

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



**Resistencia de concreto $f_c=210\text{kg/cm}^2$ con adición de ceniza
de viruta de madera- Huaraz - 2017.**

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil

Autor

Evaristo Alberto, Franz Matheus

Asesor

Flores Reyes, Gumerindo

Huaraz – Perú

2018

PALABRAS CLAVES

TEMA	Resistencia de un Concreto, Ceniza de Madera
ESPECIALIDAD	Tecnología de concreto

KEY WORDS

TOPIC	Resistance of a Concrete, Wood Ash
SPECIALIZATION	Concrete technology

LINEA DE INVESTIGACION

ÁREA	Ingeniería y Tecnología
SUB ÁREA	Ingeniería civil
DISCIPLINA	Ingeniería civil

TITULO

**RESISTENCIA DE CONCRETO FC=210KG/M2 CON
ADICIÓN DE CENIZA DE VIRUTA DE MADERA-
HUARAZ – 2017.**

RESUMEN

El objetivo de esta investigación es determinar la resistencia a la compresión de un concreto $FC= 210 \text{ kg/cm}^2$ cuando se adicione la ceniza de viruta de madera tornillo en un 1%, 2%, 3%.

Es una investigación aplicada y explicativa, es de enfoque cuantitativo y de diseño experimental en bloque completo al azar. La muestra fue de 36 probetas: 9 para 0%, 9 para 1%, 9 para 2%, 9 para 3% de ceniza de viruta de madera tornillo. La técnica utilizada fue la observación y como instrumento de registro de datos se contó con una guía de observación y fichas técnicas del laboratorio de mecánica de suelos y ensayo de materiales. Los datos son procesados con los programas Excel y SPSS. El análisis se realizó con tablas, gráficos, porcentajes, promedios, varianzas, coeficiente de variación y una prueba de hipótesis ANOVA.

Obtuvieron los resultados siguientes, a los 28 días: el concreto patrón 104.42%, el concreto con adición de ceniza de virutas de madera tornillo con el 1% alcanzo una resistencia de 112.88%, con adición de 2% alcanzo una resistencia de 110.44%, finalmente la adición del 3% alcanzó una resistencia de 106.21%. Obteniendo una diferencia de 8.46% entre el concreto patrón y el concreto con adición de ceniza de viruta de madera tornillo del 1%.

ABSTRACT

The objective of this research is to determine the compressive strength of a concrete $FC = 210 \text{ kg / cm}^2$ when the ash of wood chip is added by 1%, 2%, 3%.

It is an applied and explanatory investigation, it is of quantitative approach and of experimental design in complete block at random. The sample was of 36 test pieces: 9 for 0%, 9 for 1%, 9 for 2%, 9 for 3% of wood chip ash. The technique used was the observation and as a data recording instrument, an observation guide and technical sheets were available from the soil mechanics and materials testing laboratory. The data is processed with the Excel and SPSS programs. The analysis was performed with tables, graphs, percentages, averages, variances, coefficient of variation and an ANOVA hypothesis test.

They obtained the following results, at 28 days: the concrete pattern 104.42%, the concrete with the addition of ash wood chip shavings with 1% reached a resistance of 112.88%, with addition of 2% reached a resistance of 110.44%, finally the addition of 3% reached a resistance of 106.21%. Obtaining a difference of 8.46% between the concrete pattern and the concrete with the addition of wood chip ash of 1%.

ÍNDICE GENERAL

PALABRAS CLAVES.....	i
TITULO.....	ii
RESUMEN	iii
ABSTRACT.....	iv
ÍNDICE GENERAL	v
INTRODUCCION	1
METODOLOGIA.....	21
RESULTADOS	24
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN	42
CONCLUSIONES	45
RECOMENDACIONES	46
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	47
AGRADECIMIENTOS.....	49
ANEXOS Y APENDICE.....	50

INDICE DE TABLAS

TABLA 1 Componentes químicos del cemento	7
TABLA 2 Requisitos para agua de mezcla-ntp 339.088	14
TABLA 3 Propiedades de la viruta de madera	18
TABLA 4 Variable dependiente.....	19
TABLA 5 Variable independiente	20
TABLA 6 Bloques completo al azar	22
TABLA 7 Tecnicas e instrumentos	23
TABLA 8 Resultado De Fluorescencia De Rayos X de la ceniza de viruta de madera tornillo	25
TABLA 9 Ph Del Cemento y ceniza de viruta de madera tornillo	26
TABLA 10 Contenido de humedad agregado fino (ASTM D-2216).....	26
TABLA 11 Contenido de humedad agregado grueso (ASTM D-2216)	27
TABLA 12 Granulometría del agregado fino.....	27
TABLA 12 Granulometría del agregado grueso	28
TABLA 13 Gravedad Específica Y Absorción Agregado Fino (Según Norma ASTM C-127).....	29
TABLA 14 Gravedad Específica Y Absorción Agregado grueso (Según Norma ASTM C-127)	30
TABLA 15 Peso Unitario compactado Del Agregado Fino.....	30
TABLA 16 Peso Unitario compactado Del Agregado grueso.....	31
TABLA 17 Proporción De Materiales Utilizado Para el concreto patrón	31
TABLA 18 Proporción De Materiales Utilizado Para el concreto experimental con el 1% de ceniza de viruta de madera tornillo.....	32
TABLA 19 Proporción De Materiales Utilizado Para el concreto experimental con el 2% de ceniza de viruta de madera tornillo.....	32
TABLA 20 Proporción De Materiales Utilizado Para el concreto experimental con el 3% de ceniza de viruta de madera tornillo.....	32
TABLA 21 Proporción total De Materiales Utilizados para las 36 probetas	32
TABLA 22 Ensayos de Compresión Patrón 7 días	34
TABLA 23 Ensayos de Compresión Patrón 14 días	35
TABLA 24 Ensayos de Compresión Patrón 28 días	35

TABLA 25 Ensayos de Compresión Experimental 1% de 7 días.....	35
TABLA 26 Ensayos de Compresión Experimental 1% de 14 días	35
TABLA 27 Ensayos de Compresión Experimental 1% de 28 días	36
TABLA 28 Ensayos de Compresión Experimental 2% de 7días	36
TABLA 29 Ensayos de Compresión Experimental 2% de 14días	36
TABLA 30 Ensayos de Compresión Experimental 2% de 28días	36
TABLA 31 Ensayos de Compresión Experimental 3% de 7días	37
TABLA 32 Ensayos de Compresión Experimental 3% de 14días	37
TABLA 33 Ensayos de Compresión Experimental 3% de 28días	37
TABLA 34 Resultados Finales de los Ensayos de Compresión	37
TABLA 35 Ensayos de Compresión Patrón en Porcentajes	38
TABLA 36 Ensayos de Compresión Experimentales en Porcentajes	38
TABLA 37 Ensayos de Compresión Experimentales en Porcentajes	40
TABLA 38 Analisis de varianza	41

INDICE DE FIGURA

Figura 1. Análisis termo gravimétrico de la viruta de madera tornillo.....	24
Figura 2. Curva calorimetrica DSC de la viruta de madera tornillo	24
Figura 3 Granulometría del agregado fino	28
Figura 4 Granulometría del agregado grueso	29
Figura 5: Resistencia a la Compresión (Kg/cm2) a los 7 días.....	39
Figura 6: Resistencia a la Compresión (Kg/cm2) a los 14 días.....	39
Figura 7: Resistencia a la Compresión (Kg/cm2) a los 28 días.....	40
Figura 8: Resistencia a la Compresión (Kg/cm2)	41

INTRODUCCION

De los antecedentes encontrados se ha abordado algunas investigaciones relevantes a esta investigación, como el de C. Sashidhar, H. Sudarsana Rao (2010), en la 35a Conferencia - Nuestro Mundo en Concreto y Estructuras busco estudiar la durabilidad del hormigón con adiciones de ceniza de madera. Lo cual llegaron a la conclusión de que:

La resistencia a la compresión a los 28 días de curado normal del concreto con adición de ceniza de madera decrece a medida que el contenido de la ceniza de madera aumenta en cantidades expresadas en porcentaje en un intervalo de 0 a 30.

El resultado de la prueba indica que la ceniza de la madera es ligeramente puzolánica, la demanda de agua aumenta a medida que aumenta el contenido de ceniza y aumenta el tiempo de fraguado de la pasta.

La resistencia a la compresión de la ceniza de madera / hormigón OPC aumenta con la edad en curado con reemplazo óptimo de cemento por ceniza de madera del 20%. Por otro punto, en la investigación de Karol Vivas (2016) busco diseñar un hormigón liviano elaborado con ceniza de madera como sustituto parcial del agregado fino, lo cual al terminar la investigación llevo a la conclusión que:

El hormigón obtenido sustituyendo parcialmente al agregado fino con ceniza de madera, no alcanza la clasificación de hormigón liviano porque su densidad no se encuentra en el rango de 1.200 a 2.000 kg/m³.

El hormigón con 30% de sustitución presenta una disminución en su densidad real de 2,66% con referencia al hormigón convencional (de 2294,73 kg/m³ a 2233,75 kg/m³).

La inclusión de la ceniza de madera mantiene la homogeneidad del hormigón en vista de su correcta distribución con los componentes de la mezcla.

El hormigón con 50% de sustitución indica una disminución en la resistencia a compresión de 7,31% respecto del hormigón convencional. (de 186,49 kg/cm² a 172,85 kg/cm²).

Así mismo se revisó el artículo de M. Elahi, A. UllahQazi, M. Yousaf, U. Akmal (2015), estudiaron la aplicación de ceniza de madera en la producción de hormigón. Concluyendo que:

Los resultados de resistencia a la compresión de los especímenes de concreto muestran que el B-WA está relativamente mejor de las tres cenizas estudiadas en esta investigación. Brinda la máxima resistencia a la compresión cuando se usa como CRM.

Los resultados de resistencia a la compresión a 28 días de las muestras de concreto muestran que al reemplazar 10% de cemento con B-WA, la caída en la resistencia es 10% y esta reducción en fuerza se reduce a 2% después de 56 días en comparación con CC.

Los ensayos a compresión de las muestras cilíndricas con una relación de agua / cemento de 0,60 ejecutados a los 7, 28 y 56 días, manifiestan que la mezcla con el 10% obtuvo la más alta resistencia a la compresión definiéndolo como un porcentaje recomendable, lo que indica una relación inversamente proporcional es decir; a mayor contenido de ceniza de madera menor resistencia a la compresión.

También se revisó la Revista Electrónica de Prácticas y Tecnologías Leonardo de M. Abdullahi (2006), abordo con las características de la ceniza de madera/ hormigón opc, teniendo como conclusiones lo siguiente:

La gravedad específica y la densidad aparente compactada de la ceniza de madera fueron de 2,13 y 760 kg / m³.

Los tiempos de fraguado de la ceniza de madera / pasta OPC aumentan a medida que aumenta el contenido de cenizas; la pasta de ceniza de madera al 10% y 20% satisface el estándar recomendado para la pasta de cemento Portland común. 30% y 40% de pasta de cenizas de madera dieron valores más altos de tiempos de fraguado que no satisfacen el estándar.

La resistencia a la compresión del hormigón con un 20% de contenido de ceniza de madera aumentó apreciablemente a los 60 días. El nivel de reemplazo óptimo fue, por lo tanto, del 20%.

Por lo expuesto anteriormente y considerando las propiedades del concreto se hace indiscutible el estudio de las características principales del mismo cuando adicione las cenizas de virutas de madera tornillo, y como podría influir en la mezcla, en cuanto a la resistencia.

Así mismo se revisó la revista de Ingeniería Civil y Ambiental de Amir Shafi y Anshul Garg lo cual estudiaron el Reemplazo parcial de ceniza de madera con cemento Portland ordinario y arena de fundición como agregado fino, obteniendo las siguientes conclusiones:

La ceniza de madera puede variar en cantidad y calidad debido a muchos factores como temperatura, tipo de madera o biomasa, tipo de combustión, etc. Por lo tanto, es bastante necesario analizar la ceniza de la madera antes de usarla.

Se observó que la densidad aparente del hormigón disminuía con el aumento del % de edad de la ceniza de la madera.

La incorporación de la ceniza de madera mejoró la calidad de la pasta, aumentando así tanto la resistencia a la tracción dividida como la resistencia a la flexión del hormigón.

En este proyecto de investigación se pretende también superar la resistencia $F'c=210\text{kg/cm}^2$, el tendrá un gran beneficio para los pobladores en nuestra ciudad. Y por otro lado se busca la conservación del medio ambiente ya que se reutilizara las virutas de la madera tornillo la cual es muy cotizada en nuestra localidad por las madereras, esto conlleva a darle mayor interés ya que en muchos países desarrollados ya lo vienen utilizando.

Nuestro país actualmente se ha convertido en el boom de la construcción en lo cual principalmente se utiliza el cemento de acuerdo a esto ha surgido la necesidad de mejorar la calidad de las mezclas con el cemento, por tal motivo los profesiones en la construcción deben de tener la capacidad necesaria para poder usar diferentes adiciones en las mezclas que puedan brindan diversas soluciones tomando en cuenta el costo y al medio ambiente.

Esta investigación será muy útil ya que servirá a los estudiantes de ingeniería civil abundar más en las investigaciones posteriores a este trabajo de investigación, ya que existen muchas aplicaciones de los cuales se podrían aprovechar adicionando diferentes elementos como en este caso es la ceniza de virutas de madera tornillo. La problemática de la presente investigación se pone a manifiesto en las siguientes líneas:

En Bolivia existen 186 tipos de madera, los cuales hacen un promedio de 58% de desechos de madera mensualmente.

En el Perú la transformación mecánica de la madera, principalmente aserrío, es una actividad con rendimientos de madera rolliza a madera aserrada de aproximadamente 60%, correspondiendo la diferencia a residuos conocidos como cantoneras, cantos, costaneras, despuntes, viruta y aserrín.

En otros países se utilizan hasta el 44% de residuos de los aserraderos como materia prima.

Por lo mencionado se formula el problema ¿Cuál es la resistencia a compresión de un concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ cuando se adicione las cenizas de viruta de madera tornillo en 1%, 2% y 3%?

De la bibliografía consultada se pudo revisar diversas definiciones que serán muy útiles para el desarrollo de la investigación, tales como:

TECNOLOGIA DEL CONCRETO

El concreto, presenta un comportamiento viscoso, mientras que la otra, formada por los agregados, muestra un comportamiento casi elástico. Estando los agregados rodeados y separados entre ellos por la pasta de cemento. Resulta así, la definición de un material heterogéneo, cuya estructura particular posibilita un comportamiento inelástico; siendo las deformaciones de la fase viscosa susceptible de ser modificadas por el tiempo y las condiciones de curado, creando tensiones internas considerables.

Por otra parte a los problemas de diseño y construcción, característicos de las fábricas de piedra, de índole mecánica según las formas y las masas de los elementos, se unen en las construcciones de concreto multitud de otros factores, que deben ser conocidos y apreciados por el Ingeniero, que interviene directamente en su fabricación desde una primera instancia. Así pues, ha de estudiar el tipo y calidad de los áridos, los problemas de fraguado y endurecimiento del aglomerante, la dosificación del conjunto, su fabricación y puesta en obra, su comportamiento bajo la acción de las cargas y de los agentes destructivos (Gonzales. M, 1962).

Indica que, una nueva ciencia, de alta calidad experimental, tiende a solucionar éstas cuestiones. Ella es la Reología, que estudia e investiga la estructura física de las pastas, su deformación y relación con las propiedades requeridas en cada tipo de construcción. En el caso del concreto normal conocemos que al ser usado en pavimentos, tiene principalísima importancia la resistencia a la tracción, al rozamiento e intemperismo y la relación que guardan con el tipo de áridos, la compacidad, etc. Igualmente en el caso del concreto en grande! masas, es necesario tener en cuenta la retracción y dilatación debida a las temperaturas de fraguado y la influencia del tipo del cemento, el curado y forma de la puesta en obra.

En las obras portuarias de concreto, es preciso considerar la acción de sucesivos choques o impactos así como la acción destructora del agua de mar, incidiendo en la calidad y compacidad del agregado, la hidraulicidad de la pasta (Gonzales. M, 1962).

Indica que, en el caso del concreto armado acrecentar la resistencia a la tracción y mejorar la docilidad de las mezclas frescas son los problemas característicos que afrontan el Ingeniero. En general las altas resistencias a la compresión (600 Kg/cm².) No son objeto de búsqueda en el concreto armado, pues la resistencia a la tracción no crece proporcionalmente con la de compresión. Por otra parte, el aumento consiguiente del módulo elástico trae consigo una reducción de la sección que colabora en la resistencia, al hacer abstracción de la zona solicitada a tracción.

La plasticidad produce fenómenos de adaptación que mejoran las condiciones de trabajo de los elementos. Que serían utilizados en forma incompleta en un régimen puramente elástico (Gonzales. M, 1962).

CONCRETO

COTERA G. (1962) .Tecnología de concreto, definió que el concreto es básicamente una mezcla de dos componentes: agregados y pasta. La pasta, compuesto de cemento Portland y agua, une a los agregados (arena y grava o piedra triturada), para formar una masa semejante a una roca ya que la pasta endurece debido a la reacción química entre el cemento y el agua.

- Componentes básicos: 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 10 mm.
- Los agregados gruesos son aquellos cuyas partículas se retienen en la malla No. 16 y pueden variar hasta 152 mm. El tamaño máximo del agregado que se emplea comúnmente es el de 19 mm o el de 25 mm.
- La pasta está compuesta de cemento Portland, agua y aire atrapado o aire incluido intencionalmente. Ordinariamente, la pasta constituye del 25 al 40 por ciento del volumen total del concreto.

CEMENTO

Laínez, Cruz, Martínez, y Velásquez (2012), define el cemento como un aglomerante en una mezcla de concreto, y actualmente se utilizan los denominados cementos Portland en sus distintos tipos los cuales al ser mezclados con agua tienen las propiedades de fraguar y endurecer. Este cemento es el resultado de pulverizar piedra caliza y arcilla los cuales se mezclan en hornos en temperatura de 1400 a 1600 grados centígrados, de esa manera se obtiene una materia llamada Clinker, la cual posee propiedades hidráulicas; por lo tanto el cemento Portland es un ligamento hidráulico que se obtiene al moler finamente el clinker de cemento Portland con una cantidad de yeso que está en el rango de 4 a 5 %.

FABRICACION DEL CEMENTO PORTLAND.

Para la elaboración del Clinker portland se emplean materias primas capaces de aportar principalmente cal y sílice, y accesoriamente óxido de fierro y alúmina, para lo cual se seleccionan materiales calizos y arcillosos de composición adecuada.

Estos materiales se trituran, dosifican, muelen y mezclan íntimamente hasta su completa homogeneización, ya sea en seco o en húmedo.

Los componentes químicos principales de las materias primas para la fabricación de cemento y las propiedades generales en que intervienen son:

TABLA 1

Componentes químicos del cemento

%	COMPONENTE QUÍMICO	PROCEDENCIA USUAL
95%	OXIDO DE CALCIO (CaO)	ROCAS CALIZAS
	OXIDO DE SÍLICE (SiO ₂)	ARENISCAS
	OXIDO DE ALUMINIO (Al ₂ O ₃)	ARCILLAS
	OXIDO DE FIERRO (Fe ₂ O ₃)	ARCILLA, MINERAL DE HIERRO,
5%	OXIDO DE MAGNESIO, SODIO	MINERALES VARIOS
	POTACIO, TITANIO, AZUFRE	
	FOSFORO Y MAGNECIO	

FUENTE: TÓPICOS DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO-ENRIQUE PASQUEL, 1992-1993, Perú.

COMPOSICIÓN DEL CEMENTO PORTLAND

Luego del proceso de formación del clinker y molienda final, se obtiene los siguientes compuestos establecidos por primera vez por Le Chatelier en 1852 y que son los que definen el comportamiento del cemento hidratado y que detallaremos con su fórmula química, abreviatura y nombre corriente.

- SILICATO TRICÁLCICO ($3C_aO.S_iO_2$).- Define la resistencia inicial (en la primera semana) y tiene mucha importancia en el calor de hidratación.
- SILICATO DI CÁLCICO ($2C_aO.S_iO_2$).- Define la resistencia a largo plazo y tiene menor incidencia en el calor de hidratación.
- ALUMINATO TRICÁLCICO ($2C_aO.S_iO_2$).- Con los silicatos condiciona el fraguado violento actuando como catalizador por lo que es necesario añadir yeso en el proceso (3%-6%) para controlarlo.

TIPOS DE CEMENTOS Y SUS APLICACIONES PRINCIPALES.

Los tipos de cementos y sus aplicaciones principales se dan de la siguiente manera.

- I De uso general, donde no se requiere de propiedades especiales
- II Moderados calor de hidratación y resistencia a los sulfatos Moderado C3A
- III Alta resistencia con elevado calor de hidratación, uso climas fríos.
- IV Bajo calor de hidratación Alto C2S.
- V Alta resistencia a los sulfatos Bajo.

CEMENTO PORTLAND TIPO I: Es el destinado a obras de hormigón en general, al que no se le exigen propiedades especiales.

AGREGADOS: Campos,(2009) define, antiguamente se decía que los agregados eran elementos inertes dentro del concreto ya que no intervenían directamente dentro de las reacciones químicas, la tecnología moderna se establece que siendo este material el que mayor porcentaje de participación tendrá dentro de la unidad cúbica de concreto sus propiedades y características diversas influyen en todas las propiedades del concreto.

