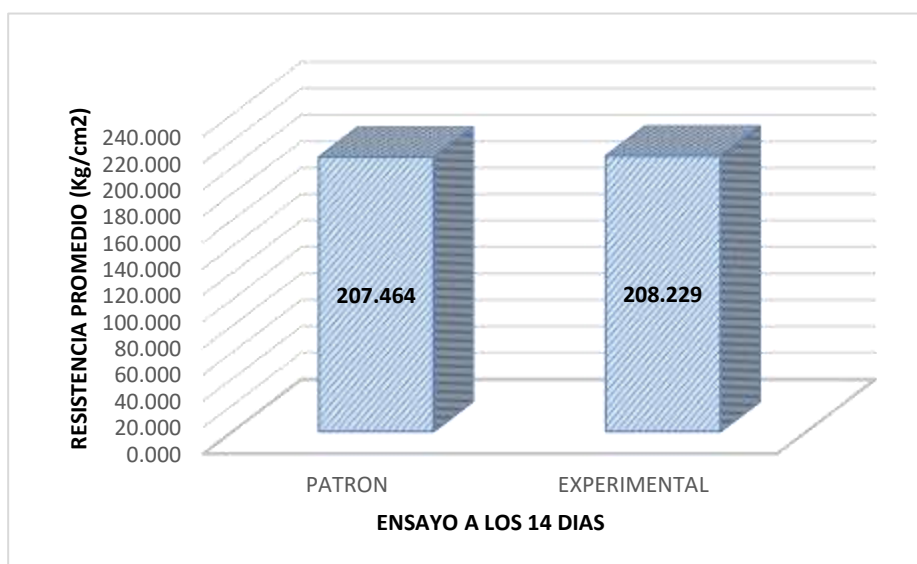


Figura N°14.- Grafico de Barras de Comparación ensayo compresión patrón vs experimental – 14 días

Fuente: El autor

Interpretación:

Se puede observar que los efectos del silicato Tricalcico y el silicato dicalcico de la muestra experimental (sustitución del 3% de cemento por ceniza de hoja de Pino), generan resistencia aceptable a comparación de un concreto convencional a los 14 días, generando un aumento de 0.36% en comparación a un concreto patrón.

EVALUACION COMPARATIVA - ENSAYO A COMPRESION 28 DIAS

Tabla N°42.- Comparación ensayo compresión patrón vs experimental – 28 días

	PATRON	EXPERIMENTAL	
PESO (Kg)	13.635	13.663	
Resis. prom. (KgF/cm ²)	231.252	236.807	
Porcentaje prom (%)	110.120%	112.765%	2.65%

Fuente: El autor

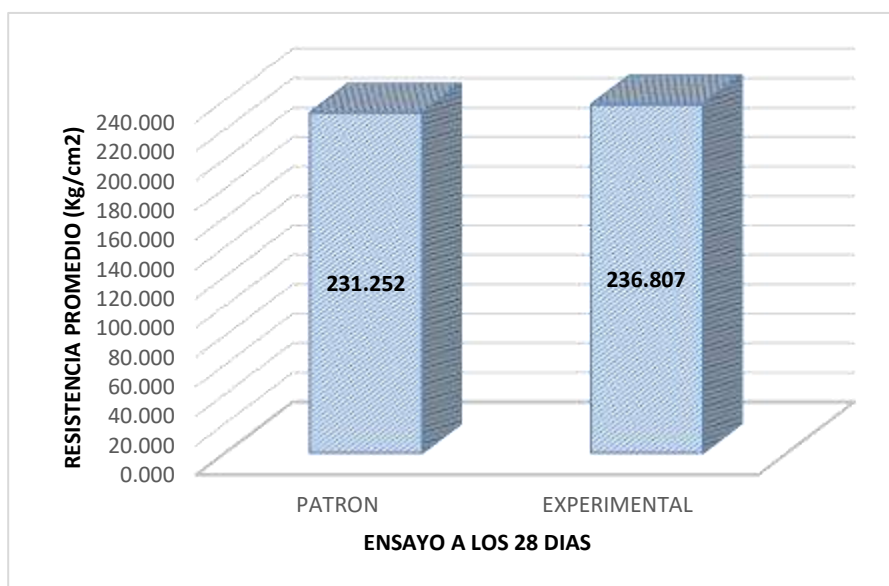


Figura N°15.- Grafico de Barras de Comparación ensayo compresión patrón vs experimental – 28 días

Fuente: El autor

Interpretación:

Se puede observar que los efectos del silicato Tricalcico y el silicato dicalcico de la muestra experimental (sustitución del 3% de cemento por ceniza de hoja de Pino), generan una buena resistencia a comparación de un concreto convencional a los 28 días; generando un aumento de 2.65% en comparación al concreto patrón.

Para la ceniza de Hoja de Pino de Huaraz, el análisis termo gravimétrico se muestra en la Figura 09, se está produciendo una primera pérdida de masa en el rango de 100°C a 150°C, que se debe a la eliminación del agua físicamente unida a la muestra, luego se observa una importante pérdida de masa en el rango de 300 y 350°C que se debe a la eliminación del agua de la red cristalina, y también se produce un cambio de fase interna del material; luego se observa una importante pérdida de masa en el rango de 750 y 800°C obteniéndose como temperatura a calcinar de 800°C.

En los resultados de los análisis de fluorescencia rayos X se determinó los compuestos dióxidos de la ceniza de hoja de Pino como se muestra en la tabla N°14; obteniendo un 16.076% de óxido de calcio, 4.408% de óxido de Silicio y 9.065% de óxido de aluminio.

De acuerdo a la tabla N°02 el rango de óxido de calcio en el cemento Portland oscila entre 60 y 67 %; el óxido de silicio entre 17-25% y el óxido de aluminio entre 3- 8%.

Se evaluó que la ceniza de hoja de pino presenta bajos contenidos en óxido de calcio y óxido de Silicio; pero a la vez presenta un alto contenido de óxido de aluminio.

En los resultados de ensayo de alcalinidad se determinó el pH de la ceniza de hoja de Pino como se muestra en la tabla N°15; lográndose obtener un pH de 11.10 de la ceniza de hoja de Pino y 11.80 de la combinación con el cemento.

Se evalúa que según el resultado la ceniza de hoja de pino es un material alcalino.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones.

- Se logró la activación térmica de los precursores puzolanicos de la ceniza de hoja de Pino (*Pinus Radiata*) – Huaraz a una temperatura de calcinación de 800 °C en un periodo de 2 horas.
- Se obtuvo alto contenido de Dióxido de Potasio de 47.304%, en comparación al cemento (< 2%) lo cual este elemento químico es perjudicial para el concreto con respecto a la propiedad de durabilidad.
- Se obtuvo la alcalinidad de la ceniza de Hoja de Pino (*Pinus Radiata*) – Huaraz, lográndose determinar que pertenece al grupo de sustancia bases, es decir es un material altamente alcalino.
- Se realizó los ensayos de Resistencia mecánica (compresión), a las probetas de concreto patrón y a la probetas de concreto experimental (Sustitución del 3% cemento), lográndose obtener una diferencia a los 7 días de 3.45 % a favor de concreto patrón; a los 14 días una diferencia de 0.36 % a favor del concreto experimental y a los 28 días una diferencia de 2.65 % a favor del concreto experimental; es decir se obtuvieron resistencias similares entre el concreto patrón y el concreto experimental, con una resistencia del concreto experimental a los 28 días de 236.807 Kg/cm² (112.765%).