CLASIFICACION DE LOS AGREGADOS PARA CONCRETO.

Los podemos clasificar de la siguiente manera:

POR SU PROCEDENCIA.

AGREGADOS NATURALES.- Son aquellos que se formaron por medio de un proceso geológico de forma natural y estos a su vez son extraídos de canteras, a los cuales se les somete a procesos de selección y optimización para su empleo en la producción de concretos.

“Son los formados por los procesos geológicos naturales que han de ocurrido en el planeta durante miles de años, y que son extraídos, seleccionados y procesados para optimizar su empleo en la producción del concreto”.

AGREGADOS ARTIFICIALES.-Los agregados artificiales provienen de un proceso de transformación de agregados naturales los cuales posteriormente se emplearan en la elaboración de concretos.

“Provienen de un proceso de transformación de materiales naturales, que proveen productos secundarios que con un tratamiento adicional se habilitan para emplearse en la producción de concreto”

POR SU GRADACIÓN.

La gradación específicamente se trata de la distribución volumétrica y tamaño de las partículas y estas están normadas de acuerdo a una granulometría.

“La gradación es la distribución volumétrica de las partículas que como ya hemos mencionado tiene suma importancia en el concreto. Se ha establecido convencionalmente la clasificación entre agregado grueso (piedra) y agregado fino (arena) en función a las partículas mayores t menores de 4.75 mm (Malla Estándar ASTM #4). Esta clasificación responde además a consideraciones de tipo práctico ya que las técnicas de procesamiento de los agregados (zarandeo, chancado) propenden a separarlos en esta forma con objeto de poder establecer un control más preciso en su procesamiento y empleo.”

POR SU DENSIDAD.

“En general son primordiales como la gravedad específica, es decir el peso entre el volumen de sólidos referido a la densidad del agua, se acostumbra clasificarlos en normales con $GE= 2.5$ a 2.75 , ligeros con $GE<2.5$ y pesados con $GE>2.75$. Cada uno de ellos marca comportamientos diversos en relación al concreto, habiendo establecido técnicas y métodos de diseño y uso para cada caso.”

TAMAÑO MÁXIMO DE LAS PARTÍCULAS.

Se define como al menor tamiz por el que pasa toda la muestra del agregado grueso, también puede de finirse como la capacidad que tiene los agregados de ser colocados en el encofrado.

“En un conjunto de partículas de agregados para concreto, es pertinente distinguir entre el tamaño máximo efectivo y el que se designa como tamaño máximo nominal. El primero se identifica con la malla de menor abertura en que alcanza a pasar efectivamente el total de las partículas del conjunto, cuando se le criba sucesivamente en mallas cuyas aberturas se incrementan gradualmente. La determinación de este tamaño máximo es necesaria cuando se analizan granulométricamente muestras

representativas de depósitos naturales, a fin de conocer el tamaño máximo disponible en el depósito en estudio; y su verificación es una medida de control indispensable durante el suministro del agregado grueso ya clasificado, previamente a su empleo en la fabricación del concreto, El tamaño máximo nominal del agregado es el que se designa en las especificaciones como tamaño máximo requerido para el concreto de cada estructura en particular, y se define de acuerdo con diversos aspectos tales como las características geométricas y de refuerzo de las estructuras, los procedimientos y equipos empleados para la colocación del concreto, el nivel de la resistencia mecánica requerida en el concreto, etc. Debido a la dificultad práctica de asegurar una dimensión máxima precisa en el tamaño de las partículas durante la clasificación y el suministro del agregado grueso, es usual conceder una tolerancia dimensional con respecto al tamaño máximo nominal, pero limitando la proporción de partículas que pueden excederlo. De esta manera, no basta con especificar el tamaño máximo nominal, sino que también es necesario definir el tamaño máximo efectivo permisible y la proporción máxima de partículas que puede admitirse entre el tamaño máximo nominal y el efectivo, es decir, lo que constituye el sobre tamaño nominal tolerable.”

Agregado Fino:

Un agregado fino con partículas de forma redondeada y textura suave ha demostrado que requiere menos agua de mezclado.

Una óptima granulometría del árido fino es determinante por su requerimiento de agua más que por el acomodamiento físico.

La experiencia indica que las arenas con un módulo de finura de 3.0 han dado los mejores resultados en cuanto a trabajabilidad y resistencia a la compresión.

Agregado Grueso:

Numerosos estudios han demostrado que para una resistencia a la compresión alta con un elevado contenido de cemento y baja relación agua-cemento el tamaño máximo de agregado debe mantenerse en el mínimo posible (12,7 a 9,5).

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. Se ha demostrado que la grava triturada produce resistencias mayores que la redondeada.

Granulometría de los agregados:

La granulometría es la distribución de los tamaños de las partículas de un agregado tal como se determina por análisis de tamices (norma ASTM C 136). El tamaño de partícula del agregado se determina por medio de tamices de malla de alambre aberturas cuadradas. Los siete tamices estándar ASTM C 33 para agregado fino tiene aberturas que varían desde la malla No. 100(150 micras) hasta 9.52 mm.

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. Para la construcción de vías terrestres, la norma ASTM D 448 enlista los trece números de tamaño de la ASTM C 33, más otros seis números de tamaño para agregado grueso. La arena o agregado fino solamente tiene un rango de tamaños de partícula.

La granulometría y el tamaño máximo de agregado afectan las proporciones relativas de los agregados así como los requisitos de agua y cemento, la trabajabilidad, capacidad de bombeo, economía, porosidad, contracción.

$$MF = \frac{\sum \% \text{ Acumulados retenidos (} 1\frac{1}{2}'' , \frac{3}{4}'' , 3/8'' , N^{\circ}4 , N^{\circ}8 , N^{\circ}16 , N^{\circ}30 , N^{\circ}50 \text{ y } N^{\circ}100)}{100}$$

Propiedades Físicas:

Densidad

Depende de la gravedad específica de sus constituyentes sólidos como de la porosidad del material mismo. La densidad de los agregados es especialmente importante para los casos en que se busca diseñar concretos de bajo o alto peso unitario.

Las bajas densidades indican también que el material es poroso y débil y de alta absorción.

Porosidad

La palabra porosidad viene de poro que significa espacio no ocupado por materia sólida en la partícula de agregado es una de las más importantes propiedades del agregado por su influencia en las otras propiedades de éste, puede influir en la estabilidad química, resistencia a la abrasión, resistencias mecánicas, propiedades elásticas, gravedad específica, absorción y permeabilidad.

Peso Unitario

Es el resultado de dividir el peso de las partículas entre el volumen total incluyendo los vacíos. Al incluir los espacios entre partículas influye la forma de acomodo de estos. El procedimiento para su determinación se encuentra normalizado en ASTM C29 y NTP 400.017. Es un valor útil sobre todo para hacer las transformaciones de pesos a volúmenes y viceversa.

Porcentaje de Vacíos

Es la medida de volumen expresado en porcentaje de los espacios entre las partículas de agregado, depende del acomodo de las partículas por lo que su valor es relativo como en el caso del peso unitario. Se evalúa usando la siguiente expresión recomendada por ASTM C 29:

$$\% \text{ vacios} = \frac{(SxW - P.U.C.)}{SxW} \times 100$$

Donde:

S = Peso específico de masa

W = Densidad del agua

P.U.C. = Peso Unitario Compactado seco del agregado

FISURACION DEL CONCRETO

Este es un tema relevante debido a que uno de los aportes más importantes de las fibras es la minimización o control de la fisuración en el concreto.

La fisuración es una consecuencia directa de la baja resistencia a la tracción del concreto. También pueden darse debido a la compresión y puede estar presente en cualquier tipo de estructura desde edificaciones, hasta toda clase de obra civil en donde participe el concreto.

Dichas fisuras pueden manifestarse en años, semanas, días u horas debido a las distintas causas. Esta patología en el concreto puede afectar la apariencia de la estructura; sin embargo, también puede indicar fallas estructurales ya que debido a ellas, agentes químicos pueden entrar en contacto con la armadura del elemento o con el mismo concreto, debilitando así la estructura y afectando la durabilidad. Sin

embargo, se debe tener en cuenta que no siempre son peligrosas, lo que importa es conocer el tipo de elemento estructural en el que han aparecido y la naturaleza de las mismas.

La peligrosidad de las fisuras se debe tener en cuenta cuando se sobrepasan determinados espesores o cuando están en determinados ambientes.

Así mismo, las fisuras se pueden clasificar en:

FISURAS ESTABILIZADAS

También llamadas muertas, son aquellas que llegan a una determinada abertura y el proceso queda detenido.

FISURAS EN MOVIMIENTO

Son aquellas en las que la fisuración continúa hasta llegar a estabilizarse.

FISURAS ESTRUCTURALES

Son debidas a las excesivas cargas a que esta sometidos el concreto, las cuales originan esfuerzos sobredimensionados, y se pueden clasificar de la siguiente manera:

FISURAS CAUSADAS POR FUERZAS EXTERNAS

Estas son síntomas de un mal comportamiento estructural y se originan por problemas o errores en el proyecto, también por la actuación de cargas excesivas en los elementos. Estas fisuras no pueden ser reparadas superficialmente. Se pueden describir las siguientes:

Fisuras causadas por esfuerzos de flexión: estas se presentan en la parte inferior de las vigas, las cuales continúan casi verticalmente hasta llegar al centro de la viga.

Fisuras causadas por esfuerzos cortantes, habitualmente aparecen luego de eventos sísmicos y aparecen en los extremos de una viga y columna, generalmente son grietas que forman un ángulo de 45°.

Las fisuras debidas a esfuerzos de compresión aparecen por las excesivas cargas que se le somete, comúnmente aparecen en las columnas y no son fáciles de identificar. Las fisuras debido a los esfuerzos por torsión se pueden distinguir por el sentido de inclinación que presentan en dos caras opuestas del elemento. Estas se generan en un sentido de la cara de la viga y en la cara opuesta se manifiestan en sentido opuesto.

Las fisuras por esfuerzos de tracción se manifiestan generalmente en las losas de entrepiso, se observan largas grietas a lo largo y ancho del elemento. En las paredes se manifiestan como grietas inclinadas a partir de las esquinas de dinteles de puertas y ventanas.

Las fisuras por asentamiento de terreno, ocurren por un mal diseño de la cimentación o mala compactación del terreno en uno de los apoyos, los cuales ocasionan asentamientos diferenciales excesivos. Aparecen en la columna en la que ha sido asentada, tienen la dirección hacia el lado del terreno que no se ha deformado.

AGUA DE MEZCLA

Indica que, el agua de mezcla cumple dos funciones muy importantes, permitir la hidratación del cemento y hacer la mezcla manejable. De toda el agua que se emplea en la preparación de un mortero o un concreto, parte hidrata el cemento, el resto no presenta ninguna alteración y con el tiempo se evapora; como ocupaba un espacio dentro de la mezcla, al evaporarse deja vacíos los cuales disminuyen la resistencia y la durabilidad del mortero o del hormigón. La cantidad de agua que requiere el cemento para su hidratación se encuentra alrededor del 25% al 30% de la masa del cemento, pero con esta cantidad la mezcla no es manejable, para que la mezcla empiece a dejarse trabajar, se requiere como mínimo una cantidad de agua del orden del 40% de la masa del cemento, por lo tanto, de acuerdo con lo anterior como una regla práctica, se debe colocar la menor cantidad de agua en la mezcla, pero teniendo en cuenta que el mortero o el hormigón queden trabajables (Rivera, L. 2010).

TABLA 2

REQUISITOS PARA AGUA DE MEZCLA-NTP 339.088

DESCRIPCION	LIMITE PERMISIBLE
<i>Cloruros</i>	<i>300ppm.</i>
<i>Sulfatos</i>	<i>300ppm.</i>
<i>Sales de magnesio</i>	<i>150ppm.</i>
<i>Sales solubles totales</i>	<i>1500ppm.</i>
<i>pH</i>	<i>Mayor de 7</i>
<i>Sólidos en suspensión</i>	<i>1500 ppm.</i>
<i>Materia Orgánica</i>	<i>10 ppm.</i>

Fuente: NTP 339.088

DEFINICIONES

Agua de mezclado.- Es definida como la cantidad de agua por volumen unitario de concreto.

Agua de hidratación.- Es aquella parte del agua original de mezclado que reacciona químicamente con el cemento para pasar a formar parte de la fase sólida del gel, es también conocida como agua no evaporable.

Agua evaporable.- El agua restante que existe en la pasta, es agua que puede evaporarse, pero no se encuentra libre en su totalidad. El gel cemento cuya característica principal es un enorme desarrollo superficial interno, ejerce atracción molecular sobre una parte del agua evaporable y la mantiene atraída.

Agua capilar.- Es el agua que ocupa los poros capilares de la pasta, a distancias que suelen estar comprendidas en el intervalo de 30 a 10 A, de manera que parte de ella está sujeta débilmente a la influencia de las fuerzas de superficie del gel.

Agua libre.- Es la que se encuentra fuera de la influencia de las fuerzas de superficie, de tal modo que tiene completa movilidad y puede evaporarse con facilidad.

REQUISITOS DE CALIDAD

Los requisitos de calidad del agua de mezclado para concreto no tienen ninguna relación obligada con el aspecto bacteriológico (como es el caso de las aguas potables), sino que básicamente se refieren a sus características físico-químicas ya sus efectos sobre el comportamiento y las propiedades del concreto.

La norma que establece los requisitos para mezcla de agua y curado del agua es la norma Nacional Itintec 339.088 y se detalla en la tabla N°006.

Madera Tornillo:

La madera es una de las materias prima de origen vegetal más explotada por el hombre. Se encuentra en los árboles de tallo leñoso (que tienen tronco) encontrando su parte más sólida debajo de la corteza del árbol. Se utiliza para fabrican productos de gran utilidad como mesas, sillas y camas, muebles en general y en tecnología se usa para realizar muchos proyectos.

La madera es un recurso renovable, abundante, orgánico, económico y con el cual es muy fácil de trabajar.

Composición de la madera:

Está formada por fibras de celulosa, sustancia que conforma el esqueleto de los vegetales, y lignina, que le proporciona rigidez y dureza. Por las fibras circulan y se almacenan sustancias como agua, resinas, aceites, sales. En su composición están en mayoría el hidrógeno, el oxígeno, el carbono y el nitrógeno con cantidades menores de potasio, sodio, calcio, silicio y otros elementos.

La Madera se descompone por parte de microorganismos tales como bacterias y hongos o daños por parte de insectos, por tal razón es importante darles un tratamiento que evite su deterioro.

Tipos de Madera:

Maderas Blandas: Son las de los árboles de rápido crecimiento, normalmente de las coníferas, árboles con hoja de forma de aguja. Son fáciles de trabajar y de colores generalmente muy claros. Constituye la materia prima para hacer el papel. Ejemplo: Álamo, sauce, acacia, pino, etc.

Maderas Duras: Son las de los árboles de lento crecimiento y de hoja caduca. Suelen ser aceitosas y se usan en muebles, en construcciones resistentes, en suelos de parqué, para algunas herramientas, etc. Las antiguas embarcaciones se hacían con este tipo de maderas. Ejemplo: Roble, Nogal, Tornillo etc.

Maderas Resinosas: Son especialmente resistentes a la humedad. Se usa en muebles, en la elaboración de algunos tipos de papel, etc. Ejemplos: Cedro, ciprés, etc.

Maderas Finas: Se utilizan en aplicaciones artísticas, (escultura y arquitectura), para muebles, instrumentos musicales y objetos de adorno. Ejemplo: Ébano, abeto, arce, etc.

Maderas Prefabricadas: La mayoría de ellas se elaboran con restos de maderas, como virutas de resto del corte. De este tipo son el aglomerado, el contrachapado, los tableros de fibras y el táblex.

Propiedades de la Madera:

La disposición de las fibras de la madera, su tamaño, orientación, el contenido de humedad, el tamaño de los poros, etc., determinarán sus propiedades. Dependiendo de las propiedades serán mejor para un uso o para otro. Existe mucha diferencia entre las propiedades de una madera u otra, por eso hablaremos de las generales.

✓ La Madera es aislante térmico y eléctrico.

- ✓ Es buena conductora del sonido (acústico).
- ✓ Es un Material renovable, biodegradable y reciclable.
- ✓ Es dúctil, maleable y tenaz.
- ✓ El color es debido a las sales, colorantes y resinas. Las más oscuras son más resistentes y duraderas.
- ✓ La textura depende del tamaño de los poros. Condiciona el tratamiento que debe recibir la madera.
- ✓ Las vetas se deben a la orientación y color de las fibras. La densidad depende del peso y la resistencia.
- ✓ La Densidad, Cuanto más tiene la madera es más resistente. Casi todas las maderas tienen una densidad menor que la del agua, lo que les permite flotar.
- ✓ Las maderas de baja densidad (hasta 0.5 gr/cm³) se conoce como coníferas.
- ✓ Las de alta densidad (mayor a 0.5 gr/cm³) se conoce como latifoliadas
- ✓ Flexibilidad, es la facilidad para ser curvadas en el sentido de su longitud, sin romperse ni deformarse. La tienen especialmente las maderas jóvenes y blandas.
- ✓ Flexibilidad, es la facilidad para ser curvadas en el sentido de su longitud, sin romperse ni deformarse. La tienen especialmente las maderas jóvenes y blandas.
- ✓ Dureza o resistencia al corte, que dependerá de la mayor o menor cohesión entre sus fibras. Está en relación directa entre la mayor cantidad de fibras y la menor cantidad de agua. Por ejemplo, una zona de nudos tendrá mayor cohesión de sus fibras que una zona limpia, por tanto será más dura y resistente al corte.

Madera en el Perú:

En el Perú hay un total de 2500 de los cuales 600 están debidamente clasificados, pero solo 195 especies son las que se aprovechan, de las 195 especies 14 especies más importantes alcanzan el 87% de la producción nacional, mientras que las 185 restantes alcanzan el 12%.

Las maderas más usadas:

Madera Tornillo:

Nombre Común: Tornillo, Huayra Caspi, Cedrona.

Nombre Científico: *Cedrelinga Catenaeformis*.

Características:

Árbol: alcanza 40m de altura y hasta 120cm de diámetro.

Tronco Recto Cilíndrico: La corteza superficial del tronco es de color pardo oscuro, apariencia rugosa.

La corteza muerta se desprende en placas rectangulares, por encima de los aletones, corteza muerta leñosa, corchosa, de 1cm de espesor.

La corteza viva es de 0.5cm de espesor, de color rosado.

Textura arenosa y de sabor dulce.

Color: el tronco recién cortado presenta las capas externas de madera (albura) de color rosado y las capas internas (duramen) de color rojizo claro y de forma regular, observándose entre ambas capas un gradual contraste de color. En la madera seca al aire la albura se toma de color rosado y el duramen marrón rojizo.

Olor: Distintivo, urticante al aserrase.

Lustre o brillo: moderado a brillante.

Grano: entrecruzado.

Textura; gruesa.

Veteado o figura: poco definido en el corte tangencial, arcos superpuestos ligeramente diferenciado.

TABLA 3

Propiedades de la viruta de madera

PROPIEDADES FISICAS	
Densidad basica	450 Kg/ m3 medio
Contraccion Volumetrica	11.00%
Relacion T/R	1.64
PROPIEDADES MERCANICAS	
Modulo de elasticidad en flexion	125,000 Kg/Cm2
Modulo de ruptura en flexion	125,000 Kg/Cm2
comprens paralela	125,000 Kg/Cm2
Comprension perpendicular	125,000 Kg/Cm2
Dureza de lados	125,000 Kg/Cm2
Tenacidad	125,000 Kg/Cm2
CARACTERISTICAS DE PROCESAMIENTO Y USO	
Comportamiento al secado	
Natural	muy bueno
Artificial	muy bueno
Durabilidad natural	alta
Trabajabilidad	muy buena

Fuente: Wikipedia.

Virutas de Madera:

La viruta es un fragmento de material residual con forma de lámina curvada o espiral que se extrae mediante un cepillo u otras herramientas, tales como brocas, al realizar trabajos de cepillado, desbastado o perforación

Las virutas como resultado de diferentes materiales, pueden ser reutilizadas con nuevos fines y aplicaciones, en el caso de la madera pueden presentarse en trozos pequeños, astillas, hojas en forma de espiral con tamaños variados según el tamaño de la madera trabajada. Las virutas re-utilizables pueden ser de cualquier tipo de madera aunque hay algunas que tienen preferencia sobre otras como el roble, el pino o el tornillo, en algunos procesos de reciclaje se pueden llegar a implementar ramas o trozos naturales de la madera.

Las virutas de madera se emplean para:

- elaboración de tableros de madera aglomerada,
- embalaje y protección de paquetes,
- material de aislamiento,
- compost en jardinería.
- lecho para mascotas o ganado
- elaboración de probetas de madera

OPERACIONALIZACION DE VARIABLE:

TABLA 4

VARIABLE DEPENDIENTE:

VARIABLE(S)	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR ES
Resistencia del concreto a la compresión	Es el esfuerzo máximo que puede soportar un material bajo una carga e aplastamiento. (Juárez E. 2005).	Es el esfuerzo máximo que puede soportar una probeta bajo una carga 210Kg.	Análisis	Kg/cm2 Mpa Lb

Fuente: Elaboración propia

TABLA 5

VARIABLE INDEPENDIENTE:

VARIABLE(S)	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Adición de la ceniza de viruta de madera tornillo	Es la adición de la ceniza de viruta de madera tornillo en 1, 2 y 3% para la resistencia de un concreto $f'c= 210$ kg/cm ²	Análisis	Porcentaje de adición (%) <hr/> Gramo(g) <hr/> Kilogramos (Kg)

Fuente: Elaboración propia

En la presente tesis se formuló la siguiente hipótesis, La resistencia a compresión del concreto $f'c= 210$ kg/cm² aumentaría si se adiciona la ceniza de viruta de madera tornillo en 1% ,2% y 3% en la ciudad de Huaraz.

El objetivo General del presente estudio es: Determinar la resistencia a compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm² adicionando ceniza de viruta de madera tornillo en 1%, 2% y 3% en la ciudad de Huaraz. Y como objetivos específicos:

Determinar la temperatura de calcinación de la ceniza de viruta de madera tornillo mediante ATD (análisis térmico diferencial)

Determinar la composición química de la ceniza de viruta de madera tornillo mediante FRX (Fluorescencia de rayos X)

Determinar la relación agua cemento del patrón y del experimental.

Determinar el Ph del cemento y de la ceniza de viruta de madera tornillo en 1%, 2% y 3%.

Determinar la resistencia a compresión de las probetas a los 7, 14 y 28 días de curado.

Comparación de los resultados obtenidos.

METODOLOGIA

El tipo de la siguiente investigación es aplicada, cuantitativo y de nivel explicativo porque se analizó el comportamiento de la resistencia del concreto a consecuencia de la adición de un porcentaje de ceniza de viruta de madera tornillo.

Es un estudio experimental del tipo en bloque al azar, porque es un proceso en el cual se estudió el diseño convencional del concreto en comparación con el nuevo diseño elaborado, con adición de ceniza de viruta de madera tornillo en 1%, 2% y 3%, el estudio en su mayor parte se concentró en las pruebas realizadas en el Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad San Pedro, donde el investigador permaneció en contacto con los ensayos a realizar obteniendo resultados de acuerdo a lo planeado en sus objetivos.

Para la elaboración de las unidades de estudio (concreto) se utilizaron las siguientes referencias:

Los agregados que se utilizaron en el presente trabajo fueron extraídos de la Chancadora “TARMEÑO”, se trabajó con este material por tener antecedentes como uno de las canteras con mejores cualidades físicas de la ciudad de Huaraz.

Los ensayos que se tuvieron que realizar para obtener los datos deseados fueron basados en el Manual de Ensayo de Materiales (EM 2000 del MTC), realizados tanto para el agregado fino como para el agregado grueso con algunas distinciones según indica el manual y fueron.

El contenido de humedad, peso específico y absorción de los agregados finos, peso específico y absorción de los agregados gruesos, peso unitario del agregado fino, peso unitario del agregado grueso, análisis granulométrico de agregados finos y gruesos.

La viruta de madera tornillo utilizado en esta investigación fue recolectado en su totalidad, únicamente en la ciudad de Huaraz.

Ya teniendo el material (viruta de madera tornillo), se determinó la temperatura de calcinación de la ceniza de viruta de madera tornillo mediante ATD (análisis térmico diferencial) en la Universidad Nacional de Trujillo.

El grado de alcalinidad (PH) de la ceniza de madera tornillo se determinó en la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo de Huaraz.

El análisis de Fluorescencia de Rayos X de la ceniza de viruta de madera tornillo determino el porcentaje de óxidos lo cual se evaluó como influenciaba en la resistencia del concreto, se realizó en la Universidad Mayor de San Marcos.

El diseño se realizó de acuerdo con las recomendaciones del ACI 211.1 a concreto convencional, culminado el diseño y obtenido las dosificaciones tanto para el concreto patrón y experimental, calculamos en peso todos los materiales necesarios para una tanda de probetas, 9 probetas patrón, 9 probetas con adición de ceniza de viruta de madera tornillo en 1%, 9 probetas con adición de 2% y 9 probetas con adición de 3%.

El ensayo de compresión de los especímenes de concretos a edades de 7, 14 y 28 días se hicieron en el laboratorio de materiales de la Universidad san pedro de Huaraz.

TABLA 6

Bloques completo al azar

		Resistencia a la compresión del concreto con la adición en (%) de ceniza de viruta de madera tornillo							
DIAS DE CURADO									
7	P1		P1		P1		P1		
	P2		P2		P2		P2		
	P3		P3		P3		P3		
14	P1		P1		P1		P1		
	P2		P2		P2		P2		
	P3		P3		P3		P3		
28	P1		P1		P1		P1		
	P2		P2		P2		P2		
	P3		P3		P3		P3		

Fuente: Elaboración propia

Para esta investigación se tiene como población de estudio al conjunto de probetas con un diseño de concreto según el estándar de construcción establecido $f'c=210$ kg/cm². Comprende 36 probetas o testigos cilíndricos, de los cuales:

- 9 fueron concretos patrón,
- 9 fueron adicionados en 1% con CVMT.
- 9 fueron adicionados en 2% con CVMT.
- 9 fueron adicionados en 3% con CVMT.

Las técnicas e instrumentos de investigación se muestran en la siguiente tabla

TABLA 7
Técnicas e instrumentos de investigación

TECNICA	INSTRUMENTO
La Observación	- Fichas de observación del laboratorio de Mecánica de suelos y ensayo de materiales.

Fuente: Elaboración propia

Se aplicó como técnica la observación ya que la percepción del material se registró en forma cuidadosa y experta. Todo lo observado se puso por escrito lo antes posible, cuando no se puede tomar notas en el mismo momento. Para esto utilice como instrumento una guía de observación resumen porque me permitió elaborar sistemas de organización y clasificación de la información.

Para el presente proyecto de investigación el procesamiento de datos fue posterior a los ensayos respectivos apoyados en una hoja de cálculo Excel y el SPSS.

Para realizar el análisis de los datos se tuvo presente:

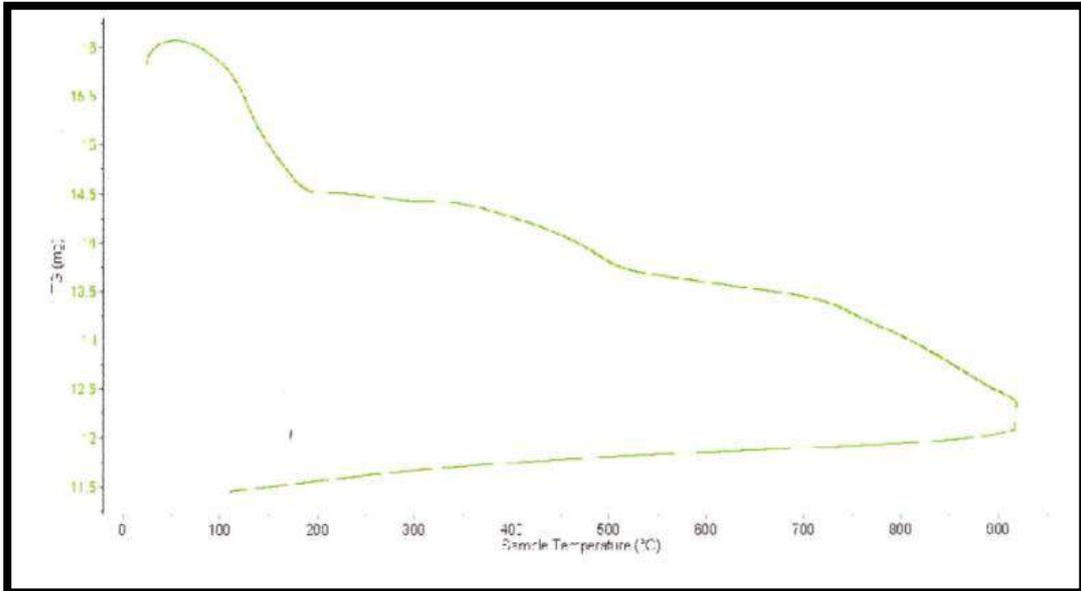
- Cálculo de dosificación para el Diseño de Mezcla la probeta de concreto.
- Representación con tablas, gráficos, porcentajes, promedios, varianzas y prueba de hipótesis ANOVA.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos en diversos laboratorios, se muestran a continuación:

Análisis Térmico Diferencial

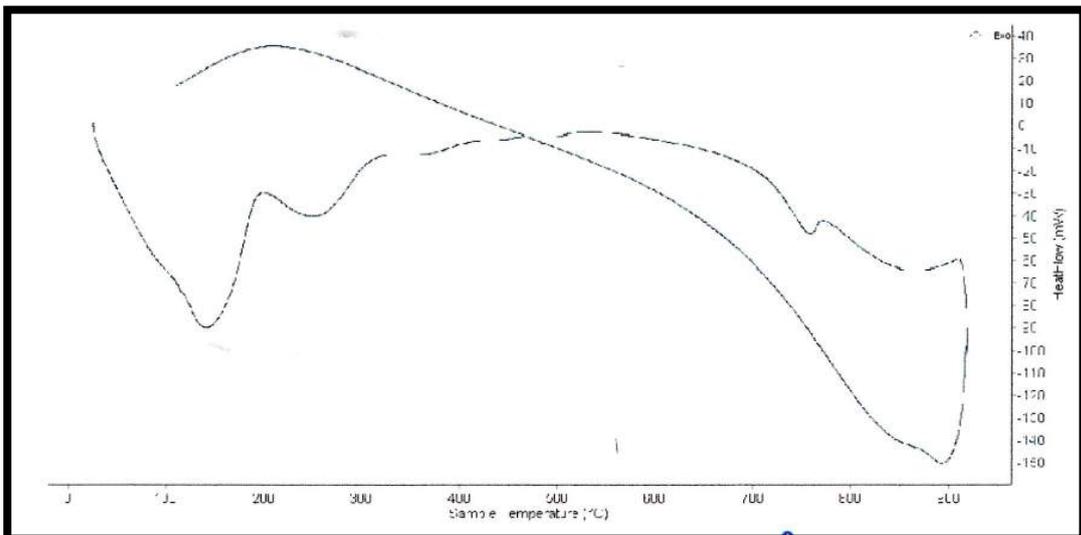
Figura 1. Análisis termo gravimétrico de la viruta de madera tornillo.



Fuente: Laboratorio de polímeros de la UNT

En la gráfica se puede apreciar una importante pérdida de masa que se da alrededor de los 80° C hasta 180°C y donde el material empieza a degradarse, desde ahí se da una pérdida de masa más lenta.

Figura 2. Curva calorimétrica DSC de la viruta de madera tornillo



Fuente: Laboratorio de polímeros de la UNT

La grafica muestra tres picos endotérmicos el primero en torno a 150° C aproximadamente el cual al absorber calor produce calentamiento como consecuencia se produce un proceso de evaporación, también muestra un pico más ligero entorno a 270° C y otra aún más ligera a 750°C indicando un posible cambio estructural y cambio en la característica del material.

Caracterización Química

Tabla 8

Resultado De Fluorescencia De Rayos X de la ceniza de viruta de madera tornillo.

Composición química	Resultados (%)	Método utilizado
Dióxido de Aluminio (Al ₂ O ₃)	9.225	
Dióxido de Silicio (SiO ₂)	3.760	
Pentaóxido de difósforo (P ₂ O ₅)	0.483	
Dióxido de Azufre (SO ₂)	2.607	
óxido de Potasio (K ₂ O)	7.894	
óxido de Calcio (CaO)	40.978	
Dióxido de Titanio (TiO ₂)	0.038	Espectrometría de Fluorescencia de Rayos x
Oxido de Cromo (Cr ₂ O ₃)	0.011	
óxido de Manganeso (MnO)	0.102	
Óxido de Hierro (Fe ₂ O ₃)	1.177	
óxido de níquel (Ni ₂ O ₃)	0.006	
óxido de Cobre (CuO)	0.008	
óxido de Zinc (ZnO)	0.014	
óxido de Rubidio (Rb ₂ O)	0.015	
óxido de Estroncio (SrO)	0.090	
óxido de itrio (Y ₂ O ₃)	0.002	
óxido de circonio (ZrO ₂)	0.011	

Fuente: Laboratorio de química de la UNMSM

Espectrómetro de fluorescencia de rayos x Shimadzu “edx” 800 hs Este equipo emplea una técnica de análisis no destructivo permitiendo la medida de una amplia variedad de tipos de muestras (sólidas, polvos, líquidos y films). La espectrometría de fluorescencia de rayos-X consiste en analizar la radiación X característica generada por una muestra al ser ésta irradiada con rayos-X emitido desde un tubo de rayos X, esta información es única para cada tipo de elemento químico detectado. El equipo EDX-800HS permite una alta resolución espectral con su detector de Si (Li), siendo

detectados, en un barrido completo, elementos desde el sodio (Na) al Uranio (U) con un límite de detección de 0.002% (20ppm) en un tiempo estimado de 200 segundos por cada muestra, siendo el porcentaje de error del equipo ± 0.02 .

Potencial Hidrogeno

TABLA 9

Ph Del Cemento y ceniza de viruta de madera tornillo.

Muestra	PH
Cemento	12.14
Ceniza de viruta de madera tornillo	12.48
Ceniza de viruta de madera tornillo. (1%)	12.28
Ceniza de viruta de madera tornillo. (2%)	12.34
Ceniza de viruta de madera tornillo. (3%)	12.40

Fuente: Laboratorio de Ensayos químicos UNSAM

Se determinó que el PH es calificado para el uso como material de construcción, debido a ser extremadamente alcalina, es un material de capacidad cementante.

Caracterización Del Agregado

TABLA 10

Contenido de humedad agregado fino (ASTM D-2216)

RECIPIENTE N°	7	17
PESO RECIP. + SUELO HUMED.	980.0	960.0
PESO RECIP. + SUELO SECO.	941.0	920.0
PESO RECIPIENTE	172.9	164.7
PESO DEL AGUA	39.0	40.0
PESO SUELO SECO	768.1	755.3
HUMEDAD	5.007	5.296
HUMEDAD PROMEDIO	5.187	

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos de USP

TABLA 11

Contenido de humedad agregado grueso (ASTM D-2216)

RECIPIENTE N°	10	8
PESO RECIP. + SUELO HUMED.	1340.0	1326.0
PESO RECIP. + SUELO SECO.	1236.0	1320.0
PESO RECIPIENTE	169.7	167.3
PESO DEL AGUA	4.0	6.0
PESO SUELO SECO	1066.3	1152.7
HUMEDAD	0.375	0.521
HUMEDAD PROMEDIO		0.448

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos de USP

TABLA 12

Granulometría del agregado fino

MALLA	ABERTURA	PESO RETENIDO (GR)	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	%QUE PASA
N°4	4.750	53.0	3.478	3.478	96.522
N°8	2.380	138.0	9.055	12.533	87.467
N°16	1.190	201.0	13.189	25.722	74.278
N°30	0.590	344.0	22.572	48.294	51.706
N°50	0.297	495.0	32.480	80.77	14.226
N°100	0.149	201.0	13.189	93.96	6.04
N°200	0.074	44.0	2.887	96.85	3.15
PLATO		48.0	3.150	100.00	0.00
TOTAL		1524.0	100.000		

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos de USP

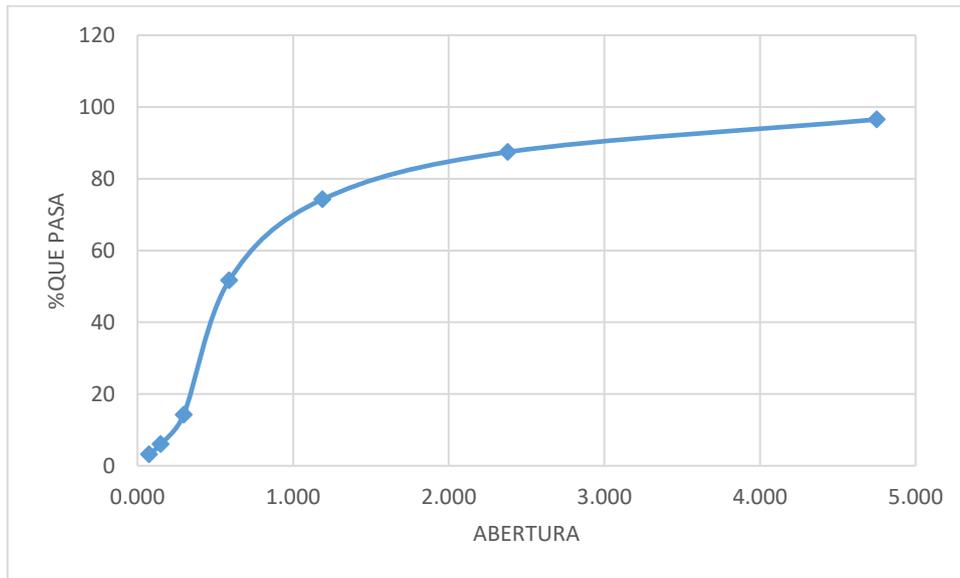


FIGURA 3: Granulometría del agregado fino.

Fuente: Elaboración propia.

TABLA 12

Granulometría del agregado grueso

MALLA	ABERTURA	PESO RETENIDO (GR)	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	%QUE PASA
1"	25.400	1654.0	15.64	15.64	84.36
3/4"	19.050	2878.0	27.22	42.86	57.14
1/2"	12.500	4638.0	43.87	86.73	13.27
3/8"	9.500	1025.0	9.69	96.42	3.58
N°4	4.750	370.0	3.50	99.92	0.08
N°8	2.380	8.0	0.08	100.00	0.00
PLATO		0.0	0.00		0.00
TOTAL		10573.0	100.00		

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos de USP

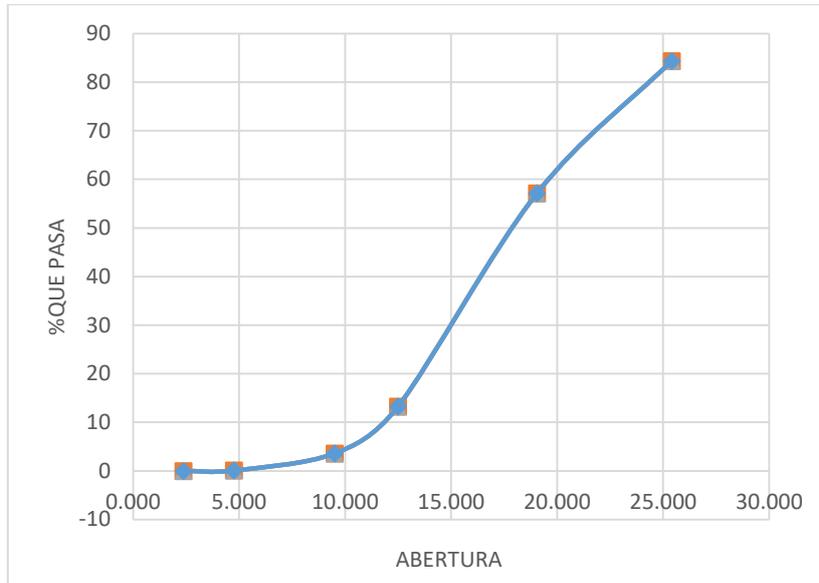


FIGURA 4: Granulometría del agregado grueso
Fuente: Elaboración propia.

TABLA 13

Gravedad Específica Y Absorción Agregado Fino (Según Norma ASTM C-127)

IDENTIFICACION	17
PESO MAT.SAT.SECA(EN AIRE)	300.0
PESO FRASCO +H2O	670.7
PESO DE FRASCO +H2O	970.70
PESO DEL MAT. +H2O EN EL FRASCO	857.7
VOL. MASA + VOL.DE VACIO	113.0
PESO DEL MAT. SECO EN ESTUFA (105°C)	296.9
VOL. DE MASA	109.9
PE BULK (BASE SECA)	2.627
PE BULK (BASE SATURADA)	2.655
PE APARENTE (BASE SECA)	2.702
% DE ABSORCION	1.044

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos de USP

TABLA 14

Gravedad Específica Y Absorción Agregado grueso (Según Norma ASTM C-127)

IDENTIFICACION	15	16	11
PESO MAT.SAT.SECA(EN AIRE)	1005.0	944.0	1005.0
PESO MAT.SAT.SECA(EN AGUA)	612.8	592.3	633.6
VOL.DE MASAS/VOL.DE VACIOS	392.2	351.7	371.4
PESO MAT.SECO EN ESTUFA (105°C)	998	938	1000
VOL. MASA	385.2	345.7	366.4
PE BULK (BASE SECA)	2.545	2.667	2.693
PE BULK(BASE SATURADA)	2.562	2.684	2.706
PE APARENTE (BASE SECA)	2.591	2.713	2.729
% DE ABSORCION	0.707	0.640	0.5

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos de USP

TABLA 15

Peso Unitario compactado Del Agregado Fino

TIPO DE PESO UNITARIO	PESO UNITARIO SUELTO			PESO UNITARIO COMPACTADO		
	1	2	3	1	2	3
MUESTRA N°						
PESO MATERIAL + MOLDE	7.110	7.090	7.085	7.575	7.580	7.555
PESO DEL MOLDE	3420	3420	3420	3420	3420	3420
PESO DEL MATERIAL	3690	3670	3665	4155	4660	4135
VOLUMEN DEL MOLDE	2776	2776	2776	2776	2776	2776
PESO UNITARIO	1.329	1.322	1.320	1.497	1.499	1.490
PESO UNITARIO PROMEDIO	1.323			1.495		

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos de USP

TABLA 16

Peso Unitario compactado Del Agregado grueso

TIPO DE PESO UNITARIO	PESO UNITARIO SUELTO			PESO UNITARIO COMPACTADO		
	1	2	3	1	2	3
MUESTRA N°						
PESO MATERIAL + MOLDE	18440.0	18460.0	18450.0	19210.0	19240.0	19180.0
PESO DEL MOLDE	5310.0	5310.0	5310.0	5310.0	5310.0	5310.0
PESO DEL MATERIAL	13130.0	13150.0	13140.0	13900.0	13930.0	13870.0
VOLUMEN DEL MOLDE	9341.0	9341.0	9341.0	9341.0	9341.0	9341.0
PESO UNITARIO	1.406	1.408	1.407	1.488	1.491	1.485
PESO UNITARIO PROMEDIO	1.407			1.488		

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos de USP

Para determinar la fluidez del concreto se realizó en base a la NTP 334.057:2011 CEMENTOS. Método de ensayo para determinar la fluidez de morteros de cemento Portland.