5.2. Recomendaciones.

- Se recomienda evaluar termo gravimétricamente a la ceniza de hoja de Pino a un rango mayor de 800 ° C, y así poder disminuir la cantidad de potasio, es decir a mayor temperatura, el % dióxido de Potasio es menor.
- Debido a su contenido alto de dióxido Calcio y contenido medio de dióxido de silicio, es posible tratar de combinarlo con otra materia prima orgánica que presente gran contenido de Dióxido de Silicio.
- Se recomienda evaluar la resistencia mecánica del concreto, utilizando sustituciones del cemento con sustitución por la ceniza de hoja de pino (*Pinus Radiata*) en porcentaje mayores para ver el comportamiento en comparación a un concreto convencional $f'_c = 210 \text{ Kg / cm}^2$.

VI. AGRADECIMIENTOS

Dios, tu amor y tu bondad no tienen fin, me permites sonreír ante todos mis logros que son resultados de tu ayuda, y cuando caigo y me pones a prueba, aprendo de mis errores y me doy cuenta que lo pones en frente mío para que mejore como ser humano, y crezca de diversas maneras.

Este trabajo de tesis ha sido una gran bendición en todo sentido y te lo agradezco padre, y no cesan mis ganas de decir que es gracias a ti que esta meta está cumplida.

Gracias por estar presente no solo en esta etapa tan importante en mi vida, sino en todo momento ofreciéndome lo mejor y buscando lo mejor para mi persona.

Cada momento que he vivido durante todos estos años, son simplemente únicos, cada oportunidad de corregir un error, la oportunidad de que cada mañana empezar de nuevo, sin importar la cantidad de errores y faltas cometidas durante el día anterior.

Segundamente agradezco a mi familia; mi padre Priscilio Reyes Ildefonso, mi madre Marleny Carranza Malaver y mi hermana Sheyla Reyes Carranza; que me apoyaron en todo momento para realizar esta tesis, ya que son personas que me han ofrecido el amor y calidez de la familia a la cual amo.

Finalmente agradezco a mi asesor de tesis, Ing. Miguel Ángel Solar ya que sus conocimientos, sus orientaciones, su manera de trabajar, su persistencia, su paciencia y su motivación han sido fundamentales para mi formación como investigador.

VII. BIBLIOGRAFIA

Abanto, F (2009).Tecnología del concreto. Lima .Editorial San marcos.

ACI 318.08 (2008). Reglamento estructural Para Edificaciones. Recuperado de: <https://civilgeeks.com/2010/07/04/norma-aci-318-08-espanol/>

ASTM C150/C150M – 09. (2009). Especificación Normalizada para Cemento Portland. Recuperado de: <https://www.astm.org/DATABASE.CART/HISTORICAL/C150C150M-09-SP.htm>

E.060, Norma (2017). Técnica de Edificación. Recuperado de: <https://es.slideshare.net/ingcivilperu/e060-concreto-armadoviviendagobpemayo2009>

Gonzales, M. (1962), Tecnología Del Concreto Diseño De Mezclas. Universidad Nacional de Ingeniería - Laboratorio de Ensayo de Materiales. Lima.

Guerrero, M. (1984), Cenizas Volantes como reemplazo de parte del cemento Portland. Recuperado de: <https://es.scribd.com/document/341154173/PROYECTO-RESSITENCIA-CON-CENIZA-HOJA-EUCALIPTO-docx>

Hernández, I (2010). Cenizas de coco y hoja de pino para su uso como Puzolana. Recuperado de: https://www.ciidiroaxaca.ipn.mx/revista/sites/www.ciidiroaxaca.ipn.mx.revista/files/pdf/vol7num2/NatyDes_Vol-7-2-Art3.pdf

Jiménez J (2011) Tesis “Uso de materiales alternativos para mejorar las propiedades mecánicas del concreto (fibra de cabuya)” Bogotá Colombia.

Jiménez, P (2008). "Tecnología Del Concreto". Recuperado de: <https://es.scribd.com/doc/88344576/Hormigon-Armado-14-Edicion-Jimenez-Montoya>

Molina, O. (2008); la influencia de las cenizas volantes como sustituto parcial del cemento portland en la durabilidad del hormigón: propiedades físicas, difusión del ión cloruro y del dióxido de carbono.. Anales de Mecánica de la Fractura 25. Vol. 2. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid, España.

NTP 400.011 (2008), Definición y clasificación de agregados para uso en morteros y hormigones (concretos). Recuperado de: <https://edoc.site/ntp-400011-2008-pdf-free.html>

NTP 400.017 (2011), Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados. Recuperado de: <http://www.monografias.com/trabajos-pdf/norma-tecnica-peruana-tres/norma-tecnica-peruana-tres.pdf>

Osorio, J. (2013). "Resistencia mecánica del concreto y resistencia a la compresión". Recuperado de: <http://blog.360gradosenconcreto.com/resistencia-mecanica-del-concreto-y-resistencia-a-la-compresion/>

Ortiz, L. (1991) Resistencia a los materiales. Madrid. España, Editorial Emece.

Mattey, P. (2010), aplicación de ceniza de cascarilla de arroz obtenida de un proceso agro-industrial para la fabricación de bloques en concreto no estructurales. Recuperado de: <http://www.rlmm.org/ojs/index.php/rlmm/article/view/652>

Ríos, E. (2011); Empleo de la Ceniza de Bagazo de Caña de Azúcar (CBCA) como Sustituto Porcentual del Agregado Fino en la Elaboración de concreto Hidráulico. Tesis para optar al grado de Ingeniero Civil, Universidad

Veracruzana Facultad de Ingeniería Civil Región Xalapa, México.

Silva, F. (1996). “Fibras Naturales” Editorial Lagares México D.F. recuperado de:

https://www.researchgate.net/publication/270760232_Comportamiento_en_estados_fresco_y_endurecido_de_un_concreto_autocompactante_adicionado_con_escoria_de_carbon_y_elaborado_con_agregado_grueso_de_concreto_reciclado


Torre, A (2004), Curso Básico de Tecnología del Concreto, Perú: Universidad Nacional de Ingeniería. Recuperado de:

http://www.academia.edu/9191423/CURSO_BASICO_DE_TECNOLOGIA_DEL_CONCRETO_PARA_INGENIEROS_CIVILES

VIII. APENDICES Y ANEXOS

CERTIFICADOS

Análisis Termogravimétrico de la Ceniza de Hoja de Pino

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO Departamento de Ingeniería de Materiales	FACULTAD DE INGENIERÍA Laboratorio de Polímeros								
	Trujillo, 14 de Setiembre del 2016									
		INFORME N° 02 - SET-16								
Solicitante:	Victor Figueroa T. – Universidad San Pedro - Chimbote José Reyes Carranza									
RUC/DNI:									
Supervisor:									
1. MUESTRA: Ceniza Hoja de Pino Radiata (1 gr)										
<table border="1"><thead><tr><th>N° de Muestras</th><th>Código de Muestra</th><th>Cantidad de muestra ensayada</th><th>Procedencia</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>CHPR-02S</td><td>24.0 mg</td><td>.....</td></tr></tbody></table>			N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia	1	CHPR-02S	24.0 mg
N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia							
1	CHPR-02S	24.0 mg							
2. ENSAYOS A APLICAR										
<ul style="list-style-type: none">• Análisis térmico por calorimetría diferencial de barrido DSC/ Análisis térmico Diferencial DTA.• Análisis Termogravimétrico TGA.										
3. EQUIPO EMPLEADO Y CONDICIONES										
<ul style="list-style-type: none">• Analizador Térmico simultáneo TG_DTA_DSC Cap. Máx.: 1600°C SetSys_Evolution, cumple con normas ASTM ISO 11357, ASTM E967, ASTM E968, ASTM E793, ASTM D3895, ASTM D3417, ASTM D3418, DIN 51004, DIN 51007, DIN 53765.• Tasa de calentamiento: 20 °C/min• Gas de Trabajo - Flujo: Nitrógeno, 10 ml/min• Rango de Trabajo: 25 - 800 °C.• Masa de muestra analizada: 24.0 mg.										
Jefe de Laboratorio:	Ing. Danny Chávez Novoa									
Analista responsable:	Ing. Danny Chávez Novoa									
<small>Tel.: 44-208810940/7506805/6608000 www.untrujillo.edu.pe Av. José Pablo Flores - Ciudad Universitaria / Trujillo - Perú</small>										

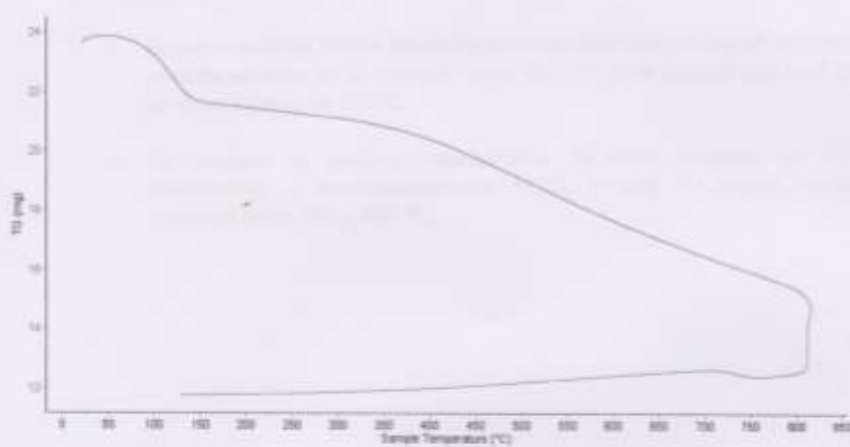


Trujillo, 14 de Setiembre del 2016

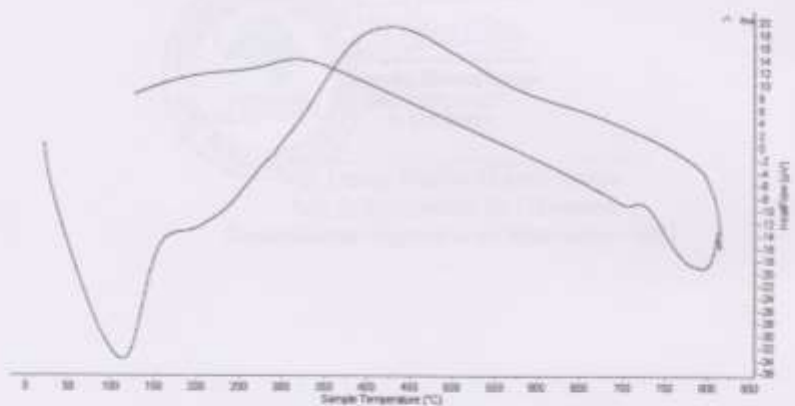
INFORME N° 02 - SET-16

4. Resultados:

I- Curva de pérdida de masa - Análisis Termo gravimétrico.



II- Curva Calorimétrica DSC



Análisis Químico de la Ceniza de Hoja de Pino



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
 FACULTAD DE CIENCIAS
 LABICER (Laboratorio N° 12)
 ANÁLISIS QUÍMICO, CONSULTORÍA E INVESTIGACIÓN



INFORME TÉCNICO N° 1588 B - 16 - LAB. 12

- 1. DATOS DEL SOLICITANTE
 - 1.1 NOMBRE DEL SOLICITANTE : JOSE MANUEL REYES CARRANZA
 - 1.2 D.N.I : 70464456
- 2. CRONOGRAMA DE FECHAS
 - 2.1 FECHA DE RECEPCIÓN : 21 / 10 / 2016
 - 2.2 FECHA DE ENSAYO : 21 / 10 / 2016
 - 2.3 FECHA DE EMISIÓN : 21 / 10 / 2016
- 3. ANÁLISIS SOLICITADO : ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA
- 4. DATOS REFERENCIALES DE LA MUESTRA
 - 4.1 DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA : 01 MUESTRA DE CENIZA DE HOJA DE PINO RADIATA
 - 4.2 TESIS : "RESISTENCIA DE CONCRETO CON SUSTITUCIÓN DE CEMENTO EN 5% POR CENIZA DE HOJA DE PINO-HUARAZ"
- 5. LUGAR DE RECEPCIÓN : LABORATORIO N°12 - FACULTAD DE CIENCIAS
- 6. CONDICIONES AMBIENTALES : Temperatura: 25.1 °C; Humedad relativa: 58%
- 7. EQUIPO UTILIZADO : Espectrómetro de Fluorescencia de Rayos X. SHIMADZU, EDX 800-HS.

8. RESULTADOS

8.1 COMPOSICIÓN QUÍMICA EXPRESADA COMO ÓXIDOS

COMPOSICIÓN QUÍMICA	RESULTADO (%)	MÉTODO UTILIZADO
Óxido de Potasio, K ₂ O	47.304	ESPECTROMETRÍA DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X
Óxido de Calcio, CaO	16.076	
Óxido de Magnesio, MgO	13.324	
Tríóxido de Aluminio, Al ₂ O ₃	9.065	
Pentóxido de Fósforo, P ₂ O ₅	5.219	
Dióxido de Silicio, SiO ₂	4.408	
Tríóxido de Hierro, Fe ₂ O ₃	2.429	
Óxido de Manganeso, MnO	1.686	
Tríóxido de Azufre, SO ₃	0.177	
Dióxido de Titanio, TiO ₂	0.163	
Óxido de Zinc, ZnO	0.074	
Óxido de Estroncio, SrO	0.048	
Óxido de Rubidio, Rb ₂ O	0.010	
Óxido de Cobre, CuO	0.010	
Bromuro, Br	0.008	

El porcentaje de error del equipo es de ±0.02
 INFORME TÉCNICO N° 1588 B -16- LAB. 12

Página 1 de 3

8.2 COMPOSICIÓN QUÍMICA EXPRESADA COMO ELEMENTOS

COMPOSICIÓN QUÍMICA	RESULTADO (%)	MÉTODO UTILIZADO
Calcio, Ca	33.482	ESPECTROMETRÍA DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X
Potasio, K	25.393	
Magnesio, Mg	11.139	
Aluminio, Al	7.952	
Silicio, Si	7.613	
Fósforo, P	5.320	
Hierro, Fe	3.250	
Manganeso, Mn	2.621	
Azufre, S	2.373	
Titanio, Ti	0.317	
Zinc, Zn	0.290	
Estroncio, Sr	0.146	
Cobre, Cu	0.039	
Rubidio, Rb	0.035	
Bromuro, Br	0.031	

* El porcentaje de error del equipo es de $\pm 0.02\%$

9 VALIDEZ DEL INFORME TÉCNICO

Los resultados de este informe técnico son válido solo para la muestra proporcionada por el solicitante del servicio en las condiciones indicadas del presente informe técnico.