Para el concreto se utilizó cemento Portland, la relación A/C=0.57.

Dosificación de materiales.

TABLA 17

Proporción De Materiales Utilizado Para el concreto patrón.

Descripción	cemento (kg)	Agua (lt)	Ag. fino (kg)	Ag. Grueso (kg)
Patrón (3und.)	5.529	3.285	16.482	19.704
Patrón (6und.)	11.058	6.570	32.964	39.408
Patrón (9und.)	16.587	9.855	49.176	59.112

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos de USP

Para los porcentajes con adición de ceniza de viruta de madera tornillo se realizaron los cálculos respecto al peso del cemento del concreto patrón.

TABLA 18

Proporción De Materiales Utilizado Para el concreto experimental con el 1% de ceniza de viruta de madera tornillo.

Descripción	cemento	Ceniza	Agua (lt)	Ag. fino (kg)	Ag. Grueso (kg)
	(kg)	1%			
Patrón (3und.)	5.529	0.054	3.165	16.602	19.704
Patrón (6und.)	11.058	0.108	6.330	33.204	39.408
Patrón (9und.)	16.587	0.162	9.495	49.806	59.112

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos de USP

TABLA 19

Proporción De Materiales Utilizado Para el concreto experimental con el 2% de ceniza de viruta de madera tornillo.

Descripción	cemento	Ceniza	Agua (lt)	Ag. fino (kg)	Ag. Grueso (kg)
	(kg)	2%			
Patrón (3und.)	5.529	0.111	3.153	16.800	19.704
Patrón (6und.)	11.058	0.222	6.306	33.600	39.408
Patrón (9und.)	16.587	0.333	9.459	50.400	59.112

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos de USP

TABLA 20

Proporción De Materiales Utilizado Para el concreto experimental con el 3% de ceniza de viruta de madera tornillo.

Descripción	cemento	Ceniza	Agua (lt)	Ag. fino (kg)	Ag. Grueso (kg)
	(kg)	3%			
Patrón (3und.)	5.529	0.165	3.120	16.950	19.704
Patrón (6und.)	11.058	0.330	6.240	33.900	39.408
Patrón (9und.)	16.587	0.495	9.360	50.850	59.112

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos de USP

TABLA 21

Proporción total De Materiales Utilizados para las 36 probetas.

Descripción	cemento	Ceniza	Agua (lt)	Ag. fino (kg)	Ag. Grueso (kg)
	(kg)	(kg)			
muestra	66.348	0.999	38.169	200.232	236.448

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos de USP

RELACION AGUA CEMENTO

PATRÓN
Relación agua/cemento = $\frac{165.920}{289.710} = 0.573 = 0.57$

EXPERIMENTAL 1%

Relación agua/cemento = $\frac{165.600}{289.710} = 0.572 = 0.57$

EXPERIMENTAL 2%

Relación agua/cemento = $\frac{165.650}{289.710} = 0.572 = 0.57$

EXPERIMENTAL 3%

Relación agua/cemento = $\frac{164.860}{289.710} = 0.569 = 0.57$

PESO ESPECIFICO

**Peso específico de la ceniza
de viruta tornillo = 2**

**Ceniza 300gr
Cemento = 1843 gr**

EXPERIMENTAL 1%

$$\frac{1843*1}{100} = 18.43\text{gr}$$

$$\frac{18.43*2}{300} = 0.12$$

Peso específico = 0.12

EXPERIMENTAL 2%

$$\frac{1843*2}{100} = 36.86\text{gr}$$

$$\frac{36.86*2}{300} = 0.25$$

Peso específico = 0.25

EXPERIMENTAL 3%

$$\frac{1843*3}{100} = 55.29\text{gr}$$

$$\frac{55.29*2}{300} = 0.37$$

Peso específico = 0.37

Ensayos De Compresión

Patrón

TABLA 22

Ensayos de Compresión Patrón 7 días

Descripción	ÁREA (cm ²)	Fuerza (kg-cm ²)	FC= (kg/cm ²)	FC en %
PATRÓN 7D (P1)	176.71	28001	158.457	75.456
PATRÓN 7D (P2)	176.71	27249	154.202	73.429
PATRÓN 7D (P3)	176.71	29384	166.284	79.183
		<i>Promedio</i>	159.648	76.023

Fuente: Prueba de Compresión. LABORATORIO N°1 ENSAYO DE MATERIALES de la USP.

TABLA 23

Ensayos de Compresión Patrón 14 días

Descripción	ÁREA (cm ²)	Fuerza (kg- cm ²)	FC= (kg/cm ²)	FC en %
PATRÓN 14D (P1)	176.71	31760	179.730	85.585
PATRÓN 14D (P2)	176.71	29910	169.260	80.600
PATRÓN 14D (P3)	176.71	32542	184.155	87.693
		<i>Promedio</i>	177.715	84.626

Fuente: Prueba de Compresión. LABORATORIO N°1 ENSAYO DE MATERIALES de la USP.

TABLA 24

Ensayos de Compresión Patrón 28 días

Descripción	ÁREA (cm ²)	Fuerza (kg- cm ²)	FC= (kg/cm ²)	FC en %
PATRÓN 28D (P1)	176.71	38603	218.454	104.026
PATRÓN 28D (P2)	176.71	39011	220.763	105.125
PATRÓN 28D (P3)	176.71	38631	218.612	104.101
		<i>Promedio</i>	219.276	104.417

Fuente: Prueba de Compresión. LABORATORIO N°1 ENSAYO DE MATERIALES de la USP.

EXPERIMENTAL 1%

TABLA 25

Ensayos de Compresión Experimental 1% de 7 días

Descripción	ÁREA (cm ²)	Fuerza (kg- cm ²)	FC= (kg/cm ²)	FC en %
1% 7D (P1)	176.71	30513	172.673	82.225
1% 7D (P2)	176.71	30850	174.580	83.133
1% 7D (P3)	176.71	31782	179.854	85.645
		<i>Promedio</i>	175.702	83.668

Fuente: Prueba de Compresión. LABORATORIO N°1 ENSAYO DE MATERIALES de la USP.

TABLA 26

Ensayos de Compresión Experimental 1% de 14 días

Descripción	ÁREA (cm ²)	Fuerza (kg- cm ²)	FC= (kg/cm ²)	FC en %
1% 14D (P1)	176.71	33999	192.400	91.619
1% 14D (P2)	176.71	33845	191.528	91.204
1% 14D (P3)	176.71	34529	195.399	93.047
		<i>Promedio</i>	193.109	91.957

Fuente: Prueba de Compresión. LABORATORIO N°1 ENSAYO DE MATERIALES de la USP.

TABLA 27

Ensayos de Compresión Experimental 1% de 28 días

Descripción	ÁREA (cm ²)	Fuerza (kg- cm ²)	FC= (kg/cm ²)	FC en %
1% 28D (P1)	176.71	41921	237.230	112.967
1% 28D (P2)	176.71	41950	237.395	113.045
1% 28D (P3)	176.71	41795	236.517	112.627
<i>Promedio</i>			237.048	112.880

Fuente: Prueba de Compresión. LABORATORIO N°1 ENSAYO DE MATERIALES de la USP.

EXPERIMENTAL 2%

TABLA 28

Ensayos de Compresión Experimental 2% de 7días

Descripción	ÁREA (cm ²)	Fuerza (kg- cm ²)	FC= (kg/cm ²)	FC en %
2% 7D (P1)	176.71	30164	170.698	81.285
2% 7D (P2)	176.71	29351	166.097	79.094
2% 7D (P3)	176.71	30354	171.773	81.797
<i>Promedio</i>			169.523	80.725

Fuente: Prueba de Compresión. LABORATORIO N°1 ENSAYO DE MATERIALES de la USP.

TABLA 29

Ensayos de Compresión Experimental 2% de 14días

Descripción	ÁREA (cm ²)	Fuerza (kg- cm ²)	FC= (kg/cm ²)	FC en %
2% 14D (P1)	176.71	32940	186.407	88.765
2% 14D (P2)	176.71	32861	185.960	88.552
2% 14D (P3)	176.71	33528	189.735	90.350
<i>Promedio</i>			187.367	89.222

Fuente: Prueba de Compresión. LABORATORIO N°1 ENSAYO DE MATERIALES de la USP.

TABLA 30

Ensayos de Compresión Experimental 2% de 28días

Descripción	ÁREA (cm ²)	Fuerza (kg- cm ²)	FC= (kg/cm ²)	FC en %
2% 28D (P1)	176.71	41031	232.194	110.569
2% 28D (P2)	176.71	40920	231.566	110.269
2% 28D (P3)	176.71	40999	232.013	110.482
<i>Promedio</i>			231.924	110.440

Fuente: Prueba de Compresión. LABORATORIO N°1 ENSAYO DE MATERIALES de la USP

EXPERIMENTAL 3%

TABLA 31

Ensayos de Compresión Experimental 3% de 7días

Descripción	ÁREA (cm ²)	Fuerza (kg- cm ²)	FC= (kg/cm ²)	FC en %
3% 7D (P1)	176.71	28959	163.879	78.037
3% 7D (P2)	176.71	28914	163.624	77.916
3% 7D (P3)	176.71	28910	163.601	77.905
<i>Promedio</i>			163.701	77.953

Fuente: Prueba de Compresión. LABORATORIO N°1 ENSAYO DE MATERIALES de la USP.

TABLA 32

Ensayos de Compresión Experimental 3% de 14días

Descripción	ÁREA (cm ²)	Fuerza (kg- cm ²)	FC= (kg/cm ²)	FC en %
3% 14D (P1)	176.71	31779	179.837	85.637
3% 14D (P2)	176.71	31987	181.014	86.197
3% 14D (P3)	176.71	31825	180.097	85.761
<i>Promedio</i>			180.316	85.865

Fuente: Prueba de Compresión. LABORATORIO N°1 ENSAYO DE MATERIALES de la USP.

TABLA 33

Ensayos de Compresión Experimental 3% de 28días

Descripción	ÁREA (cm ²)	Fuerza (kg- cm ²)	FC= (kg/cm ²)	FC en %
3% 28D (P1)	176.71	39130	221.436	105.446
3% 28D (P2)	176.71	39539	223.751	106.548
3% 28D (P3)	176.71	39572	223.938	106.637
<i>Promedio</i>			223.042	106.210

Fuente: Prueba de Compresión. LABORATORIO N°1 ENSAYO DE MATERIALES de la USP.

Resultados Finales

Tabla 34

Resultados Finales de los Ensayos de Compresión

Resistencia (kg/cm ²)				
Días	Patrón	Experimental 1%	Experimental 2%	Experimental 3%
7	159.648	171.93	175.182	166.908
14	177.715	191.223	189.254	197.293
28	219.276	225.73	231.547	228.701

Fuente: Prueba de Compresión. LABORATORIO N°1 ENSAYO DE MATERIALES de la USP.

Ensayo de resistencia a la compresión (kg/cm²) obtenidas según concreto patrón.

TABLA 35

Ensayos de Compresión Patrón en Porcentajes		
Resistencia (kg/cm ²)		
Días	Patrón	
7	159.648	76.02%
14	177.715	84.63%
28	219.276	104.42%

Fuente: Prueba de Compresión. LABORATORIO N°1 ENSAYO DE MATERIALES de la USP.

De los resultados obtenidos del Ensayo a la Compresión, se registra que se alcanzó una resistencia promedio que supera un 70% en los primeros 7 días. Así mismo podemos apreciar que los resultados registrados a los 14 días superaron el promedio del 80% y a los 28 días se obtuvo una resistencia de 221.917Kg/cm².

Ensayos de Compresión Experimentales en Porcentajes

TABLA 36

Ensayo de resistencia a la compresión (kg/cm²) obtenidas según concreto experimentales

Días	Resistencia (kg/cm ²)					
	Experimental 1%		Experimental 2%		Experimental 3%	
7	175.702	83.67%	169.523	80.73%	163.701	77.95%
14	193.109	91.96%	187.367	89.22%	180.316	86.87%
28	237.048	112.88%	231.924	110.44%	223.042	106.21%

Fuente: Prueba de Compresión. LABORATORIO N°1 ENSAYO DE MATERIALES de la USP.

Según apreciamos con los resultados obtenidos, podemos concluir que con el material adicionado del 2% las resistencias iniciales y finales son superiores en cuanto a comparación al patrón.

También se puede apreciar que, a partir de los 7 días, las tres adiciones logran superar la resistencia patrón, ocurriendo lo mismo en 14 y 28 días.

Ensayos de compresión (kg/cm²) de concreto patrón y experimentales con 1%, 2% y 3% de sustitución a los 7 días de edad.

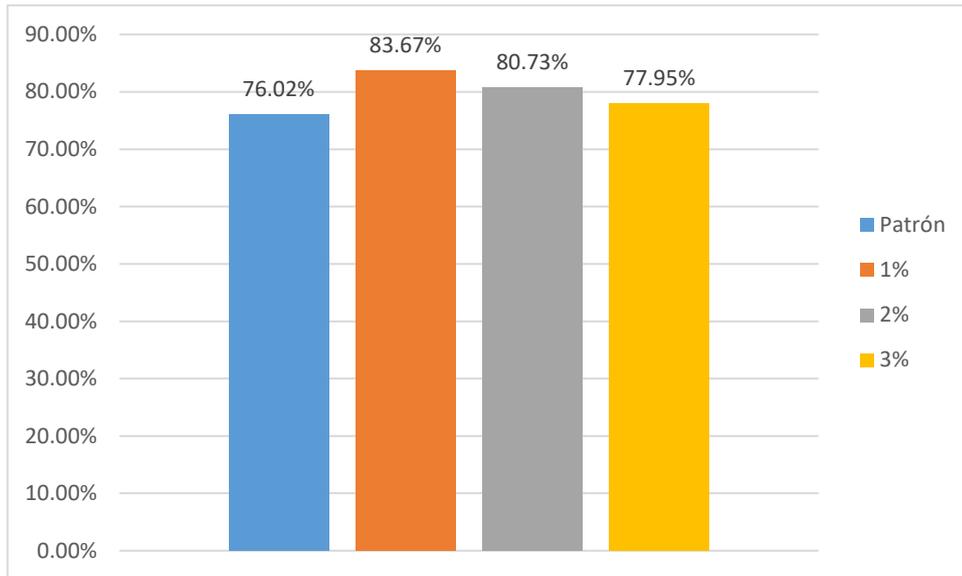


Figura 5: Resistencia a la Compresión (Kg/cm2) a los 7 días
 Fuente: Prueba de Compresión. LABORATORIO N°1 ENSAYO DE MATERIALES – USP

Ensayos de compresión (kg/cm2) de concreto patrón y experimentales con 1%, 2% y 3% de sustitución a los 14 días de edad.

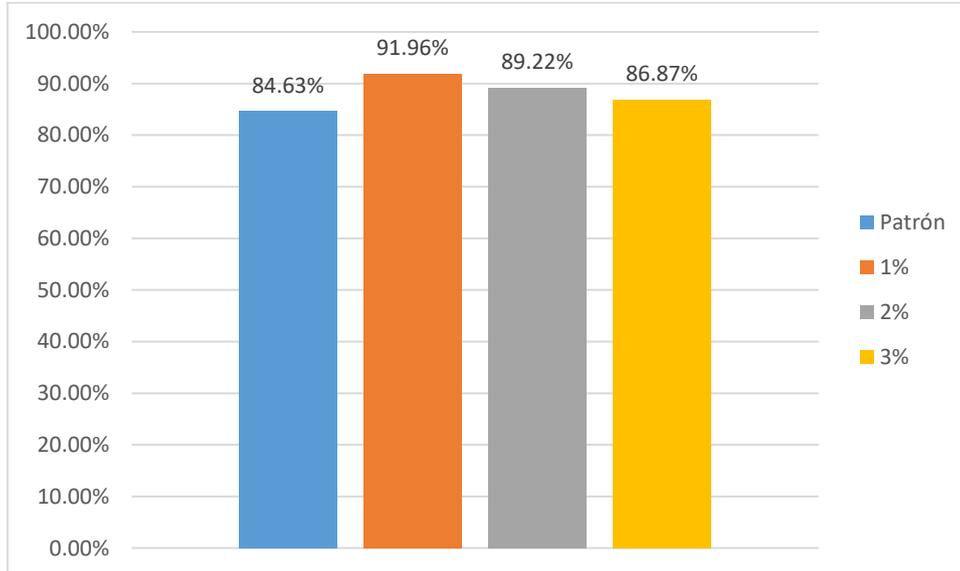


Figura 6: Resistencia a la Compresión (Kg/cm2) a los 14 días
 Fuente: Prueba de Compresión. LABORATORIO N°1 ENSAYO DE MATERIALES – USP

Ensayos de compresión (kg/cm²) de concreto patrón y experimentales con 1%, 2% y 3% de sustitución a los 28 días de edad.

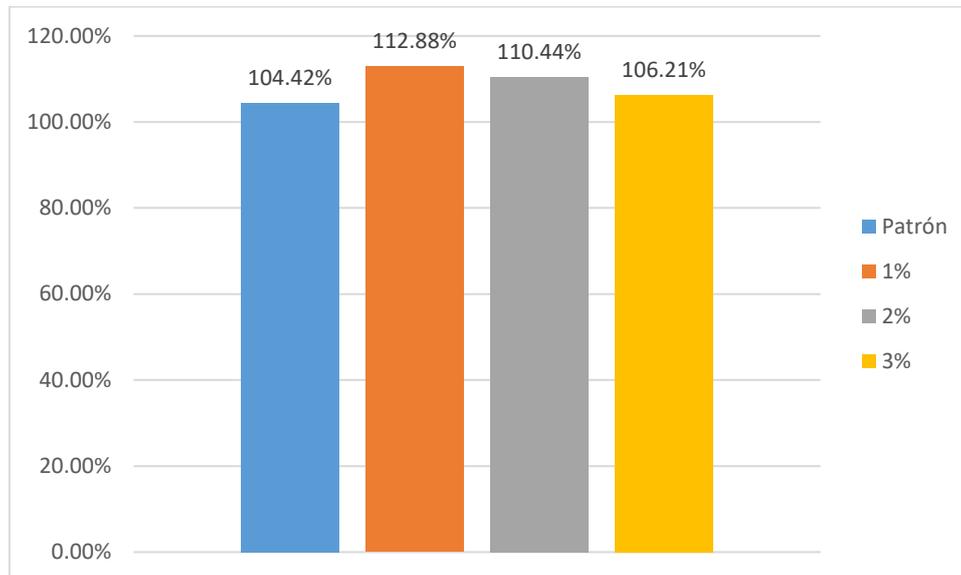


Figura 7: Resistencia a la Compresión (Kg/cm²) a los 28 días
 Fuente: Prueba de Compresión. LABORATORIO N°1 ENSAYO DE MATERIALES – USP

TABLA 37

Ensayos de Compresión Experimentales en Porcentajes

Días	Resistencia (%)			
	Patrón	Experimental 1%	Experimental 2%	Experimental 3%
7	76.02%	83.67%	80.73%	77.95%
14	84.63%	91.96%	89.22%	86.87%
28	104.42%	112.88%	110.44%	106.21%

Fuente: Prueba de Compresión. LABORATORIO N°1 ENSAYO DE MATERIALES de la USP.

En la Tabla 37 se puede apreciar que las resistencias a la compresión de los especímenes de concreto son mayores a los 28 días de curado.