Bach. Jesús Utano Reyes
Analista Químico
LABICER - UNI


M.Sc. Otilia Acha de la Cruz
Jefa de Laboratorio
Responsable del análisis
CQP 202

(*) El Laboratorio no se responsabiliza del material ni de la procedencia de la muestra.

ANEXO



Figura 1. Espectrómetro de Fluorescencia de Rayos X



Figura 2. Fotografía de la Muestra de ceniza de hoja de Pino Radiata



Figura 3. Muestra colocada en el Espectrómetro de Fluorescencia de Rayos X



Figura 4. Muestra observada desde la cámara interna del Equipo de Fluorescencia de Rayos X



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO GRUESO
(ASTM C 136-05)

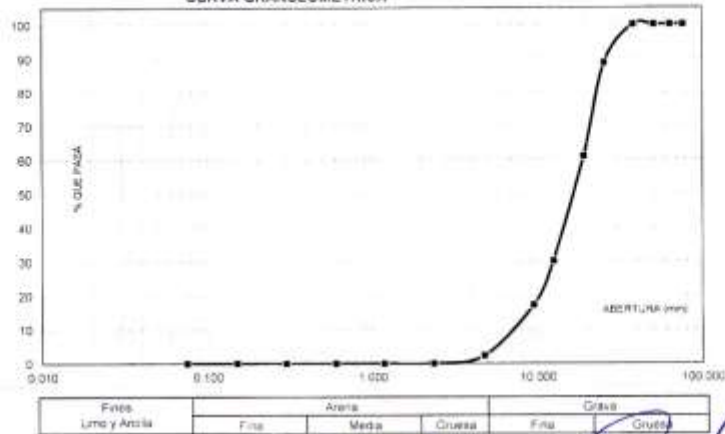
SOLICITA: REYES CARRANZA JOSE MANUEL
 TESIS: RESISTENCIA DEL CONCRETO CON MATERIALES DE LA ZONA Y SUSTITUCION DE CEMENTO EN 9% POR CENIZAS DE HOJAS DE PINO (Pinus Radiata) - HUARAZ
 LUGAR: HUARAZ - HUARAZ - ANCASH
 CANTERA: RIO SANTA - TADLLAN
 MATERIAL: PIEDRA CHANCADA
 FECHA: 27/12/2018

TAMIZ	Peso retenido	% ret. Parcial	% ret. Acum.	% Que pasa
N°	Apert. (mm)	(gr)	(%)	(%)
3"	76 200	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	63 500	0.0	0.0	100.0
2"	50 800	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38 100	0.0	0.0	100.0
1"	25 400	841.5	11.4	88.6
3/4"	19 100	2044.0	27.8	72.2
3/8"	12 500	2267.0	30.9	69.1
N° 20	9 520	958.0	13.0	87.0
N° 4	4 750	1107.5	14.9	85.1
N° 8	2 360	171.5	2.3	97.7
N° 16	1 180	0.0	0.0	100.0
N° 30	600	0.0	0.0	100.0
N° 60	300	0.0	0.0	100.0
N° 100	150	0.0	0.0	100.0
N° 200	75	0.0	0.0	100.0
PLATO	ASTM C 117-04	0	0.0	100.0
TOTAL		7409.5	100.0	

PROPIEDADES FÍSICAS	
Tamaño Máximo Nominal	1"
Módulo	N° 96 Ref. (ASTM C-33)

OBSERVACIONES	
La Muestra tomada identificada por el solicitante	

CURVA GRANULOMÉTRICA



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FUAL HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 Laboratorio de Materiales de Suelo y
 Energía geotécnica
Ing. Roger W. Valdivia Pineda
 CIP: 88340
 JEFC

RECTORADO: Av. José Pardo 194 Chimbote / Perú - Telf.: 043 341078 / 342809 / 328034 Fax: 327896
CIUDAD UNIVERSITARIA: Los Pinos B s/n Urb. Los Pinos Telf.: 043 323505 / 326150 / 329486 Bolognesi Av. Fco. Bolognesi 421 Telf.: 345042
 - Nuevo Chimbote D1 -1 Urb. Las Casuarinas - Telf. 043 312842 - San Luis Nuevo Chimbote Telf.: 043 319704
OFICINA CENTRAL DE ADMISIÓN: Esq. Aguirre y Espinar - Telf.: (043) 345899 - www.usanpedro.edu.pe - facebook/ Universidad San Pedro



USP

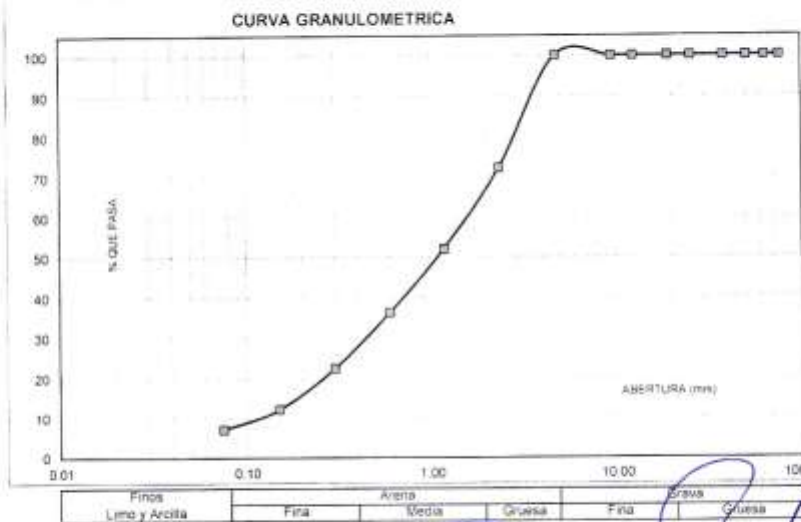
UNIVERSIDAD SAN PEDRO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO
(ASTM C 136-05)

SÓLICITA : REYES CARRANZA JOSE MANUEL
 TESIS : RESISTENCIA DEL CONCRETO CON MATERIALES DE LA ZONA Y SUSTITUCIÓN DE CEMENTO EN 3% POR CENIZAS DE HOJAS DE PINO (*Pinus Radiata*) - HUARAZ
 LUGAR : HUARAZ - HUARAZ - ANCASH
 CANTERA : RIO SANTA - TACLLAN
 MATERIAL : ARENA GRUESA
 FECHA : 27/12/2016

TAMIZ	Abert (mm)	Peso retenido (gr.)	% rel. Parcial (%)	% rel. Acumu (%)	% Que pasa (gr.)
N° 3	75.20	0.0	0.0	0.0	100.0
2 1/2	63.50	0.0	0.0	0.0	100.0
2	60.00	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2	38.10	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.40	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 10	19.10	0.0	0.0	0.0	100.0
7 1/2	12.50	0.0	0.0	0.0	100.0
5	9.52	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 4	4.75	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 8	2.36	426.5	27.8	27.8	72.2
N° 16	1.18	310.0	20.2	48.0	52.0
N° 30	0.60	241.5	15.7	63.7	36.3
N° 50	0.30	213.0	13.9	77.6	22.4
N° 100	0.15	157.5	10.3	87.9	12.1
N° 200	0.08	77.5	5.0	92.9	7.1
PLATO	ASTM C-117-04	109.1	7.1	100.0	0.0
TOTAL		1535.1	100.0		

PROPIEDADES FISICAS	
Modulo de Fineza	3.05

OBSERVACIONES
La Muestra tomada verificada por el solicitante



Finos		Arena			Grava	
Limo y Arcilla	Fina	Medio	Gruesa	Fina	Gruesa	



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y
 Ensayo de Materiales
Ing. Roger W. Valdivia Pineda
 CIP: 28340

RECTORADO: Av. José Pardo 194 Chimbote / Perú - Telf.: 043 341078 / 342809 / 328034 Fax: 327896
 CIUDAD UNIVERSITARIA: Los Pinos B s/n Urb. Los Pinos Telf.: 043 323505 / 326150 / 329486 Bolognesi Av. Fco. Bolognesi 421 Telf.: 345042
 - Nuevo Chimbote D1 -1 Urb. Las Casuarinas - Telf. 043 312842 - San Luis Nuevo Chimbote Telf.: 043 319704
 OFICINA CENTRAL DE ADMISION: Esq. Aguirre y Espinar - Telf.: (043) 345899 - www.usanpedro.edu.pe - facebook/ Universidad San Pedro

PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO
(ASTM C 29-00 / NTP 400.017)

SOLICITA: REYES CARRANZA JOSE MANUEL
 TESIS: RESISTENCIA DEL CONCRETO CON MATERIALES DE LA ZONA Y SUSTITUCION DE CEMENTO EN 3% POR CENIZAS DE HOJAS DE PINO (*Pinus Radiata*) - HUARAZ
 LUGAR: HUARAZ - HUARAZ - ANCASH
 CANTERA: RIO SANTA - TACLLAN
 MATERIAL: PIEDRA CHANCADA
 FECHA: 27/12/2016

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	01	02	03
Peso de molde + muestra	19090	19060	19075
Peso de molde	5333	5333	5333
Peso de muestra	13757	13727	13742
Volumen de molde	9354	9354	9354
Peso unitario (Kg/m ³)	1471	1468	1469
Peso unitario prom. (Kg/m ³)	1469		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1466		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	01	02	03
Peso de molde + muestra	19795	19805	19785
Peso de molde	5333	5333	5333
Peso de muestra	14462	14472	14452
Volumen de molde	9354	9354	9354
Peso unitario (Kg/m ³)	1546	1547	1545
Peso unitario prom. (Kg/m ³)	1546		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1543		



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 LIMA HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA
 Laboratorio de Materiales de Construcción
 Ingeniero de Materiales

Ing. Roger W. Valdivia Pinedo
 D.P. 90040

PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO
(ASIMC 20.05 - NTP 400.017)

SOLICITA : REYES CARRANZA JOSE MANUEL
 TESIS : RESISTENCIA DEL CONCRETO CON MATERIALES DE LA ZONA Y SUSTITUCION DE CEMENTO EN 3% POR CENIZAS DE HOJAS DE PINO (*Pinus Radata*) - HUARAZ
 LUGAR : HUARAZ - HUARAZ - ANCASH
 CANTERA : RIO SANTA - TACLLAN
 MATERIAL : ARENA GRUESA
 FECHA : 27/12/2018

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	01	02	03
Peso de molde + muestra	6930	6910	6915
Peso de molde	3426	3426	3426
Peso de muestra	3504	3484	3489
Volumen de molde	2776	2776	2776
Peso unitario (Kg/m ³)	1262	1255	1257
Peso unitario prom. (Kg/m ³)	1258		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1238		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	01	02	03
Peso de molde + muestra	7655	7640	7635
Peso de molde	3426	3426	3426
Peso de muestra	4229	4214	4209
Volumen de molde	2776	2776	2776
Peso unitario (Kg/m ³)	1523	1518	1516
Peso unitario prom. (Kg/m ³)	1519		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1494		



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 CENTRO DE INVESTIGACIONES Y
 DESARROLLO TECNOLÓGICO
 Ing. Roger W. Valdivia Pino de
 JEFE



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

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

SOLICIT : REYES CARRANZA JOSE MANUEL
 TESIS : RESISTENCIA DEL CONCRETO CON MATERIALES DE LA ZONA Y SUSTITUCION DE CEMENTO EN 3% POR CENIZAS DE HOJAS DE PINO (*Pinus Rautata*) - HUARAZ
 LUGAR : HUARAZ - HUARAZ - ANCASH
 CANTERA : RIO SANTA - TACLLAN
 MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
 FECHA : 27/12/2016

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	1130.50	1150.00	1197
B	Peso de material saturado superficialmente seco (agua)	715.00	722.00	757.50
C	Volumen de masa + volumen de vacíos (A-B)	415.50	428.00	439.50
D	Peso de material seco en estufa	1124.00	1143.00	1191.00
E	Volumen de masa (C-(A-D))	409.00	421.00	433.50
G	P.e. Bulk (Base Seca) D/C	2.705	2.671	2.710
H	P.e. Bulk (Base Saturada) A/C	2.721	2.687	2.724
I	P.e. Aparente (Base Seca) D/E	2.748	2.715	2.747
F	Absorción (%) ((D-A)/A)x100	0.58	0.61	0.50

P.e. Bulk (Base Seca) : 2.695
 P.e. Bulk (Base Saturada) : 2.710
 P.e. Aparente (Base Seca) : 2.737
 Absorción (%) : 0.56



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 P.I.M. HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y
 Ensayo de Materiales

Ing. Roger W. Valdivia Pineda
 CIP. 88240



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

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

SOLICITA : REYES CARRANZA JOSE MANUEL
 TESIS : RESISTENCIA DEL CONCRETO CON MATERIALES DE LA ZONA Y SUSTITUCION DE CEMENTO EN 3% POR CENI
 HOJAS DE PINO (*Pinus Radiata*) - HUARAZ
 LUGAR : HUARAZ - HUARAZ - ANCASH
 CANTERA : RIO SANTA - TACLLAN
 MATERIAL : ARENA GRUESA
 FECHA : 27/12/2016