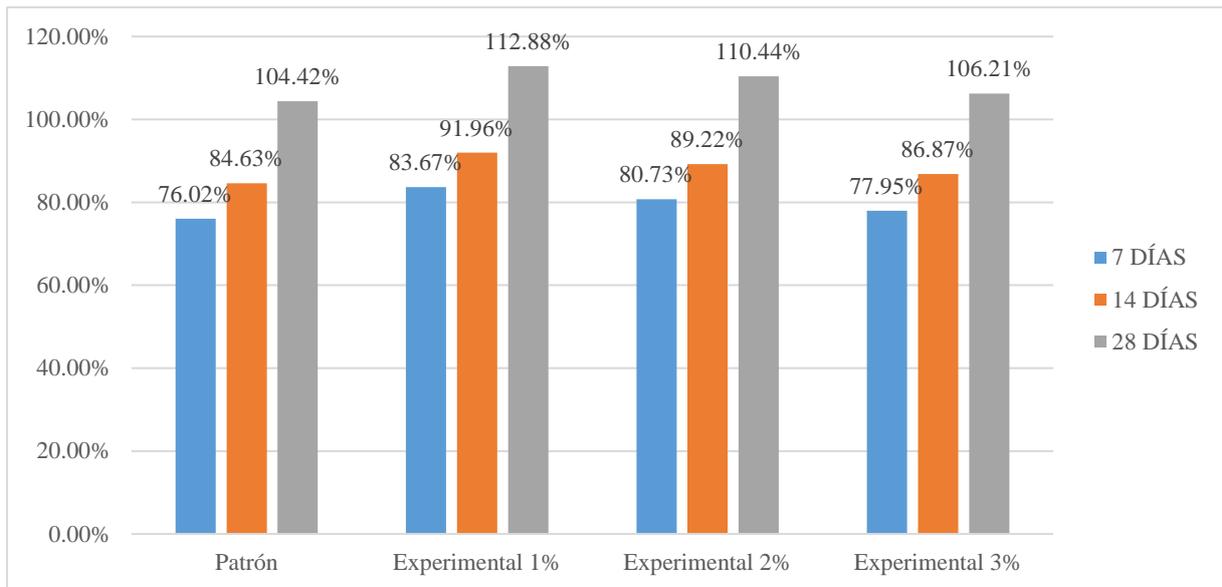


Figura 8: Resistencia a la Compresión (Kg/cm²)
Fuente: Prueba de Compresión. LABORATORIO N°1 ENSAYO DE MATERIALES – USP

TABLA 38
Análisis de varianza para determinar las diferencias de las resistencias del concreto patrón y experimentales $f_c=210$ kg/cm².

<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>
Días de curado	7041.84	2	3520.92	366.18	0.000	5.14
Adición	320.13	3	106.71	11.10	0.007	4.76
Error	57.69	6	9.62			
Total	7419.65	11				

Fuente: Elaboración propia

Al observar los valores de la Probabilidad ($p = 0.000$) teniendo en cuenta como origen de las variaciones a los días de curado y la adición de la ceniza en un 1%, 2% y 3% podemos concluir con un nivel de significancia de 5%, que las resistencias medias en kg/cm² logradas por los concretos patrón y los concretos experimentales tienen diferencias significativas estadísticamente.

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Se puede observar que en porcentajes de adición de 1% ya logra alcanzar y superar su resistencia a compresión en comparación al concreto patrón, de la misma manera sucede con el 2% y 3% de adición de ceniza de virutas de madera tornillo en todas las edades de curado como se pueden apreciar en las figuras 5, 6 y 7 respectivamente, según las proporciones utilizadas hace que pueda desarrollar resistencias a corto y largo plazo, fraguado inicial, liberación de gran cantidad de calor durante los primeros días de hidratación y endurecimiento rápido siendo esto posible por la poca presencia de silicatos y aluminatos.

De la figura 1 en el análisis térmico gravimétrico se observa una importante pérdida de masa que se da alrededor de los 80° C hasta 180°C y donde el material empieza a degradarse, desde ahí se da una pérdida de masa más lenta en este tramo se produce la deshidroxilación de los residuos que finalmente se convertirán en óxidos., lo cual llega a perder un aproximado de 25% de material cuando alcanza la mayor temperatura.

En la figura 2, se puede observar tres picos endotérmicos el primero en torno a 150° C aproximadamente el cual al absorber calor produce calentamiento como consecuencia se produce un proceso de evaporación, también muestra un pico más ligero entorno a 270° C y otra aún más ligera a 750°C indicando un posible cambio estructural y cambio en la característica del material.

En la tabla 8, se puede apreciar que las cenizas de viruta de madera tornillo tiene dentro de sus componentes químicos más importantes a los óxidos de silicio en 3.760%, aluminio en 9.225%, hierro en 1.177% y calcio (CaO) en 40.078%, no siendo un material puzolanico ya que no llega al 70% como nos indica en la ASTM C- 618, por este motivo es que la resistencia en los diferentes días de curado y con la adición de los experimentales tienen una mejor resistencia que el patrón.

En la tabla 9 se muestra el PH de los materiales utilizados como la ceniza de viruta de madera tornillo 12.48, el cemento 12.14, las combinaciones de 1% de adición con 12.28 de PH, 2% de adición con 12.34 y 3% de adición con 12.40, observando valores

que permitirán la reacción con el cemento para poder alcanzar las resistencias óptimas deseables.

En la figura 5, se observa como aumenta la resistencia en un 7.65% con adición de 1%, un 4.71% con adición de 2% y un 1.93% con adición de 3% con respecto al patrón a los 7 días, en los porcentajes de adición podemos observar la presencia de silicato tricálcico se pone de manifiesto al observar una gran velocidad de hidratación, con favorables características hidráulicas, produciéndose un rápido endurecimiento.

También analizando los resultados de la compresión a los 7 días realizados a las probetas frente a las tres edades de curado que se analizan y al compararlos con las probetas que tienen ceniza de virutas de madera tornillo con las probetas patrón se puede apreciar que la resistencia va aumentando con cada grado de porcentaje que se le adiciona a la probeta y alcanzan el mayor esfuerzo con la adición del 1% de ceniza de virutas de madera, después de este porcentaje, se disminuye el aumento de resistencia en el 2% y 3% de ceniza de virutas de madera, como se muestra en la figura 5.

En la figura 6, se puede observar que el experimental de 1% de adición de viruta de ceniza de madera tornillo supera al patrón y a los demás experimentales ya que tiene menor cantidad de silicatos y aluminatos, estos elementos hicieron que el endurecimiento sea más rápido ya que la ceniza permitió liberar gran cantidad de calor durante los primeros días de curado es por eso que a los 14 días tiene mayor resistencia. Si comparamos los resultados de los catorce días respecto a los siete días los porcentajes del patrón, 1% aumento su resistencia considerablemente siendo superior al de 2% y 3%.

En la figura 6 se puede observar que la muestra de 1% de adición de ceniza de viruta de madera tornillo, tiene un aumento de 7.33%, la adición de 2% presento un aumento de 4.59%, mientras que la adición de 3% presenta un aumento de 2.24% respecto a la resistencia de compresión del patrón.

El comportamiento a compresión que mejor aumento de resistencia fue la del 3% de adición ya que aumentó un 8.92% respecto a la muestra de los siete días, las

muestras del patrón y 2% también aumentaron en un 8.61% y 8.49% respectivamente, mientras que del 1% fue inferior a estas, pero aun así la que mayor resistencia tuvo fue la del 1%.

En estos esfuerzos se puede concluir que la evolución a la resistencia de compresión de las muestras fue constante a través del tiempo en sus edades de curado presentando un aumento proporcional a su edad y alcanzando la mayor resistencia a sus 28 días.

La muestra del 1 % se comportó de una manera normal ya que aumento su resistencia respecto a los catorce días, además

La muestra del 3% de adición de ceniza de viruta de madera tornillo que venía trabajando con un aumento mayor a la resistencia que las demás, esta vez solo aumento en un 19.34% respecto a los catorce días, ya que presento una resistencia de 106.21% a los 28 días y un 86.87% a los catorce días.

CONCLUSIONES

De acuerdo a la temperatura de calcinación de la ceniza de viruta de madera tornillo mediante ATD (análisis térmico diferencial), la incineración de viruta de madera tornillo fue en hornos mufla a 650°C por cuatro horas ya que en estas condiciones se obtiene ceniza propiamente dicha ya que a mayor temperatura y mayor tiempo cambia su estructura.

La composición química de la ceniza de viruta de madera tornillo, nos indica que este material no llega a ser puzolanico, ya que los valores no permiten estimar la actividad puzolánica de este material bajo el estándar de la ASTM C- 618 lo cual no llega al 70% sumando las siguientes componentes como, Dióxido de Silicio (SiO_2) 3.760%, Dióxido de Aluminio (Al_2O_3) 9.225%, óxido de Calcio (CaO) 40.078% y Óxido de Hierro (Fe_2O_3) 1.177%,

La relación agua cemento $A/C = 0.57$, siendo el factor más importante en el diseño de mezclas del concreto, se tomó en cuenta el tamaño máximo nominal y tipo de agregado.

La resistencia a la compresión aumenta con la adición de ceniza de viruta de madera tornillo en 1%, 2% y 3% siendo la que mejor resultado tuvo la del 2%.

La resistencia a la compresión obtenida del concreto patrón a los 28 días fue de 219.276 Kg/cm², la resistencia del concreto con adición del 1% llego a una resistencia de 237.048Kg/cm², con adición del 2% se logró una mayor resistencia de 231.924 Kg/cm² y finalmente el concreto con adición del 3% se llegó a una resistencia de 223.042 Kg/cm².

De acuerdo a la prueba de ANOVA se cumple mi hipótesis planteada ya que el Fisher calculado es mayor que el valor crítico para Fisher, y también en la probabilidad es menor que el 5%.

RECOMENDACIONES

Realizar estudios comparativos de los diferentes métodos de dosificación del concreto, donde se muestre la resistencia adquirida de los especímenes de concreto y su viabilidad.

La utilización de materiales provenientes del reciclaje en proyecto como este, debido a que favorecería a la disminución en la explotación de materias no renovables.

Al momento del curado para mantener al mortero en una solución alcalina, mantenerlo en una solución saturada de hidróxido de calcio (cal).

Comprobar si el material sigue ganando resistencia, según los días de curado aumentan como 60, 120 días.

La ceniza de viruta de madera tornillo puede ser utilizada en otros tipos de proyectos que tengan una mayor resistencia a la de $f'c=210\text{kg/cm}^2$, como en elementos verticales de concreto reforzado, placas, elementos horizontales, vigas, losas macizas y techos aligerados, ya que generan un mejor resultado en su resistencia a la compresión.

Utilizar este tipo de concreto por sus buenas condiciones de resistencia a la compresión a temprana edad (pistas, muros de contención, etc.)

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Abanto, F. (2009). Tecnología del concreto. San marcos. Lima .Editorial 2
- Amir Shafi y Anshul Garg (2017) Reemplazo parcial de la ceniza de madera con cemento Portland ordinario y Arena de fundición como agregado fino. Universidad Lobely, Punjab, India.
- ASTM C 136-06. (2005). Análisis granulométrico del agregado fino según los requisitos físicos de gradación. Recuperado de <https://es.scribd.com/doc/276047132/ASTM-C-136-06-pdf>.
- ASTM C 29. (1997). Método de Prueba Estándar para Densidad de masa (“Peso Unitario”) y vacíos en Agregado. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/144753885/ASTM-C29-pdf>
- ASTM C-127.(2004). Gravedad Específica Y Absorción Agregado Fino. Recuperado de <https://es.slideshare.net/Jayagupta286/astm-c127>.
- ASTM D 448-12(2017) Clasificación estándar para tamaños de agregados para construcción de carreteras y puentes. Recuperado de <https://www.astm.org/Standards/D448.htm>
- ASTM C 33 Estándar Histórico: Especificación Normalizada de Agregados para Concreto. Recuperado de <https://www.astm.org/DATABASE.CART/HISTORICAL/C33-03-SP.htm>
- C. Sashidhar, H. Sudarsana Rao (2010) 35a Conferencia - Nuestro Mundo en Concreto y Estructuras busco estudiar la durabilidad del hormigón con adiciones de ceniza de madera. Kadayiruppu, India.
- Cáder, G. (2012). Adaptación del método de diseño de mezcla de concreto según ACI 211.1 utilizando los tipos de cemento ASTM C-1157 tipo GU Y ASTM C-1157 tipo HE Universidad Del Salvador.
- Cotera, G. (1962) Tecnología del concreto diseño de mezclas, Lima, Perú.
- EM 2000 del MTC Manual de ensayos de materiales para carreteras
- Gonzales, M., (1962). Tecnología Del Concreto Diseño De Mezclas.

- Hernández, F. (1991). Middeendorf B, Gehrke M, Budelmann H. Use of wastes of the sugar industry as pozzolana in lime-pozzolana binders: study of the reaction [J]. *Cem Concr Res*, 1998, 28(11): 1525-1536.
- Karol Vivas (2016) diseño un hormigón liviano elaborado con ceniza de madera como sustituto parcial del agregado fino. Universidad Técnica de Ambato, Ecuador.
- Kosmatka, S. H., y Kerkhoff, B. (2004). Diseño y control de mezclas de concreto.
- Laínez, Cruz, Martínez, y Velásquez (2012) Influencia del uso de microsílíce en las propiedades en estado fresco y endurecido en concreto de alta resistencia. Universidad de El Salvador.
- M. Abdullahi (2006) Revista Electrónica de Prácticas y Tecnologías Leonardo
- M. Elahi, A. UllahQazi, M. Yousaf, U. Akmal (2015) Aplicación de la ceniza de madera en la producción de hormigón. Lahore, Pakistán.
- NTP 400.017(2011) Método de Ensayo Para Determinar El Peso Unitario Del Agregado. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/343664826/NTP-400-017-2011-Agregados-Metodo-de-Ensayo-Para-Determinar-El-Peso-Unitario-Del-Agregado>.
- NTP 339.088. (2004). Requisitos de calidad del agua para el concreto. Recuperado de: <https://es.slideshare.net/kiaramirellaporrascrisostomo/ntp-339088>
- Osorio, J. (2013) “Resistencia mecánica del concreto y resistencia a la compresión”.
- Ortiz L (1991). “Resistencia a los materiales” Madrid. España, Editorial Emece.
- Sanjuán Barbudo, M. Á., & Castro Borges, P. (2001). Acción de los agentes químicos y físicos sobre el concreto
- Torres González, E. (2001). Tecnología básica del concreto. Xalapa: Universidad Veracruzana.
- Vivian M. y Esteban L. (2006). Apoyo didáctico para la enseñanza y aprendizaje en la asignatura de “tecnología del hormigón”. Universidad Mayor de San Simón. Bolivia

AGRADECIMIENTOS

A Dios por haberme permitido la formación académica y por la meta de cumplir mi sueño, ser profesional.

A mi madre y mi hermano, por brindarme su apoyo incondicional impulsándome en cada tropiezo y acompañándome en cada alegría, por la confianza depositada y por todos los sacrificios y consejos que me permiten ser lo que soy hoy.

ANEXOS Y APENDICE



Foto 1: Virutas de madera tornillo.



Foto 2: Adquisición de las virutas de madera tornillo.



Foto 3: Adquisición de los agregados en la chancadora Tarmeño.



Foto 4: Agregados llenados en los sacos.



Foto 5: Universidad donde se realizó el ensayo de análisis térmico diferencial DTA.



Foto 6: Laboratorio de ensayo de análisis térmico diferencial DTA.



Foto 7: Horno para la calcinación de las virutas de madera tornillo.



Foto 8: Metiendo la mufla con la viruta de madera tornillo al horno.



Foto 9: UNMSM.



Foto 10: Pesado de los agregados.



Foto 11: Muestra de los agregados en cada tara para ser metidos al horno



Foto 12: Las muestras metidas en el horno



Foto 13: Tamizado de la piedra chancada



Foto 14: Tamizado de la arena



Foto 15: Peso de la piedra chancada en el agua



Foto 16: Secado de los agregados en el horno



Foto 17: Llenado de la piedra chancada al molde suelto



Foto 18: Pesando la arena compactada



Foto 19: Peso específico de la ceniza de viruta de madera tornillo.



Foto 20: Elaboración de las probetas



Foto 21: Elaboración de las probetas.



Foto 22: Probetas desencofradas.



Foto 23: Rotura de las probetas a los 7 días



Foto 24: Probeta ya sacada de la máquina de compresión a los 7 días



Foto 25: Una de las probetas a los 14 días.



Foto 26: Rotura de las probetas a los 14 días



Foto 27: Rotura de las probetas a los 28 días



Foto 28: Una de las probetas a los 28 días



Trujillo, 26 de Diciembre del 2017

INFORME N° 125 - DIC 17

Solicitante: Evaristo Alberto Franz Matheus -- Universidad San Pedro

RUC/DNI:

Supervisor:

1. MUESTRA: Ceniza de viruta de madera (1 gr)

N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	CVM-125D	16.1 mg

2. ENSAYOS A APLICAR

- Análisis térmico por calorimetría diferencial de barrido DSC/ Análisis térmico Diferencial DTA.
- Análisis Termogravimétrico TGA.

3. EQUIPO EMPLEADO Y CONDICIONES

- 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 – 900 °C.
- Masa de muestra analizada: 16.1 mg.

Danny M. Chávez Novoa
ING. MATERIALES
R. CIP. 84953

Jefe de Laboratorio: Ing. Danny Chávez Novoa

Analista responsable: Ing. Danny Chávez Novoa

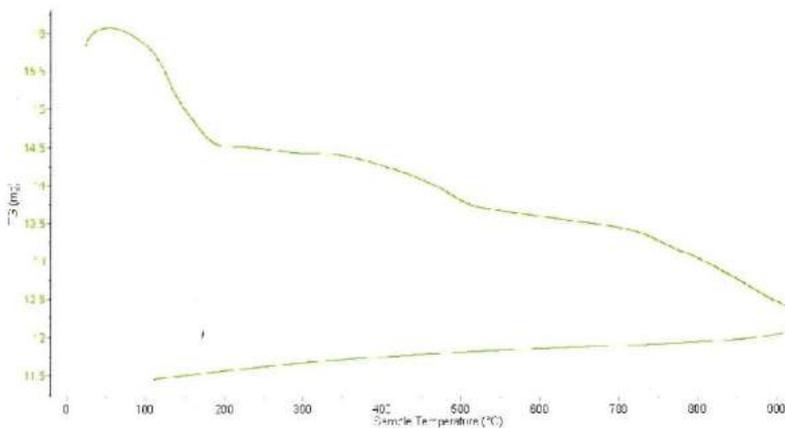


Trujillo, 26 de Diciembre del 2017

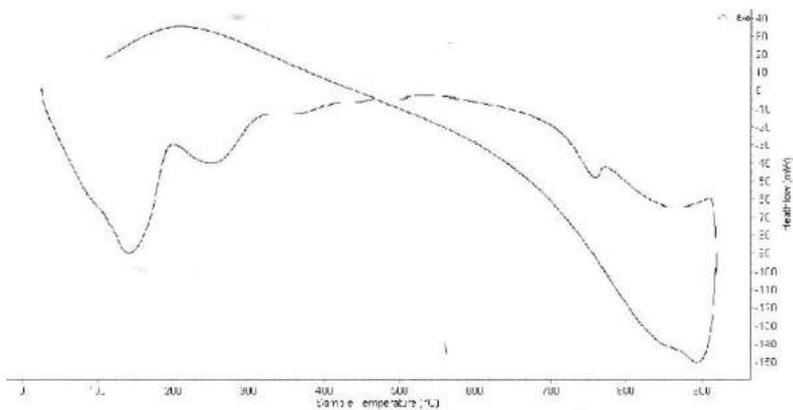
INFORME N° 125 - DIC 17

4. Resultados:

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



II- Curva Calorimétrica ATD



Danny M. Chávez Novoa
ING. MATERIALES
R. CIP. 84953

Trujillo, 26 de Diciembre del 2017

INFORME N° 125 - DIC 17

5. CONCLUSION:

1. Según el análisis Termo gravimétrico se muestra una importante caída de masa como consecuencia de la elevación de la temperatura, esto se da entre 80 y 180°C. El material llega a perder un aproximado de 25% cuando se alcanza la máxima temperatura de ensayo.
2. De acuerdo al análisis calorimétrico, se muestra una banda endotérmica en torno a 150°C y otra más ligera en torno a 270 y otra aún más ligera a 750°C existiendo probabilidad de que ocurran cambios estructurales y en las propiedades del material.

Trujillo, 26 de Diciembre del 2017



[Handwritten signature in blue ink]

Danny M. Chávez Novoa
ING. MATERIALES
R. CIP. 84953

Ing. Danny Mesías Chávez Novoa
Jefe de Laboratorio de Polímeros
Departamento Ingeniería de Materiales - UNT



UNIVERSIDAD NACIONAL
"Santiago Antúnez de Mayolo"
"Una Nueva Universidad para el Desarrollo"
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CIUDAD UNIVERSITARIA – SHANCAYAN
Telefax. 043-426588 - 106
HUARAZ – REGIÓN ANCASH



RESULTADOS DE INCENERACIÓN DE VIRUTA DE MADERA EN CENIZA

TITULO DE TESIS: "Resistencia de Concreto $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ con Adición de Ceniza de Viruta de Madera – Huaraz-2017"

TESISTA : Franz Matheus Evaristo Alberto

MUESTRA : Viruta de Madera

LUGAR DE MUESTREO: Huaraz

FECHA DE RECEPCIÓN: 03-01-18

FECHA DE INICIO : 03-01-18

FECHA DE TÉRMINO : 08-01-18

Muestra	Cantidad Kg.
Ceniza de viruta de madera	8.0

ENSAYOS

1.- Incineración de viruta de madera (Ceniza) en hornos Mufla a $650 \text{ }^\circ\text{C}$. por cuatro horas, en estas condiciones se obtiene ceniza propiamente dicha.

Huaraz, 08 de Enero del 2018.