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	gr	300.00	300.00
B	Peso de picnometro + agua	gr	683.20	683.20
C	Volumen de masa + volumen de vacios (A+B)	cm ³	983.20	983.20
D	Peso de picnometro + agua + material	gr	670.30	670.30
E	Volumen de masa + volumen de vacios (C-D)	cm ³	112.90	112.90
F	Peso de material seco en estufa	gr	296.00	296.00
G	Volumen de masa (E-(A-F))		108.90	108.90
H	P.e. Bulk (Base Seca)	F/E	2.622	2.62
I	P.e. Bulk (Base Saturada)	A/E	2.657	2.66
J	P.e. Aparente (Base Seca)	F/E	2.718	2.72
K	Absorción (%) ((D-A/A)x100)		1.35	1.35

P.e. Bulk (Base Seca) : 2.622
 P.e. Bulk (Base Saturada) : 2.657
 P.e. Aparente (Base Seca) : 2.718
 Absorción (%) : 1.35



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 PIJIL HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA
 Laboratorio de Mecanica de Fluidos y
 Energía y Medio Ambiente
 Ing. Roger W. Valdivia Pinedo
 CIP: 98340
 JEFE

RECTORADO: Av. José Pardo 194 Chimbote / Perú - Telf.: 043 341078 / 342809 / 328034 Fax: 327896
 CIUDAD UNIVERSITARIA: Los Pinos 8 s/n Urb. Los Pinos Telf.: 043 323505 / 326150 / 329486 Bolognesi Av. Fco. Bolognesi 421 Telf.: 345042
 - Nuevo Chimbote D1 -1 Urb. Las Casuarinas - Telf. 043 312842 - San Luis Nuevo Chimbote Telf.: 043 319704
 OFICINA CENTRAL DE ADMISION: Esq. Aguirre y Espinar - Telf.: (043) 345899 - www.usanpedro.edu.pe - facebook/ Universidad San Pedro

CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO GRUESO
(ASTM D-2216)

SOLICITA: REYES CARRANZA JOSE MANUEL
 TESIS: RESISTENCIA DEL CONCRETO CON MATERIALES DE LA ZONA Y SUSTITUCION DE CEMENTO EN 3% POR CENIZAS DE
 HOJAS DE PINO (*Pinus Radiata*) - HUÁRAZ
 LUGAR: HUÁRAZ - HUÁRAZ - ANCASH
 CANTERA: RIO SANTA - TACLLAN
 MATERIAL: PIEDRA CHÁNCADA
 FECHA: 27/12/2016

PRUEBA N°	01	02	03
TARA N°	13	26	
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	1175.5	1252.5	
TARA + SUELO SECO (gr)	1173.2	1250.2	
PESO DEL AGUA (gr)	2.3	2.3	
PESO DE LA TARA (gr)	165.8	169.7	
PESO DEL SUELO SECO (gr)	1007.4	1080.5	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.23	0.21	
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)	0.22		



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 PUNTA HUÁRAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y
 Estudios de Vibraciones
 Ing. Roger W. Valdivia Pineda
 CIP: 38340
 JEFE



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO FINO
(ASTM D 2230)

SOLICITA : REYES CARRANZA JOSE MANUEL
 TESIS : RESISTENCIA DEL CONCRETO CON MATERIALES DE LA ZONA Y SUSTITUCION DE CEMENTO EN 3% POR CENIZAS DE HOJAS DE PINO (Pinus Radiata) - HUARAZ
 LUGAR : HUARAZ - HUARAZ - ANCASH
 CANTERA : RIO SANTA - TACLLAN
 MATERIAL : ARENA GRUESA
 FECHA : 27/12/2018

PRUEBA N°	01	02	03
TARA N°	30	42	
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	1036.5	1038	
TARA + SUELO SECO (gr)	1071.6	1028.5	
PESO DEL AGUA (gr)	14.9	13.5	
PESO DE LA TARA (gr)	198.1	165.8	
PESO DEL SUELO SECO (gr)	833.5	862.7	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	1.75	1.57	
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)		1.66	



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y
 Ensayo de Materiales
Ing. Roger W. Valdivia Pinedo
 DIP. 88240



USP

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

DISEÑO DE MEZCLA

SOLICITA REYES CARRANZA JOSE MANUEL

TESIS RESISTENCIA DEL CONCRETO CON MATERIALES DE LA ZONA Y SUSTITUCION DE CEMENTO SUSTITUIDO
3% CENIZAS DE HOJAS DE PINO (*Pinus Radiata*) - HUARAZ

LUGAR HUARAZ- HUARAZ - ANCASH

FECHA : 27/12/2016

ESPECIFICACIONES

- La selección de las proporciones se hará empleando el metodo del ACI
- La resistencia en compresión de diseño especificada es de 210 kg/cm², a los 28 días.

MATERIALES

A.- Cemento :

- Tipo I "SOL"
- Peso especifico 3.12

B.- Agua :

- Potable, de la zona.

C.-Agregado Fino :

CANTERA: RIO SANTA - TACLAN

- Peso especifico de masa 2.62
- Peso unitario suelto 1238 kg/m³
- Peso unitario compactado 1494 kg/m³
- Contenido de humedad 1.66 %
- Absorción 1.35 %
- Módulo de fineza 3.05

D.- Agregado grueso

CANTERA: RIO SANTA - TACLAN

- Piedra, perfil angular
- Tamaño Máximo Nominal 1"
- Peso especifico de masa 2.70
- Peso unitario suelto 1466 kg/m³
- Peso unitario compactado 1543 kg/m³
- Contenido de humedad 0.22 %
- Absorción 0.56 %



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FILIAL HUARAZ
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
Especialidad de Muestreo

Ing. Roger W. Valdivia Pinedo
DIP. 00340
J.P.P.

RECTORADO: Av. José Pardo 194 Chimbote / Perú - Telf.: 043 341078 / 342809 / 328034 Fax: 327896
CIUDAD UNIVERSITARIA: Los Pinos B s/n Urb. Los Pinos Telf.: 043 323505 / 326150 / 329486 **Bolognesi** Av. Fco. Bolognesi 421 Telf.: 345042
 - Nuevo Chimbote D1 -1 Urb. Las Casuarinas - Telf. 043 312642 - **San Luis** Nuevo Chimbote Telf.: 043 319704
OFICINA CENTRAL DE ADMISIÓN: Esq. Aguirre y Espinar - Telf.: (043) 345899 - www.usanpedro.edu.pe - facebook/ Universidad San Pedro



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

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

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 3" a 4" , sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 1" , el volumen unitario de agua es de 193 lt/m³ .

RELACIÓN AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua - cemento de 0.684

FACTOR DE CEMENTO

F.C. : $193 / 0.684 = 282.16 \text{ kg/m}^3 = 6.64 \text{ bolsas / m}^3$

VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS

Cemento.....	282.164 kg/m ³
Agua efectiva.....	193.761 lts/m ³
Agregado fino.....	885.925 kg/m ³
Agregado grueso.....	997.267 kg/m ³

PROPORCIONES EN PESO

$$\frac{282.16}{282.16} : \frac{885.925}{282.16} : \frac{997.27}{282.16}$$

1 : 3.14 : 3.53 : 29.19 lts / bolsa

PROPORCIONES EN VOLUMEN

1 : 3.75 : 3.61 : 29.19 lts / bolsa

PROPORCIONES POR PROBETA

Ø de Probeta	: 15.30 cm	Volumen por Probeta	: 5604 cm ³
h de Probeta	: 30.48 cm	Volumen producido por Probeta	: 6444 cm ³
Desperdicio	: 15 %		

Cemento	: 1.82	Kg
Agregado Fino	: 5.71	Kg
Agregado Grueso	: 6.43	Kg
Agua	: 1.25	Li



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
PLUM HUARAZ
FACULTAD DE INGENIERIA
Laboratorio de Mecánica de Suelos y
Ensayo de Muestras

Ing. Roger W. Valdivia Pinedo

CIP. 38540

USP

RECTORADO: Av. José Pardo 194 Chimbote / Perú - Telf.: 043 341078 / 342809 / 328034 Fax: 327896
CIUDAD UNIVERSITARIA: Los Pinos B s/n Urb. Los Pinos Telf.: 043 323505 / 326150 / 329486 Bolognesi Av. Fco. Bolognesi 421 Telf.: 345042
- Nuevo Chimbote D1 -1 Urb. Las Casuarinas - Telf. 043 312842 - San Luis Nuevo Chimbote Telf.: 043 319704
OFICINA CENTRAL DE ADMISIÓN: Esq. Aguirre y Espinar - Telf.: (043) 345899 - www.usanpedro.edu.pe - facebook/ Universidad San Pedro



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

DISEÑO DE MEZCLA
(SUSTITUCION 3% DEL CEMENTO)

SOLICITA REYES CARRANZA JOSE MANUEL
 TESIS RESISTENCIA DEL CONCRETO CON MATERIALES DE LA ZONA Y SUSTITUCION DE CEMENTO SUSTITUIDO
 A 3% CENIZAS DE HOJAS DE PINO (Pinus Radiata) - HUARAZ
 LUGAR HUARAZ- HUARAZ - ANCASH
 ECHA 27/12/2016

ESPECIFICACIONES

- La selección de las proporciones se hará empleando el metodo del ACI
- La resistencia en compresión de diseño especificada es de 210 kg/cm², a los 28 días.

MATERIALES

A - Cemento :

- Tipo I "SOL"
- Peso especifico 3.12

B - Agua :

- Potable, de la zona.

C.-Agregado Fino :

CANTERA: RIO SANTA - TACLAN

- Peso especifico de masa 2.62
- Peso unitario suelto 1238 kg/m³
- Peso unitario compactado 1494 kg/m³
- Contenido de humedad 1.66 %
- Absorción 1.35 %
- Módulo de fineza 3.05

D.- Agregado grueso

CANTERA: RIO SANTA - TACLAN

- Piedra, perfil angular
- Tamaño Máximo Nominal 1"
- Peso especifico de masa 2.70
- Peso unitario suelto 1466 kg/m³
- Peso unitario compactado 1543 kg/m³
- Contenido de humedad 0.22 %
- Absorción 0.56 %



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FILIAL HUARAZ
FACULTAD DE INGENIERIA
Laboratorio de Mecánica de Suelos y
Estructuras

Ing. Roger W. Valdivia Pinedo
CIP: 59140
JEFE



USP

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

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

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 3" a 4", sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 1", el volumen unitario de agua es de 193 lt/m³.

RELACIÓN AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua - cemento de 0.684

FACTOR DE CEMENTO

$$F.C. : 193 / 0.684 = 282.16 \text{ kg/m}^3 = 6.64 \text{ bolsas / m}^3$$

VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS

Cemento.....	273.699	kg/m ³
Ceniza de Hoja de Pino (Pino Radiata).....	8.465	kg/m ³
Agua efectiva.....	193.761	lts/m ³
Agregado fino.....	885.925	kg/m ³
Agregado grueso.....	997.267	kg/m ³

PROPORCIONES EN PESO

$$\frac{282.16}{282.16} : \frac{885.925}{282.16} : \frac{997.27}{282.16}$$

$$1 : 3.14 : 3.53 : 29.19 \text{ lts / bolsa}$$

PROPORCIONES EN VOLUMEN

$$1 : 3.75 : 3.61 : 29.19 \text{ lts / bolsa}$$

PROPORCIONES POR PROBETA

Ø de Probeta : 15.30	cm	Volumen por Probeta :	5604	cm ³
h de Probeta : 30.48	cm	Volumen producido por Probeta :	6444	cm ³
Desperdicio : 15	%			

Cemento	: 1.76	Kg
Ceniza de Hoja de Pino	: 0.05	Kg
Agregado Fino	: 5.71	Kg
Agregado Grueso	: 6.43	Kg
Agua	: 1.25	Lt
Agua Adicional	: 0.10	Lt



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Laboratorio de Mecánica de Suelos y
Ensayos de Materiales

Ing. Roger W. Valdivia Pinedo
CIP: 92540
JEFE

RECTORADO: Av. José Pardo 194 Chimbote / Perú - Telf.: 043 341078 / 342809 / 328034 Fax: 327896
 CIUDAD UNIVERSITARIA: Los Pinos B s/n Urb. Los Pinos Telf.: 043 323505 / 326150 / 329486 Bolognesi Av. Fco. Bolognesi 421 Telf.: 345042
 - Nuevo Chimbote D1 - 1 Urb. Las Casuarinas - Telf. 043 312842 - San Luis Nuevo Chimbote Telf.: 043 319704
 OFICINA CENTRAL DE ADMISIÓN: Esq. Aguirre y Espinar - Telf.: (043) 345899 - www.usanpedro.edu.pe - facebook/ Universidad San Pedro



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

SOLICITA : BACH. REYES CARRANZA JOSE MANUEL
TEMA : RESISTENCIA DEL CONCRETO CON MATERIALES DE LA ZONA Y SUSTITUCION DE CEMENTO
SUSTITUIDO A 3% POR CENIZAS DE HOJAS DE PINO (Pinus Radiata) - HUARAZ
LUGAR : HUARAZ - HUARAZ - ANCASH
FECHA : 27/12/2016
F' C : 210 Kg/cm²