Ing. M.Sc. Guillermo Castillo Romero
JEFE DEL LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS Y AGUAS



UNIVERSIDAD NACIONAL
“Santiago Antúnez de Mayolo”
“Una Nueva Universidad para el Desarrollo”
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CIUDAD UNIVERSITARIA – SHANCAYAN
Telefax. 043-426588 - 106
HUARAZ – REGIÓN ANCASH



RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE pH

TITULO DE TESIS: “Resistencia de Concreto $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ con Adición de Ceniza de Viruta de Madera – Huaraz-2017”

TESISTA : Franz Matheus Evaristo Alberto

MUESTRA : Cemento

LUGAR DE MUESTREO: Huaraz

FECHA DE RECEPCIÓN: 03-01-18

FECHA DE INICIO DE ANALISIS: 11-01-18

FECHA DE TÉRMINO DEL ANALISIS: 11-01-18

Muestra N°	pH
Cemento	12.14

ENSAYOS

1.- Determinación de pH

OBSERVACIONES:

- La muestra es tomada por el cliente
- Lugar y condiciones de muestreo es indicado por el cliente

CONCLUSIONES

- El pH es calificado como extremadamente alcalina

Huaraz, 11 de Enero del 2018.



[Signature]
Ing. M.Sc. Guillermo Castillo Romero
JEFE DEL LABORATORIO DE ANÁLISIS
DE SUELOS Y AGUAS



UNIVERSIDAD NACIONAL
“Santiago Antúnez de Mayolo”
“Una Nueva Universidad para el Desarrollo”
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CIUDAD UNIVERSITARIA – SHANCAYAN
Telefax. 043-426588 - 106
HUARAZ – REGIÓN ANCASH



RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE pH

TITULO DE TESIS: “Resistencia de Concreto $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ con Adición de Ceniza de Viruta de Madera – Huaraz-2017”

TESISTA : Franz Matheus Evaristo Alberto

MUESTRA : Ceniza de Viruta de Madera

LUGAR DE MUESTREO: Huaraz

FECHA DE RECEPCIÓN: 03-01-18

FECHA DE INICIO DE ANALISIS: 11-01-18

FECHA DE TÉRMINO DEL ANALISIS: 11-01-18

Muestra N°	pH
Ceniza de viruta de madera	12.48

ENSAYOS

1.- Determinación de pH

OBSERVACIONES:

- La muestra es tomada por el cliente
- Lugar y condiciones de muestreo es indicado por el cliente

CONCLUSIONES

- El pH es calificado como extremadamente alcalina

Huaraz, 11 de Enero del 2018.



[Signature]
Ing. M.Sc. GUILLERMO CASTILLO ROMERO
JEFE DEL LABORATORIO DE ANÁLISIS
DE SUELOS Y AGUAS



RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE pH

TITULO DE TESIS: “Resistencia de Concreto $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ con Adición de Ceniza de Viruta de Madera – Huaraz-2017”

TESISTA : Franz Matheus Evaristo Alberto

MUESTRA : Cemento + 1 % de ceniza de Viruta de Madera

LUGAR DE MUESTREO: Huaraz

FECHA DE RECEPCIÓN: 03-01-18

FECHA DE INICIO DE ANALISIS: 11-01-18

FECHA DE TÉRMINO DEL ANALISIS: 11-01-18

Muestra N°	pH
Cemento + 1 % Ceniza de viruta de madera	12.28

ENSAYOS

1.- Determinación de pH

OBSERVACIONES:

- La muestra es tomada por el cliente
- Lugar y condiciones de muestreo es indicado por el cliente

CONCLUSIONES

- El pH es calificado como extremadamente alcalina

Huaraz, 11 de Enero del 2018.



[Signature]
Ing. M.Sc. Guillermo Castillo Romero
JEFE DEL LABORATORIO DE ANÁLISIS
DE SUELOS Y AGUAS



RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE pH

TITULO DE TESIS: "Resistencia de Concreto $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ con Adición de Ceniza de Viruta de Madera – Huaraz-2017"

TESISTA : Franz Matheus Evaristo Alberto

MUESTRA : Cemento + 2 % de ceniza de Viruta de Madera

LUGAR DE MUESTREO: Huaraz

FECHA DE RECEPCIÓN: 03-01-18

FECHA DE INICIO DE ANALISIS: 11-01-18

FECHA DE TÉRMINO DEL ANALISIS: 11-01-18

Muestra N°	pH
Cemento + 2 % Ceniza de viruta de madera	12.34

ENSAYOS

1.- Determinación de pH

OBSERVACIONES:

- La muestra es tomado por el cliente
- Lugar y condiciones de muestreo es indicado por el cliente

CONCLUSIONES

- El pH es calificado como extremadamente alcalina

Huaraz, 11 de Enero del 2018.



[Signature]
Ing. M.Sc. Guineyño Castilla Romero
JEFE DEL LABORATORIO DE ANÁLISIS
DE SUELOS Y AGUAS



RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE pH

TITULO DE TESIS: “Resistencia de Concreto $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ con Adición de Ceniza de Viruta de Madera – Huaraz-2017”

TESISTA : Franz Matheus Evaristo Alberto
MUESTRA : Cemento + 3 % de ceniza de Viruta de Madera
LUGAR DE MUESTREO: Huaraz
FECHA DE RECEPCIÓN: 03-01-18
FECHA DE INICIO DE ANALISIS: 11-01-18
FECHA DE TÉRMINO DEL ANALISIS: 11-01-18

Muestra N°	pH
Cemento + 3 % Ceniza de viruta de madera	12.40

ENSAYOS

1.- Determinación de pH

OBSERVACIONES:

- La muestra es tomado por el cliente
- Lugar y condiciones de muestreo es indicado por el cliente

CONCLUSIONES

- El pH es calificado como extremadamente alcalina

Huaraz, 11 de Enero del 2018.

Ing. M.Sc. Guillermo Castillo Romero
 JEFE DEL LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS Y AGUAS



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

Informe N°11-LAQ/2018

Análisis de una muestra de ceniza de viruta de madera por FRXDE

Introducción.

Se analizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) de una muestra de ceniza de viruta de madera a pedido del Sr. **Evaristo Alberto, Franz Matheus**, alumno de la Universidad San Pedro, sede Chimbote, y como parte de su proyecto de tesis titulada:

“Resistencia de Concreto $F'C=210 \text{ kg/cm}^2$ con Adición de Ceniza de Viruta de Madera-Huaraz-2017.”

La muestra está en forma de grano grueso de color plomo.

Arreglo experimental.

Se utilizó un espectrómetro de FRXDE marca Amptek con ánodo de oro que operó a un voltaje de 30 kV y una corriente de 15 μA . Los espectros se acumularon durante un intervalo neto de 300 s utilizando 2048 canales, con ángulos de incidencia y salida de alrededor de 45°; distancia muestra a fuente de rayos-X de 4 cm y distancia de muestra a detector de 2 cm aprox. La tasa de conteo, la cual depende de la geometría del arreglo experimental y de la composición elemental de la muestra, fue de alrededor de 8050 cts/s. La muestra recibida se pasó por un tamiz de 2 mm para separar el grano grueso; una porción del restante se molió en un mortero de ágata.

Esta técnica permite detectar la presencia de elementos químicos de número atómico Z igual y mayor que 13 mediante la detección de los rayos-X característicos que emiten los átomos. Las energías de estos rayos-X característicos aumentan con el valor de Z y pueden ser detectados siempre y cuando posean suficiente energía para poder penetrar la ventana del detector. Por esta limitación los picos de Mg ($Z=12$) no pueden ser registrados en el espectro.

La fuente de rayos-X utilizada emite rayos-X en dos componentes: un espectro con una distribución continua de 0 a 30 keV, y la otra que contiene los rayos-X característicos del tipo L y M de oro que se producen por el bombardeo del ánodo por electrones energéticos.. Como



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

consecuencia de esto, los espectros de FRXDE poseen tres componentes principales: una componente continua que es consecuencia de la dispersión por la muestra de los rayos-X de la componente continua de la fuente, un espectro discreto producido por la dispersión en la muestra de los rayos-X característicos de oro de la fuente, y el espectro discreto de los rayos-X característicos emitidos por la muestra de acuerdo a los elementos que contiene.

La presencia en el espectro de los rayos-X de oro dispersados por la muestra interfiere con la detección de los rayos-X característicos de elementos como germanio y selenio, a menos que se encuentren en altas concentraciones.

El análisis elemental de la muestra se hace primero de manera cualitativa para identificar la presencia de elementos en la muestra. Para el análisis cuantitativo se utiliza un programa que se basa en el método de parámetros fundamentales y simula todo el arreglo experimental incluyendo: composición elemental de la muestra, geometría experimental, distribución espectral de los rayos-X que emite la fuente y su interacción con la muestra y el proceso de detección. En esta etapa se puede identificar la presencia de picos de rayos-X característicos que pudieron haber pasado inadvertidos en la parte cualitativa por superponerse a picos más intensos. Este programa se calibra usando una muestra de referencia certificada denominada "Suelo de San Joaquín" adquirida de la NIST.

Resultados.

En la Figura 1 se muestra el espectro de FRXDE de esta muestra de ceniza de viruta de madera. La línea roja representa el espectro experimental y la línea azul el espectro calculado. Cubre el rango de energías de 1 a 18 keV que es el rango de interés en este estudio. En el espectro se puede observar la presencia del pico de argón, que es un gas inerte presente en el aire que respiramos. En general, cada pico identifica un elemento químico, comenzando por la izquierda con el pico de Al, seguido del pico de Si y así sucesivamente a medida que aumentan el número atómico y la energía de los rayos-X característicos.

La Tabla 1 muestra los resultados del análisis elemental de esta muestra. Las concentraciones están dadas en % de la masa total en términos de los óxidos más estables que se pueden



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

formar en el proceso de calcinación y luego se normalizan para dar un total de 100%. Debe recalarse que la técnica da directamente la concentración de los elementos químicos. Estos resultados se utilizan luego para determinar la concentración de los óxidos.

Tabla 1. Composición elemental de la muestra de ceniza de viruta de madera en % de masa.

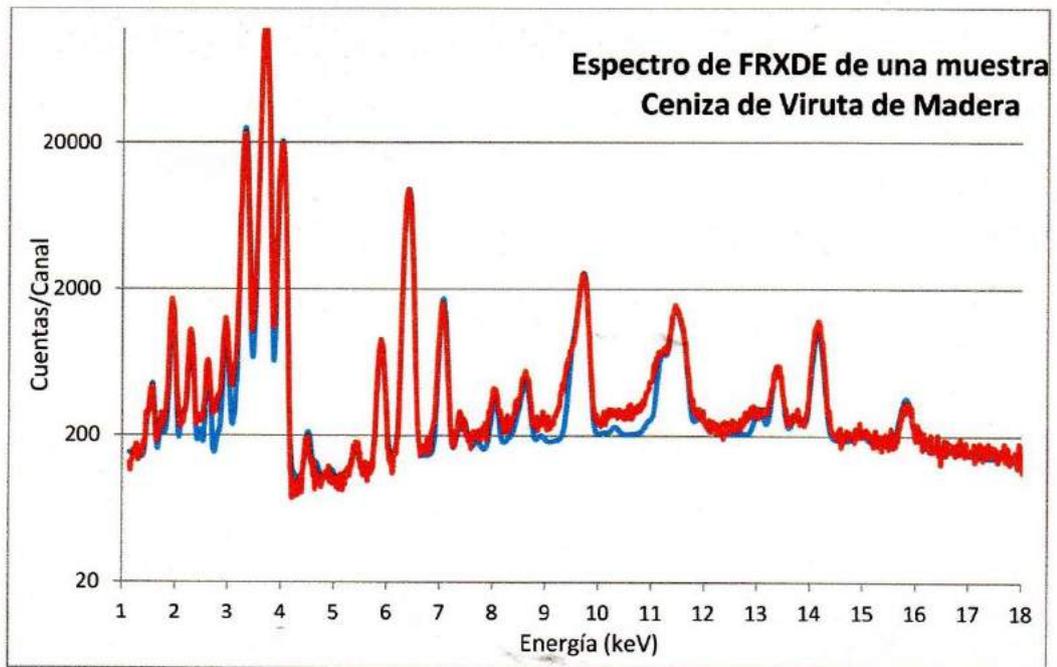
Óxido	% masa	Normalizado
Al ₂ O ₃	9.225	13.734
SiO ₂	3.760	5.597
P ₂ O ₅	0.483	0.719
SO ₂	2.607	3.881
K ₂ O	7.894	11.751
CaO	40.978	61.004
TiO ₂	0.038	0.057
Cr ₂ O ₃	0.011	0.016
MnO	0.102	0.152
Fe ₂ O ₃	1.177	1.753
Ni ₂ O ₃	0.006	0.009
CuO	0.008	0.012
ZnO	0.014	0.021
Rb ₂ O	0.015	0.022
SrO	0.090	0.134
Y ₂ O ₃	0.002	0.004
ZrO ₂	0.011	0.016
Totales	67.173	100.00

La suma en términos de contenido de óxidos es bastante menor que 100%. Es probable que la muestra esté constituida en parte por compuestos de Na y Mg, que esta técnica no puede detectar, o diferentes que óxidos (como compuestos orgánicos) y/o hay una deficiencia en la calibración del instrumento. Para mayores detalles sobre la composición estructural de la muestra se sugiere hacer un análisis por difracción de rayos-X para determinar los compuestos que contiene la muestra con mayor precisión.



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría



9.225 Figura 1. Espectro de FRXDE de una muestra de ceniza de viruta de madera en escala semi logarítmica. Incluye el pico de Ar del aire y los picos de rayos-X de Au dispersados por la muestra. La curva en azul muestra el espectro simulado

Investigador Responsable:
Dr. Jorge A. Bravo Cabrejos
Laboratorio de Arqueometría



Lima, 05 de febrero del 2018

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D-2216-71

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS					
TESIS : "Resistencia del Concreto F'C' = 210 Kg/Cm2 con Adicion de Ceniza de Viruta de Madera - Huaraz - 2017"					
SOLICITA : Bach. Evaristo Alberto Franz Matheus					
DISTRITO : HUARAZ			HECHO EN : USP - HUARAZ		
PROVINCIA : HUARAZ			FECHA : 23/01/2018		
PROG (KM.) :			ASESOR		
DATOS DE LA MUESTRA					
CALICATA :					
MUESTRA : AGREGADO GRUESO, AGREGADO FINO TARMEÑO					
PROF. (m) :					
AGREGADO GRUESO					
Nº TARRO		10	8		
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	1240.0	1326.0		
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	1236.0	1320.0		
PESO DE AGUA	(g)	4.00	6.00		
PESO DEL TARRO	(g)	169.70	167.3		
PESO DEL SUELO SECO	(g)	1066.30	1152.7		
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	0.38	0.52		
HUMEDAD PROMEDIO	(%)	0,45			
AGEGRADO FINO					
Nº TARRO		7	17		
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	980.0	960.0		
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	941.0	920.0		
PESO DE AGUA	(g)	39.00	40.00		
PESO DEL TARRO	(g)	172.90	164.7		
PESO DEL SUELO SECO	(g)	768.10	755.3		
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	5.08	5.3		
HUMEDAD PROMEDIO	(%)	5,2			



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FILIAL - HUARAZ
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
MATERIALES
Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 116544
JEFE

ANALISIS GRANULOMETRICO GRAVA

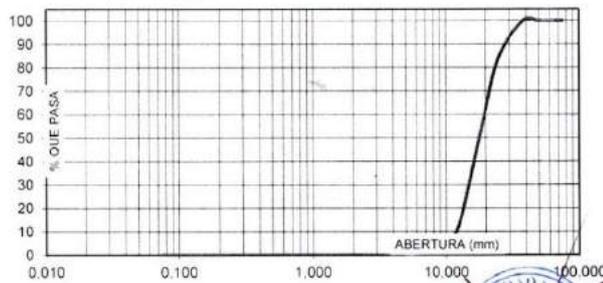
SOLICITA : **Bach. Evaristo Alberto Franz Matheus**
 TESIS : "Resistencia del Concreto F'C = 210 Kg/Cm2 con Adicion de Ceniza de Viruta de Madera - Huaraz - 2017"
 LUGAR : HUARAZ
 FECHA : 23/01/2018 CANTERA : TARMEÑO MATERIAL : AGREGADO GRUESO

PESO SECO INICIAL	10573
PESO SECO LAVADO	10573,00
PESO PERDIDO POR LAVADO	0,00

TAMIZ	ABERT (mm.)	PESO RETEN (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	75,000				
2 1/2"	63,000				
2"	50,000				
1 1/2"	38,100	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,000	1654,00	15,64	15,64	84,36
3/4"	19,000	2878,00	27,22	42,86	57,14
1/2"	12,500	4638,00	43,87	86,73	13,27
3/8"	9,500	1025,00	9,69	96,42	3,58
N° 4	4,750	370,00	3,50	99,92	0,08
N° 8	2,360	8,00	0,08	100,00	0,00
N° 16	1,180	0,00	0,00	100,00	0,00
N° 30	0,600	0,00	0,00	100,00	0,00
N° 50	0,300	0,00	0,00	100,00	0,00
N° 100	0,150	0,00	0,00	100,00	0,00
N° 200	0,075	0,00	0,00	100,00	0,00
PLATO		0,00	0,00	100,00	0,00
TOTAL		10573,00	100,00		

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL : 1"
 MODULO DE FINEZA : 7,39
 HUMEDAD : 0,45%

CURVA GRANULOMETRICA



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FILIAL - HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
 ENSAYO DE MATERIALES
 Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 CIP: 116544
 JEFE



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ANALISIS GRANULOMETRICO ARENA

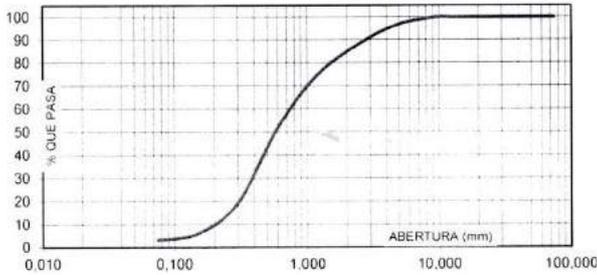
SOLICITA : **Bach. Evaristo Alberto Franz Matheus**
 TESIS : "Resistencia del Concreto F'c = 210 Kg/Cm2 con Adicion de Ceniza de Viruta de Madera - Huaraz - 2017"
 LUGAR : HUARAZ
 FECHA : 23/01/2018 CANTERA : TARMENO MATERIAL : AGREGADO FINO

PESO SECO INICIAL	1524
PESO SECO LAVADO	1476.00
PESO PERDIDO POR LAVADO	48.00

TAMIZ	ABERT. (mm.)	PESO RETEN (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.000	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.750	53.00	3.48	3.48	96.52
N° 8	2.360	138.00	9.06	12.53	87.47
N° 16	1.180	201.00	13.19	25.72	74.28
N° 30	0.600	344.00	22.57	48.29	51.71
N° 50	0.300	495.00	32.48	80.77	19.23
N° 100	0.150	201.00	13.19	93.96	6.04
N° 200	0.075	44.00	2.89	96.85	3.15
PLATO		48.00	3.15	100.00	0.00
TOTAL		1524.00	100.00		

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL : n° 4
 MODULO DE FINEZA : 2.6
 HUMEDAD : 5.20%

CURVA GRANULOMETRICA



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 HUARAZ - HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
 ENSAYO DE MATERIALES

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 CIP: 116544
 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

**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION
DEL AGREGADO FINO**

SOLICITA : Bach. Evaristo Alberto Franz Matheus
 TESIS : "Resistencia del Concreto F'C' = 210 Kg/Cm2 con Adicion de Ceniza de Viruta de Madera - Huaraz - 2017"
 LUGAR : HUARAZ
 CANTERA : TARMEÑO
 MATERIAL : AGREGADO FINO
 FECHA : 23/01/2018

A : Peso de material saturado superficialmente seco (aire)
 B : Peso de frasco+ agua
 C = A + B : Peso frasco + agua +material
 D : Peso de material+agua en el frasco
 E = C - D : Volumen de masa+volumen de vacio
 F : Peso Material seco en horno
 G= E- (A - F) : Volumen de masa

300,0		
670,7		
970,7		
857,7		
113,0		
296,0		
-109,0		
1,4		
1,4		

ABSORCION (%) : $((A-F/F) \times 100)$
 ABS. PROM. (%) :

P.e. Bulk (Base Seca) = F/E
 P.e. Bulk (Base Saturada) = A/E
 P.e. Aparente (Base Seca) = F/G

PROMEDIO

2,62		
2,65		
-2,72		

PROMEDIO

P.e. Bulk (Base Seca)
 P.e. Bulk (Base Saturada)
 P.e. Aparente (Base Seca)

2,62
2,65
-2,72



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FILIAL - HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
 Ing. Elizabeth Maza Ambros
 CIP: 116544
 JEFE

**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION
DEL AGREGADO GRUESO**

SOLICITA : Bach. Evaristo Alberto Franz Matheus
 TESIS : "Resistencia del Concreto F'c' = 210 Kg/Cm2 con Adicion de Ceniza de Viruta de Madera - Huaraz - 2017"
 LUGAR : HUARAZ
 CANTERA : TARMEÑO
 MATERIAL : AGREGADO GRUESO
 FECHA : 23/01/2018