N°	TESTIGO ELEMENTO	SLUMP (")	FECHA MOLDEO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	FC Kg/Cm ²	FC/F' C (%)
01	PATRON	3.20	15/10/2016	22/10/2016	7	178.11	84.81
02	PATRON	3.20	15/10/2016	22/10/2016	7	180.03	85.73
03	PATRON	3.20	15/10/2016	22/10/2016	7	175.57	83.60
04	PATRON	3.20	15/10/2016	29/10/2016	14	205.98	98.08
05	PATRON	3.20	15/10/2016	29/10/2016	14	207.17	98.65
06	PATRON	3.20	15/10/2016	29/10/2016	14	209.25	99.64
07	PATRON	3.20	15/10/2016	12/11/2016	28	238.02	113.34
08	PATRON	3.20	15/10/2016	12/11/2016	28	225.23	107.25
09	PATRON	3.20	15/10/2016	12/11/2016	28	230.51	109.77
10	EXPERIMENTAL 3%	3.50	28/11/2016	05/12/2016	7	170.60	81.24
11	EXPERIMENTAL 3%	3.50	28/11/2016	05/12/2016	7	174.87	83.27
12	EXPERIMENTAL 3%	3.50	28/11/2016	05/12/2016	7	166.65	79.36
13	EXPERIMENTAL 3%	3.50	28/11/2016	12/12/2016	14	206.58	98.37
14	EXPERIMENTAL 3%	3.50	28/11/2016	12/12/2016	14	208.81	99.43
15	EXPERIMENTAL 3%	3.50	28/11/2016	12/12/2016	14	209.30	99.67
16	EXPERIMENTAL 3%	3.50	28/11/2016	26/12/2016	28	243.86	116.12
17	EXPERIMENTAL 3%	3.50	28/11/2016	26/12/2016	28	225.50	107.38
18	EXPERIMENTAL 3%	3.50	28/11/2016	26/12/2016	28	241.06	114.79

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

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



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FILIAL HUARAZ
FACULTAD DE INGENIERIA
Laboratorio, Maestros de Obras y
Escuela de Maestros

Ing. Roger W. Valdivia Pinedo
Dir. 39540
JEFE

RECTORADO: Av. José Pardo 194 Chimbote / Perú - Telf.: 043 341078 / 342809 / 328034 Fax: 327896
CIUDAD UNIVERSITARIA: Los Pinos B s/n Urb. Los Pinos Telf.: 043 323505 / 326150 / 329486 Bolognesi Av. Fco. Bolognesi 421 Telf.: 345042
- Nuevo Chimbote D1 -1 Urb. Las Casuarinas - Telf. 043 312842 - San Luis Nuevo Chimbote Telf.: 043 319704
OFICINA CENTRAL DE ADMISIÓN: Esq. Aguirre y Espinar - Telf.: (043) 345899 - www.usanpedro.edu.pe - facebook/ Universidad San Pedro

PANEL FOTOGRÁFICO



FOTO N° 01: Visita a SERFOR, para la obtención de información acerca de la población de Pinos (*Pinus Radiata*) en el distrito de Independencia, de la ciudad de Huaraz.



FOTO N° 02: Abundancia de Pinos (*Pinus Radiata*); en la zona El Pinar, ubicada en la parte alta del distrito de Independencia, de la ciudad de Huaraz.



FOTO N° 03: Recolección de las hojas y ramas de Pino (*Pinus Radiata*).



FOTO N° 04: Se recolecto un promedio de 100 Kg, entre hojas y ramas de Pino (*Pinus Radiata*).



FOTO N° 05: Selección de las hojas de Pino (*Pinus Radiata*).



FOTO N° 06: Obtención del agregado grueso de la cantera “Rio Santa” ubicada en el Pueblo Tacllan, distrito de Huaraz, Provincia de Huaraz - Huaraz.



FOTO N° 07: Obtención del agregado fino de la cantera “Rio Santa” ubicada en el Pueblo Taclan, distrito de Huaraz, Provincia de Huaraz - Huaraz.



FOTO N° 08: Obtención cemento Portland tipo I SOL, en la Ferretería “UNIVERSAL”, ubicado en la Av. Raimondi N° 210 –



FOTO N° 09: El agua se obtuvo de las cañerías de agua potable del laboratorio de suelos de la Universidad San Pedro – Chimbote.

8.1. ENSAYOS A LA HOJA DE PINO (*Pinus Radiata*).



FOTO N° 10: Secado bajo sombra de las Hojas de Pino (*Pinus Radiata*) - Huaraz



FOTO N° 11: Incineración a cielo abierto de la Hoja Pino. (Estado de Pre quemado).



FOTO N° 12: Cenizas pre quemadas de Hoja de Pino (Pinus Radiata).



FOTO N° 13: Incineración en mufla a 450 °C por tres horas.



FOTO N° 14: Cenizas calcinadas de Hoja de Pino (*Pinus Radiata*).



FOTO N° 15: Tamizado de Hoja de Pino (*Pinus Radiata*) por la malla organza



FOTO N° 16: Tamizado de la ceniza calcinada de hoja de Pino, por la malla # 200, para la obtención de su máxima finura (75 μm).



FOTO N° 17: Activación mecánica de la ceniza de hoja de pino (Pinus Radiata).



FOTO N° 18: Laboratorio Químico “LABICER” de la facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional de Ingeniería – Lima.



FOTO N° 19: Espectrómetro de Fluorescencia de Rayos X



FOTO N° 20: Muestra de cenizas de Hoja de Pino (Pinus Radiata) colocadas en el portamuestra.



FOTO N° 21: Muestra en el espectrómetro de Fluorescencia de Rayos X.



FOTO N° 22: Muestra observada desde la cámara interna del equipo de Fluorescencia de Rayos X.



FOTO N° 23: Tamizado del agregado fino por la malla N° 4



FOTO N° 24: Ensayo de Contenido de Humedad de los agregados.



FOTO N° 25: Ensayo de Peso Unitario de los agregados



FOTO N° 26: Ensayo de Gravedad Especifica y absorción de los agregados



FOTO N° 27: Ensayo de granulometría de los agregados.

8.2. ELABORACION DEL CONCRETO PATRON.



FOTO N° 28: Limpieza de moldes de especímenes de concreto con Cepillo de fierro.



FOTO N° 29: Recubrimiento de moldes de especímenes de concreto con cinta de embalaje.



FOTO N° 30: Materiales para la elaboración del concreto patrón.



FOTO N° 31: Colocación de los materiales al trompito eléctrico para la elaboración del concreto patrón.



FOTO N° 32: Prueba de asentamiento del concreto (Slump).



FOTO N° 33: Media del asentamiento del concreto patrón 3.2”.



FOTO N° 34: Llenado de especímenes de concreto, en tres capas con 25 varillados de compactación por cada capa y 10 golpes con el martillo de goma por cada capa.



FOTO N° 35: Enrasado de la parte superior de los especímenes de concreto en estado fresco.



FOTO N° 36: Desencofrado de especímenes de concreto después de 18 horas.



FOTO N° 37: Pesado después de desencofrar los especímenes de concreto.



FOTO N° 38: Curado de especímenes de concreto.



FOTO N° 39: Probetas Patrón secando, para ser ensayadas a Compresión (7días de curado)



FOTO N° 40: Peso Probetas Patrón, para ser ensayadas a Compresión (7días de curado)



FOTO N° 41: Rotura de probeta patrón (7 días de curado)



FOTO N° 42: Rotura de probeta patrón (14 días de curado)



FOTO N° 43: Rotura de probeta patrón (28 días de curado)



FOTO N° 44: Mezclado de ceniza de hoja de pino con el cemento (3%)



FOTO N° 45: Elaboración de las Probetas Experimentales (3% sustitución del cemento)



FOTO N° 46: Desencofrado de las Probetas Experimentales (3% sustitución del cemento)



FOTO N° 47: Curado de Probetas Experimentales (3% sustitución del cemento)



FOTO N° 48: Ensayo a compresión de Probetas Experimentales (3% sustitución del cemento)