A : Peso de material saturado superficialmente seco (aire)
 B : Peso de material saturado superficialmente seco (agua)
 C = A - B : Volumen de masa + volumen de vacios
 D : Peso de material seco en el horno
 E = C - (A - D) : Volumen de masa

ABSORCION (%) : $((A-D/D) \times 100)$
 ABS. PROM. (%) :

P.e. Bulk (Base Seca) = D/C
 P.e. Bulk (Base Saturada) = A/C
 P.e. Aparente (Base Seca) = D/E

1005,0	944,0	1005,0
612,8	592,3	633,6
392,2	351,7	371,4
998,0	938,0	1000,0
385,2	345,7	366,4
0,70	0,64	0,50
0,61		

PROMEDIO

2,54	2,67	2,69
2,56	2,68	2,71
2,59	2,71	2,73

PROMEDIO

P.e. Bulk (Base Seca)
 P.e. Bulk (Base Saturada)
 P.e. Aparente (Base Seca)

2,61
2,62
2,65



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FILIAL - HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
 ENSAYO DE MATERIALES

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 CIP: 116544
 JEFE

PESOS UNITARIOS

SOLICITA : Bach. Evaristo Alberto Franz Matheus

TESIS : "Resistencia del Concreto F'C' = 210 Kg/Cm2 con Adicion de Ceniza de Viruta de Madera - Huaraz - 2017"

LUGAR : HUARAZ

CANTERA : TARMEÑO

MATERIAL : AGREGADO FINO

FECHA : 23/01/2018

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	7110	7090	7085
Peso de molde	3420	3420	3420
Peso de muestra	3690	3670	3665
Volumen de molde	2776	2776	2776
Peso unitario	1329	1322	1320
Peso unitario prom.	1324 Kg/m3		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	7575	7580	7555
Peso de molde	3420	3420	3420
Peso de muestra	4155	4160	4135
Volumen de molde	2776	2776	2776
Peso unitario	1497	1499	1490
Peso unitario prom.	1495 Kg/m3		



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FILIAL - HUARAZ
FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE MECANICA DE SUELOS E
CIENCIAS DE MATERIALES

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 116544
JEFE

PESOS UNITARIOS

SOLICITA : Bach. Evaristo Alberto Franz Matheus

TESIS : "Resistencia del Concreto F'C' = 210 Kg/Cm² con Adición de Ceniza de Viruta de Madera - Huaraz - 2017"

LUGAR : HUARAZ
CANTERA : TARMEÑO
MATERIAL : AGREGADO GRUESO
FECHA : 23/01/2018

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	18440	18460	18450
Peso de molde	5310	5310	5310
Peso de muestra	13130	13150	13140
Volumen de molde	9341	9341	9341
Peso unitario	1406	1408	1407
Peso unitario prom.	1407 Kg/m ³		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	19210	19240	19180
Peso de molde	5310	5310	5310
Peso de muestra	13900	13930	13870
Volumen de molde	9341	9341	9341
Peso unitario	1488	1491	1485
Peso unitario prom.	1488 Kg/m ³		



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FILIAL - HUARAZ
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
ENSAYO DE MATERIALES
Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 116544
JEFE



PESO ESPECIFICO (CENIZA)

SOLICITA: Bach. Evaristo Alberto Franz Matheus
TESIS: "Resistencia del Concreto F'c' = 210 Kg/Cm2 con Adicion de Ceniza de Viruta de Madera - Huaraz - 2017"
LUGAR: HUARAZ
CANTERA: -----
MATERIAL: CENIZA DE VIRUTA DE MADERA
FECHA: 23/01/2018

PESO DE MATERIAL	300	gramos
VOL. DEZPLAZAMIENTO	150	gramos m3
PESO ESPECIFICO	D= P/V =300/15	
PESO ESPECIFICO CENIZA	2,00	

OBSERVACIONES: Material Ceniza de madera, utilizado paso por la malla N° 200



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
ENFRIOS DE MATERIALES
Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 116544
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

DISEÑO DE MEZCLA DEL CONCRETO PATRÓN

1. Especificaciones: Agregados de "El Tarmeño"-Tacllan

METODO ACI: El método de mezcla se realizó por el método ACI ya que los agregados cumplen con las recomendaciones granulométricas ASTM C 33.

2. Materiales:

2.1. Cemento:

Tabla 5.2			
Cementos en el Perú			
Marca	Tipo	Peso Especifico	Superficie Especifica
Sol	I	3.11	3500
Atlas	IP	2.97	5000
Andino	I	3.12	3300
Andino	II	3.17	3300
Andino	V	3.15	3300
Pacasmayo	I	3.11	3100
Yura	IP	2.85	3600
Yura	IPM	3.09	3500
Rumi	IPM	3.06	3800

Pórtland ASTM Sol tipo I

Peso específico= 3.15 gr/cm³

2.2. Agua:

Potable de la red de servicio público de Huaraz.

2.3. Agregado Fino:

Peso específico	2.65	gr/cm ³
Absorción	1.40	%
Contenido de humedad	5.20	%
Módulo de finza	2.60	
f _c	210	kg/cm ²

2.4. Agregado Grueso:

Tamaño máximo nominal	1	pulg
Peso seco compactado	1488	kg/m ³
Peso específico	2.62	gr/cm ³
Absorción	0.61	%
Contenido de humedad	0.45	%

3. Determinación de la resistencia promedio

f _c	210
----------------	-----

tabla 7.4.3	
Resistencia a la compresion Promedia	
f _c	f _{cr}
sin factor	f _c +0
Menos de 210	f _c +70
210 a 350	f _c +84
sobre 350	f _c +98

f _{cr}	210	kg/cm ²
-----------------	-----	--------------------

4. Selección del tamaño Máximo nominal del agregado

tamaño maximo nominal	1 pulg
-----------------------	--------

5. Selección del asentamiento

mezclas secas	0 a 2 pulg
mezclas plásticas	3 a 4 pulg
mezclas fluida	≥5 pulg

mezcla plastica	3 a 4 pulg
-----------------	------------

6. Volumen Unitario de agua

Tabla 10.2.2						
volumen unitario de agua						
Tamaño Máximo Nominal del agregado grueso	Volumen unitario de agua, expresado en lt/m ³ , para los asentamientos y perfiles de agregado grueso indicados					
	1" a 2"		3" a 4"		6 a 7"	
	Agregado Redondeado	Agregado Angular	Agregado Redondeado	Agregado Angular	Agregado Redondeado	Agregado Angular
3/8"	185	212	201	227	230	250
1/2"	182	201	197	216	219	238
3/4"	170	189	185	204	208	227
1"	163	182	178	197	197	216
1 1/2"	155	170	170	185	185	204
2"	148	163	163	178	178	197
3"	136	151	151	167	163	182

los valores de la tabla corresponde a concreto sin aire incorporado

197	lt/m ³
-----	-------------------

7. Contenido de aire

Tabla 11.2.1	
Contenido de aire atrapado	
Tamaño Máximo nominal	aire atrapado %
3/8"	3
1/2"	2.5
3/4"	2
1"	1.5
1 1/2"	1
2"	0.5
3"	0.3
6"	0.2

% Aire	1.5%
--------	------

8. Relacion de agua y cemento

Tabla 12.2.2
Relacion agua/cemento por resistencia

f _{cr} (28 días)	Relacion agua-cemento de diseño en peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
150	0.8	0.71
200	0.7	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.4
400	0.43	
450	0.38	

200	0.7
210	x
250	0.62

relacion agua y cemento

0.68

9. Factor cemento

El factor cemento se determina dividiendo el volumen unitario de agua entre la relacion agua / cemento

$$\text{factor cemento} = \frac{\text{volumen unitario del agua}}{\text{relacion de agua-cemento}}$$

$$\text{factor cemento} = \frac{197}{0.68} = 289.71 \quad \text{kg/m}^3 = \frac{289.71}{42.5} = 6.82 \text{ bolsas/m}^3$$

10. Contenido de agregado grueso

Para determinar el contenido de agregado grueso, empleado el metodo del comité 211 del ACI. Se debe entrar a la Tabla 16.2.2.

tabla 16.2.2
peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto

tamaño máximo nominal del agregado grueso	volumen de agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen del concreto, para diversos modulos de fineza del fino			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	0.5	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.6
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.75	0.73	0.71	0.69
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.82	0.8	0.78	0.76
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

contenido de agregado grueso =

0.69

$$\text{peso del agregado grueso} \quad 0.69 \times 1488 = 1026.72\text{kg}$$

11. Cálculo de volúmenes absolutos

conocido los pesos del cemento, agua y agregado. Así como el volumen de aire, se produce a calcular la suma de los volúmenes absolutos de estos materiales:

Volumen absoluto de

$$\text{Cemento} = \frac{289.71}{3.15 \times 1000} = 0.092 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua} = \frac{197.0}{1 \times 1000} = 0.197 \text{ m}^3$$

$$\text{Aire} = 1.5\% = 0.015 \text{ m}^3$$

$$\text{Agregado grueso} = \frac{1026.72}{2650} = 0.387 \text{ m}^3$$

$$\text{SUMA} = 0.691 \text{ m}^3$$

12. Contenido de agregado fino

$$\text{Volumen absoluto del agregado fino} = 1 - 0.691 = 0.308 \text{ m}^3$$

$$\text{Peso del agregado fino} = 0.308 \times 2650 = 816.200 \text{ kg}$$

13. Valores de diseño

$$\text{Cemento} = 289.71 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agua} = 197 \text{ lt/m}^3$$

$$\text{Agregado grueso} = 1026.720 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agregado fino} = 816.200 \text{ kg/m}^3$$

14. Corrección por humedad de los agregados

$$\text{Agregado fino} = 816.2 \times (1 + 5.20/100) = 858.642 \text{ kg}$$

$$\text{Agregado grueso} = 1026.72 \times (1 + 0.45/100) = 1031.340 \text{ kg}$$

15. Aporte de agua a la mezcla

$$\text{Agregado fino} = \frac{(5.20 - 1.40) \times 858.642}{100} = 32.73 \text{ lt}$$

$$\text{Agregado grueso} = \frac{(0.45 - 0.61) \times 1031.340}{100} = 1.65 \text{ lt}$$

$$\text{SUMA} = 31.08 \text{ lt}$$

16. Agua efectiva

$$\text{Agua} = 197 - 31.08 = 165.92 \text{ lt}$$

17. Proporciónamiento del diseño

Cemento	=	289.710 kg/m ³
Agua	=	165.920 lt/m ³
Agregado grueso	=	1031.340 kg/m ³
Agregado fino	=	861.430 kg/m ³

18. Proporción en peso

Relacion agua/cemento de diseño = $197/289.710 = 0.68$

Relacion agua/cemento efectivo = $165.920/289.710 = 0.57$

$289.710/289.710 + 818.850/289.710 + 1026.720/289.710 = 1 : 2.83 : 3.54$

$289.710/289.710 + 861.340/289.710 + 1031.340/289.710 = 1 : 2.97 : 3.60$

1 : 2.83 : 3.54 / 28.89 lt / bolsa (en peso seco)

1 : 2.97 : 3.60 / 24.33 lt / bolsa

19. Peso por tanda de una bolsa

Cemento	=	1 x 42.5 =	42.5 kg/bolsa
Agua	=		24.328 lt/bolsa
Agregado grueso	=	3.60 x 42.5 =	153.000kg/bolsa
Agregado fino	=	2.97 x 42.5 =	126.225kg/bolsa

DOSIFICACION DE MATERIAL PARA 9 MOLDES

Medida del molde	}	diametro:	15cm	volumen del molde =	5301,437 cm ³
		altura:	30cm	más el 10% del volumen =	63617,244 cm ³
para		1m ³	➡	2348.4 kg	
para		0.006362 m ³	➡	14.940 kg	➡ 15 kg

CANTIDAD DE MOLDES	1m ³	1	3	6	9
PORCENTAJES		Patrón	Patrón	Patrón	Patrón
CEMENTO	289.71 kg/m ³	1.843 kg	5.529 kg	11.058 kg	16.587 kg
AGUA	165.92lt/m ³	1.095 kg	3.285 kg	6.570 kg	9.855 kg
AGREGADO GRUESO	1031.34kg/m ³	6.568 kg	19.704 kg	39.408 kg	59.112 kg
AGREGADO FINO	861.43kg/m ³	5.494 kg	16.482 kg	32.964 kg	49.176 kg
TOTAL	2348.4kg/m³	15.000 kg	45.000 kg	90.000 kg	135.000 kg

DISEÑO DE MEZCLA DEL CONCRETO CON ADICION DE 1%

1. Especificaciones: Agregados de "El Tarmeño"-Taillan

METODO ACI El método de mezcla se realizó por el método ACI ya que los agregados cumplen con las recomendaciones granulométricas ASTM C 33.

2. Materiales:

2.1. Cemento:

Tabla 5.2			
Cementos en el Perú			
Marca	Tipo	Peso Especifico	Superficie Especifica
Sol	I	3.15	3500
Atlas	IP	2.97	5000
Andino	I	3.12	3300
Andino	II	3.17	3300
Andino	V	3.15	3300
Pacasmayo	I	3.11	3100
Yura	IP	2.85	3600
Yura	IPM	3.09	3500
Rumi	IPM	3.06	3800

Pórtland ASTM Sol tipo I

Peso específico= gr/cm³

2.2. Agua:

Potable de la red de servicio público de Huaraz.

2.3. Agregado Fino:

Peso específico	2.65	gr/cm ³
Absorción	1.40	%
Contenido de humedad	5.20	%
Módulo de finza	2.60	
f _c	210	kg/cm ²

2.4. Agregado Grueso:

Tamaño máximo nominal	1	pulg
Peso seco compactado	1488	kg/m ³
Peso específico	2.62	gr/cm ³
Absorción	0.61	%
Contenido de humedad	0.45	%

3. Determinación de la resistencia promedio

f _c	210
----------------	-----

tabla 7.4.3	
Resistencia a la compresion Promedia	
f _c	f _{cr}
sin factor	f _c +0
Menos de 210	f _c +70
210 a 350	f _c +84
sobre 350	f _c +98

f _{cr}	210	kg/cm ²
-----------------	-----	--------------------

4. Selección del tamaño Máximo nominal del agregado

tamaño maximo nominal	1 pulg
-----------------------	--------

5. Selecccion del asentamiento

mezclas secas	0 a 2 pulg
mezclas plásticas	3 a 4 pulg
mezclas fluida	≥5 pulg

mezcla plastica	3 a 4 pulg
-----------------	------------

6. Volumen Unitario de agua

Tabla 10.2.2 volumen unitario de agua						
Tamaño Máximo Nominal del agregado grueso	Volumen unitario de agua, expresado en lt/m ³ , para los asentamientos y perfiles de agregado grueso indicados					
	1" a 2"		3" a 4"		6 a 7"	
	Agregado Redondeado	Agregado Angular	Agregado Redondeado	Agregado Angular	Agregado Redondeado	Agregado Angular
3/8"	185	212	201	227	230	250
1/2"	182	201	197	216	219	238
3/4"	170	189	185	204	208	227
1"	163	182	178	197	197	216
1 1/2"	155	170	170	185	185	204
2"	148	163	163	178	178	197
3"	136	151	151	167	163	182

los valores de la tabla corresponde a concreto sin aire incorporado

197	lt/m ³
-----	-------------------

7. Contenido de aire

Tabla 11.2.1 Contenido de aire atrapado	
Tamaño Máximo nominal	aire atrapado %
3/8"	3
1/2"	2.5
3/4"	2
1"	1.5
1 1/2"	1
2"	0.5
3"	0.3
6"	0.2

% Aire	1.5%
--------	------

8. Relacion de agua y cemento

Tabla 12.2.2		
Relacion agua/cemento por resistencia		
f'cr (28 dias)	Relacion agua-cemento de diseño en peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
150	0.8	0.71
200	0.7	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.4
400	0.43	
450	0.38	

200	0.7
210	x
250	0.62

relacion agua y cemento

0.68

9. Factor cemento

El factor cemento se determina dividiendo el volumen unitario de agua entre la relacion agua / cemento

$$\text{factor cemento} = \frac{\text{volumen unitario del agua}}{\text{relacion de agua-cemento}}$$

$$\text{factor cemento} = \frac{197}{0.68} = 289.71 \quad \text{kg/m}^3 = \frac{289.71}{42.5} = 6.82 \text{ bolsas/m}^3$$

10. Contenido de agregado grueso

Para determinar el contenido de agregado grueso, empleado el metodo del comité 211 del ACI. Se debe entrar a la Tabla 16.2.2.

tabla 16.2.2				
peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto				
tamaño máximo nominal del agregado grueso	volumen de agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen del concreto, para diversos modulos de finiza del fino			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	0.5	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.6
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.75	0.73	0.71	0.69
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.82	0.8	0.78	0.76
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

contenido de agregado grueso =

0.69

peso del agregado grueso $0.69 \times 1488 = 1026.72\text{kg}$

11. Cálculo de volúmenes absolutos

conocido los pesos del cemento, agua y agregado. Así como el volumen de aire, se produce a calcular la suma de los volúmenes absolutos de estos materiales:

Volumen absoluto de

$$\text{Cemento} = \frac{289.71}{3.27 \times 1000} = 0.089 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua} = \frac{197.0}{1 \times 1000} = 0.197 \text{ m}^3$$

$$\text{Aire} = 1.5\% = 0.015 \text{ m}^3$$

$$\text{Agregado grueso} = \frac{1026.72}{2650} = 0.387 \text{ m}^3$$

$$\text{SUMA} = 0.688 \text{ m}^3$$

12. Contenido de agregado fino

$$\text{Volumen absoluto del agregado fino} = 1 - 0.688 = 0.312 \text{ m}^3$$

$$\text{Peso del agregado fino} = 0.312 \times 2650 = 826.800 \text{ kg}$$

13. Valores de diseño

$$\text{Cemento} = 289.71 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agua} = 197 \text{ lt/m}^3$$

$$\text{Agregado grueso} = 1026.720 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agregado fino} = 826.800 \text{ kg/m}^3$$

14. Corrección por humedad de los agregados

$$\text{Agregado fino} = 826.8 \times (1 + 5.20/100) = 869.794 \text{ kg}$$

$$\text{Agregado grueso} = 1026.72 \times (1 + 0.45/100) = 1031.340 \text{ kg}$$

15. Aporte de agua a la mezcla

$$\text{Agregado fino} = \frac{(5.20 - 1.40) \times 869.794}{100} = 33.05 \text{ lt}$$

$$\text{Agregado grueso} = \frac{(0.45 - 0.61) \times 1031.340}{100} = 1.65 \text{ lt}$$
$$\text{SUMA} = 31.4 \text{ lt}$$

16. Agua efectiva

$$\text{Agua} = 197 - 31.4 = 165.6 \text{ lt}$$

17. Proporciónamiento del diseño

Cemento	=	289.710 kg/m ³
Agua	=	165.600 lt/m ³
Agregado grueso	=	1031.340 kg/m ³
Agregado fino	=	869.794 kg/m ³

18. Proporción en peso

$$\text{Relacion agua/cemento de diseño} = 197/289.710 = 0.68$$

$$\text{Relacion agua/cemento efectivo} = 165.600/289.710 = 0.57$$

$$289.710/289.710 + 906.300/289.710 + 1026.720/289.710 = 1 : 3.13 : 3.54$$

$$289.710/289.710 + 869.794/289.710 + 1031.340/289.710 = 1 : 3.00 : 3.60$$

$$1 : 3.13 : 3.54 / 28.89 \text{ lt / bolsa (en peso seco)}$$

$$1 : 3.00 : 3.60 / 25.815 \text{ lt / bolsa}$$

19. Peso por tanda de una bolsa

Cemento	=	1 x 42.5 =	42.5 kg/bolsa
Agua	=		25.815 lt/bolsa
Agregado grueso	=	3.60 x 42.5 =	153.000kg/bolsa
Agregado fino	=	3.00x 42.5 =	127.5kg/bolsa

DOSIFICACION DE MATERIAL PARA 9 MOLDES

Medida del molde	}	diametro:	15cm	volumen del molde =	5301,437 cm ³
		altura:	30cm	más el 10% del volumen =	63617,244 cm ³
para		1m ³	➡	2356.444 kg	
para		0.006362 m ³	➡	14.990 kg	➡ 15 kg

CANTIDAD DE MOLDES	1m ³	1	3	6	9
PORCENTAJES		1%	1%	1%	1%
CEMENTO	289.710 kg/m ³	1.843 kg	5.529 kg	11.058 kg	16.587 kg
AGUA	165.600lt/m ³	1.055 kg	3.165 kg	6.330 kg	9.495 kg
AGREGADO GRUESO	1031.34kg/m ³	6.568 kg	19.704 kg	39.408 kg	59.112 kg
AGREGADO FINO	869.794kg/m ³	5.534kg	16.602 kg	33.204 kg	49.806 kg
MADERA TORNILLO		0.018kg	0.054kg	0.108kg	0.162kg
TOTAL	2348.4kg/m³	15.018 kg	45.054kg	90.108 kg	135.162 kg

DISEÑO DE MEZCLA DEL CONCRETO CON ADICION DE 2%

1. Especificaciones: Agregados de "El Tarmaño"-Tacllan

METODO ACI. El método de mezcla se realizó por el método ACI ya que los agregados cumplen con las recomendaciones granulométricas ASTM C 33.

2. Materiales:

2.1. Cemento:

Tabla 5.2			
Cementos en el Perú			
Marca	Tipo	Peso Especifico	Superficie Especifica
Sol	I	3.15	3500
Atlas	IP	2.97	5000
Andino	I	3.12	3300
Andino	II	3.17	3300
Andino	V	3.15	3300
Pacasmayo	I	3.11	3100
Yura	IP	2.85	3600
Yura	IPM	3.09	3500
Rumi	IPM	3.06	3800

Portland ASTM Sol tipo I

Peso específico= gr/cm³

2.2. Agua:

Potable de la red de servicio público de Huaraz.

2.3. Agregado Fino:

Peso específico	2.65	gr/cm ³
Absorción	1.40	%
Contenido de humedad	5.20	%
Módulo de finza	2.60	
f _c	210	kg/cm ²

2.4. Agregado Grueso:

Tamaño máximo nominal	1	pulg
Peso seco compactado	1488	kg/m ³
Peso específico	2.62	gr/cm ³
Absorción	0.61	%
Contenido de humedad	0.45	%

3. Determinación de la resistencia promedio

f _c	210
----------------	-----

tabla 7.4.3	
Resistencia a la compresión Promedia	
f _c	f _{cr}
sin factor	f _c +0
Menos de 210	f _c +70
210 a 350	f _c +84
sobre 350	f _c +98

f _{cr}	210	kg/cm ²
-----------------	-----	--------------------

4. Selección del tamaño Máximo nominal del agregado

tamaño maximo nominal	1 pulg
-----------------------	--------

5. Selecccion del asentamiento

mezclas secas	0 a 2 pulg
mezclas plásticas	3 a 4 pulg
mezclas fluida	≥5 pulg

mezcla plastica	3 a 4 pulg
-----------------	------------

6. Volumen Unitario de agua

Tabla 10.2.2						
volumen unitario de agua						
Tamaño Máximo Nominal del agregado grueso	Volumen unitario de agua, expresado en lt/m ³ , para los asentamientos y perfiles de agregado grueso indicados					
	1" a 2"		3" a 4"		6 a 7"	
	Agregado Redondeado	Agregado Angular	Agregado Redondeado	Agregado Angular	Agregado Redondeado	Agregado Angular
3/8"	185	212	201	227	230	250
1/2"	182	201	197	216	219	238
3/4"	170	189	185	204	208	227
1"	163	182	178	197	197	216
1 1/2"	155	170	170	185	185	204
2"	148	163	163	178	178	197
3"	136	151	151	167	163	182

los valores de la tabla corresponde a concreto sin aire incorporado

197	lt/m ³
-----	-------------------

7. Contenido de aire

Tabla 11.2.1	
Contenido de aire atrapado	
Tamaño Máximo nominal	aire atrapado %
3/8"	3
1/2"	2.5
3/4"	2
1"	1.5
1 1/2"	1
2"	0.5
3"	0.3
6"	0.2

% Aire	1.5%
--------	------

8. Relacion de agua y cemento

Tabla 12.2.2		
Relacion agua/cemento por resistencia		
f'cr (28 dias)	Relacion agua-cemento de diseño en peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
150	0.8	0.71
200	0.7	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.4
400	0.43	
450	0.38	

200	0.7
210	x
250	0.62

relacion agua y cemento

0.68

9. Factor cemento

El factor cemento se determina dividiendo el volumen unitario de agua entre la relacion agua / cemento

$$\text{factor cemento} = \frac{\text{volumen unitario del agua}}{\text{relacion de agua-cemento}}$$

$$\text{factor cemento} = \frac{197}{0.68} = 289.71 \quad \text{kg/m}^3 = \frac{289.71}{42.5} = 6.82 \text{ bolsas/m}^3$$

10. Contenido de agregado grueso

Para determinar el contenido de agregado grueso, empleado el metodo del comité 211 del ACI. Se debe entrar a la Tabla 16.2.2.

tabla 16.2.2				
peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto				
tamaño máximo nominal del agregado grueso	volumen de agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen del concreto, para diversos modulos de fineza del fino			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	0.5	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.6
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.75	0.73	0.71	0.69
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.82	0.8	0.78	0.76
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

contenido de agregado grueso = 0.69

$$\text{peso del agregado grueso} = 0.69 \times 1488 = 1026.72\text{kg}$$

11. Cálculo de volúmenes absolutos

conocido los pesos del cemento, agua y agregado. Así como el volumen de aire, se produce a calcular la suma de los volúmenes absolutos de estos materiales:

Volumen absoluto de

$$\text{Cemento} = \frac{289.71}{3.40 \times 1000} = 0.085 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua} = \frac{197.0}{1 \times 1000} = 0.197 \text{ m}^3$$

$$\text{Aire} = 1.5\% = 0.015 \text{ m}^3$$

$$\text{Agregado grueso} = \frac{1026.72}{2650} = 0.387 \text{ m}^3$$

$$\text{SUMA} = 0.684 \text{ m}^3$$

12. Contenido de agregado fino

$$\text{Volumen absoluto del agregado fino} = 1 - 0.684 = 0.316 \text{ m}^3$$

$$\text{Peso del agregado fino} = 0.316 \times 2650 = 837.400 \text{ kg}$$

13. Valores de diseño

$$\text{Cemento} = 289.71 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agua} = 197 \text{ lt/m}^3$$

$$\text{Agregado grueso} = 1026.720 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agregado fino} = 837.400 \text{ kg/m}^3$$

14. Corrección por humedad de los agregados

$$\text{Agregado fino} = 837.4 \times (1 + 5.20/100) = 880.945 \text{ kg}$$

$$\text{Agregado grueso} = 1026.72 \times (1 + 0.45/100) = 1031.340 \text{ kg}$$

15. Aporte de agua a la mezcla

$$\text{Agregado fino} = \frac{(5.20 - 1.40) \times 880.945}{100} = 33.48 \text{ lt}$$

$$\text{Agregado grueso} = \frac{(0.45 - 0.61) \times 1031.340}{100} = 1.65 \text{ lt}$$

$$\text{SUMA} = 31.35 \text{ lt}$$

16. Agua efectiva

$$\text{Agua} = 197 - 31.35 = 165.65 \text{ lt}$$

17. Proporciónamiento del diseño

Cemento	=	289.710 kg/m ³
Agua	=	165.650 lt/m ³
Agregado grueso	=	1031.340 kg/m ³
Agregado fino	=	880.945 kg/m ³

18. Proporción en peso

Relacion agua/cemento de diseño = $197/289.710 = 0.68$

Relacion agua/cemento efectivo = $165.650/289.710 = 0.57$

$289.710/289.710 + 837.400/289.710 + 1026.720/289.710 = 1 : 2.89 : 3.54$

$289.710/289.710 + 880.945/289.710 + 1031.340/289.710 = 1 : 3.04 : 3.60$

1 : 2.89 : 3.54 / 28.89 lt / bolsa (en peso seco)

1 : 3.04 : 3.60 / 24.23 lt / bolsa

19. Peso por tanda de una bolsa

Cemento	=	1 x 42.5 =	42.5 kg/bolsa
Agua	=		24.234lt/bolsa
Agregado grueso	=	3.60 x 42.5 =	153.000kg/bolsa
Agregado fino	=	3.04 x 42.5 =	129.200kg/bolsa

DOSIFICACION DE MATERIAL PARA 9 MOLDES

Medida del molde	}	diametro:	15cm	volumen del molde =	5301,437 cm ³
		altura:	30cm	más el 10% del volumen =	63617,244 cm ³
para		1m ³	➡	2367.645 kg	
para		0.006362 m ³	➡	15.000 kg	➡ 15 kg

CANTIDAD DE MOLDES	1m ³	1	3	6	9
PORCENTAJES		2%	2%	2%	2%
CEMENTO	289.710 kg/m ³	1.843 kg	5.529 kg	11.058 kg	16.587 kg
AGUA	165.650lt/m ³	1.051kg	3.153 kg	6.306kg	9.459 kg
AGREGADO GRUESO	1031.34kg/m ³	6.568 kg	19.704 kg	39.408 kg	59.112 kg
AGREGADO FINO	880.945 kg/m ³	5.600kg	16.800kg	33.600kg	50.400 kg
MADERA TORNILO		0.037kg	0.111kg	0.222kg	0.333kg
TOTAL	2367.645kg/m³	15.037 kg	45.111kg	90.222 kg	135.333kg

DISEÑO DE MEZCLA DEL CONCRETO CON ADICION DE 3%

1. Especificaciones: Agregados de "El Tarmaño"-Tacllan

METODO ACI: El método de mezcla se realizó por el método ACI ya que los agregados cumplen con las recomendaciones granulométricas ASTM C 33.

2. Materiales:

2.1. Cemento:

Tabla 5.2			
Cementos en el Perú			
Marca	Tipo	Peso Especifico	Superficie Especifica
Sol	I	3.15	3500
Atlas	IP	2.97	5000
Andino	I	3.12	3300
Andino	II	3.17	3300
Andino	V	3.15	3300
Pacasmayo	I	3.11	3100
Yura	IP	2.85	3600
Yura	IPM	3.09	3500
Rumi	IPM	3.06	3800

Portland ASTM Sol tipo I
 Peso específico= gr/cm³

2.2. Agua:

Potable de la red de servicio público de Huaraz.

2.3. Agregado Fino:

Peso específico	2.65	gr/cm ³
Absorción	1.40	%
Contenido de humedad	5.20	%
Módulo de finza	2.60	
f _c	210	kg/cm ²

2.4. Agregado Grueso:

Tamaño máximo nominal	1	pulg
Peso seco compactado	1488	kg/m ³
Peso específico	2.62	gr/cm ³
Absorción	0.61	%
Contenido de humedad	0.45	%

3. Determinación de la resistencia promedio

f _c	210
----------------	-----

tabla 7.4.3	
Resistencia a la compresión Promedia	
f _c	f _{cr}
sin factor	f _c +0
Menos de 210	f _c +70
210 a 350	f _c +84
sobre 350	f _c +98

f _{cr}	210	kg/cm ²
-----------------	-----	--------------------

4. Selección del tamaño Máximo nominal del agregado

tamaño maximo nominal	1 pulg
-----------------------	--------

5. Selecccion del asentamiento

mezclas secas	0 a 2 pulg
mezclas plásticas	3 a 4 pulg
mezclas fluida	≥5 pulg

mezcla plastica	3 a 4 pulg
-----------------	------------

6. Volumen Unitario de agua

Tabla 10.2.2						
volumen unitario de agua						
Tamaño Máximo Nominal del agregado grueso	Volumen unitario de agua, expresado en lt/m ³ , para los asentamientos y perfiles de agregado grueso indicados					
	1" a 2"		3" a 4"		6 a 7"	
	Agregado Redondeado	Agregado Angular	Agregado Redondeado	Agregado Angular	Agregado Redondeado	Agregado Angular
3/8"	185	212	201	227	230	250
1/2"	182	201	197	216	219	238
3/4"	170	189	185	204	208	227
1"	163	182	178	197	197	216
1 1/2"	155	170	170	185	185	204
2"	148	163	163	178	178	197
3"	136	151	151	167	163	182

los valores de la tabla corresponde a concreto sin aire incorporado

197	lt/m ³
-----	-------------------

7. Contenido de aire

Tabla 11.2.1	
Contenido de aire atrapado	
Tamaño Máximo nominal	aire atrapado %
3/8"	3
1/2"	2.5
3/4"	2
1"	1.5
1 1/2"	1
2"	0.5
3"	0.3
6"	0.2

% Aire	1.5%
--------	------

8. Relacion de agua y cemento

Tabla 12.2.2		
Relacion agua/cemento por resistencia		
F'cr (28 dias)	Relacion agua-cemento de diseño en peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
150	0.8	0.71
200	0.7	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.4
400	0.43	
450	0.38	

200	0.7
210	x
250	0.62

relacion agua y cemento

0.68

9. Factor cemento

El factor cemento se determina dividiendo el volumen unitario de agua entre la relacion agua / cemento

$$\text{factor cemento} = \frac{\text{volumen unitario del agua}}{\text{relacion de agua-cemento}}$$

$$\text{factor cemento} = \frac{197}{0.68} = 289.71 \quad \text{kg/m}^3 = \frac{289.71}{42.5} = 6.82 \text{ bolsas/m}^3$$

10. Contenido de agregado grueso

Para determinar el contenido de agregado grueso, empleado el metodo del comité 211 del ACI. Se debe entrar a la Tabla 16.2.2.

tabla 16.2.2				
peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto				
tamaño máximo nominal del agregado grueso	volumen de agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen del concreto, para diversos modulos de fineza del fino			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	0.5	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.6
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.75	0.73	0.71	0.69
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.82	0.8	0.78	0.76
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

contenido de agregado grueso = 0.69

$$\text{peso del agregado grueso} = 0.69 \times 1488 = 1026.72\text{kg}$$

11. Cálculo de volúmenes absolutos

conocido los pesos del cemento, agua y agregado. Así como el volumen de aire, se produce a calcular la suma de los volúmenes absolutos de estos materiales:

Volumen absoluto de

$$\begin{array}{lcl} \text{Cemento} & = & \frac{289.71}{3.52 \cdot 1000} = 0.082 \text{ m}^3 \\ \text{Agua} & = & \frac{197.0}{1 \cdot 1000} = 0.197 \text{ m}^3 \\ \text{Aire} & = & 1.5\% = 0.015 \text{ m}^3 \\ \text{Agregado grueso} & = & \frac{1026.72}{2650} = 0.387 \text{ m}^3 \\ \text{SUMA} & = & \underline{\underline{0.681 \text{ m}^3}} \end{array}$$

12. Contenido de agregado fino

$$\text{Volumen absoluto del agregado fino} = 1 - 0.681 = 0.319 \text{ m}^3$$

$$\text{Peso del agregado fino} = 0.319 \cdot 2650 = 845.350 \text{ kg}$$

13. Valores de diseño

$$\begin{array}{lcl} \text{Cemento} & = & 289.71 \text{ kg/m}^3 \\ \text{Agua} & = & 197 \text{ lt/m}^3 \\ \text{Agregado grueso} & = & 1026.720 \text{ kg/m}^3 \\ \text{Agregado fino} & = & 845.350 \text{ kg/m}^3 \end{array}$$

14. Corrección por humedad de los agregados

$$\begin{array}{lcl} \text{Agregado fino} & = & 845.35 \times (1 + 5.20/100) = 889.308 \text{ kg} \\ \text{Agregado grueso} & = & 1026.72 \times (1 + 0.45/100) = 1031.340 \text{ kg} \end{array}$$

15. Aporte de agua a la mezcla

$$\begin{array}{lcl} \text{Agregado fino} & = & \frac{(5.20 - 1.40) \cdot 889.308}{100} = 33.79 \text{ lt} \\ \text{Agregado grueso} & = & \frac{(0.45 - 0.61) \cdot 1031.340}{100} = 1.65 \text{ lt} \\ \text{SUMA} & = & \underline{\underline{32.14 \text{ lt}}} \end{array}$$

16. Agua efectiva

$$\text{Agua} = 197 - 32.14 = 164.860 \text{ lt}$$

17. Proporcionalamiento del diseño

Cemento	=	289.710 kg/m ³
Agua	=	164.860 lt/m ³
Agregado grueso	=	1031.340 kg/m ³
Agregado fino	=	889.308 kg/m ³

18. Proporción en peso

Relacion agua/cemento de diseño =	197/289.710 =	0.68
Relacion agua/cemento efectivo =	164.860/289.710 =	0.57
289.710/289.710 + 845.350/289.710 + 1026.720/289.710 =		1 : 2.92 : 3.54
289.710/289.710 + 889.308/289.710 + 1031.340/289.710 =		1 : 3.06 : 3.60
1 :	2.92 :	3.54 / 28.89 lt / bolsa (en peso seco)
1 :	3.06 :	3.60 / 24.17 lt / bolsa

19. Peso por tanda de una bolsa

Cemento	=	1 x 42.5 =	42.5 kg/bolsa
Agua	=		24.173lt/bolsa
Agregado grueso	=	3.60 x 42.5 =	153.000kg/bolsa
Agregado fino	=	3.06 x 42.5 =	130.050kg/bolsa

DOSIFICACION DE MATERIAL PARA 9 MOLDES

Medida del molde	<div style="display: inline-block; vertical-align: middle; border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black; padding: 0 5px;"> diametro: 15cm altura: 30cm </div>	volumen del molde =	5301,437 cm ³
		más el 10% del volumen =	63617,244 cm ³
para	1m ³	⇒	2275.218 kg
para	0.006362 m ³	⇒	15.000 kg ⇒ 15 kg

CANTIDAD DE MOLDES	1m ³	1	3	6	9
PORCENTAJES		3%	3%	3%	3%
CEMENTO	289.710 kg/m ³	1.843 kg	5.529 kg	11.058 kg	16.587 kg
AGUA	164.860lt/m ³	1.040kg	3.120 kg	6.240kg	9.360 kg
AGREGADO GRUESO	1031.34kg/m ³	6.568 kg	19.704 kg	39.408 kg	59.112 kg
AGREGADO FINO	889.308kg/m ³	5.650kg	16.950kg	33.900kg	50.850 kg
MADERA TORNILLO		0.055kg	0.165kg	0.330kg	0.495kg
TOTAL	2348.4kg/m³	15055 kg	45.165kg	90.330 kg	135.495kg

CANTIDAD DE MOLDES	36
CEMENTO	66.348 kg
AGUA	38.169 lt
AGREGADO GRUESO	236.448kg
AGREGADO FINO	200.232kg
MADERA TORNILLO	0.990kg
TOTAL	

1 bolsa + 23.848 kg

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION - CONCRETO PATRÓN

SOLICITA : Bach. EVARISTO ALBERTO, Franz Matheus

TESIS : RESISTENCIA DE CONCRETO $FC=210\text{KG}/\text{CM}^2$ CON ADICIÓN DE CENIZA DE VIRUTA DE MADERA-HUARAZ - 2017.

FECHA: 20/03/2018

FC : 210 kg/cm2

Nº	TESTIGO ELEMENTO	PROGRESIVA KM.	SLUMP (")	FECHA		EDAD DIAS	FC Kg/cm2	FC/F'C (%)
				MOLDEO	ROTURA			
1	PATRÓN	-	-	08/02/2018	14/02/2018	7	158,5	75,45
2	PATRÓN	-	-	08/02/2018	14/02/2018	7	154,2	73,43
3	PATRÓN	-	-	08/02/2018	14/02/2018	7	166,3	79,18
4	PATRÓN	-	-	08/02/2018	21/02/2018	14	179,7	85,58
5	PATRÓN	-	-	08/02/2018	21/02/2018	14	169,3	80,60
6	PATRÓN	-	-	08/02/2018	21/02/2018	14	184,2	87,69
7	PATRÓN	-	-	08/02/2018	07/03/2018	28	218,4	104,02
8	PATRÓN	-	-	08/02/2018	07/03/2018	28	220,8	105,12
9	PATRÓN	-	-	08/02/2018	07/03/2018	28	218,6	104,10

ESPECIFICACIONES : El ensayo responde a la norma ASTM C-39

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



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FILIAL - HUARAZ
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
ENSAYO DE MATERIALES
Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 116544
JEFE

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION - CONCRETO CON ADICION DEL 1% DE CENIZA DE VIRUTA DE MADERA TORNILLO

SOLICITA : Bach. EVARISTO ALBERTO, Franz Matheus

TESIS : RESISTENCIA DE CONCRETO FC=210KG/CM2 CON ADICIÓN DE CENIZA DE VIRUTA DE MADERA-HUARAZ - 2017.

FECHA: 20/03/2018

FC : **210 kg/cm2**

Nº	TESTIGO ELEMENTO	PROGRESIVA KM.	SLUMP (")	FECHA		EDAD DÍAS	FC Kg/cm2	FC/F'C (%)
				MOLDEO	ROTURA			
1	Experimental 1%	-	-	08/02/2018	14/02/2018	7	172,7	82,22
2	Experimental 1%	-	-	08/02/2018	14/02/2018	7	174,6	83,13
3	Experimental 1%	-	-	08/02/2018	14/02/2018	7	179,8	85,64
4	Experimental 1%	-	-	08/02/2018	21/02/2018	14	192,4	91,62
5	Experimental 1%	-	-	08/02/2018	21/02/2018	14	191,5	91,20
6	Experimental 1%	-	-	08/02/2018	21/02/2018	14	195,4	93,04
7	Experimental 1%	-	-	08/02/2018	07/03/2018	28	237,2	112,96
8	Experimental 1%	-	-	08/02/2018	07/03/2018	28	237,4	113,04
9	Experimental 1%	-	-	08/02/2018	07/03/2018	28	236,5	112,62

ESPECIFICACIONES : El ensayo responde a la norma ASTM C-39

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



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
TILIAL - HUARAZ
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
LIGEROS MATERIALES
[Signature]
Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 116544
JEFE

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION - CONCRETO CON ADICION DEL 2% DE CENIZA DE VIRUTA DE MADERA TORNILLO

SOLICITA : Bach. EVARISTO ALBERTO, Franz Matheus

TESIS : RESISTENCIA DE CONCRETO $FC=210\text{KG}/\text{CM}^2$ CON ADICIÓN DE CENIZA DE VIRUTA DE MADERA-HUARAZ - 2017.

FECHA: 20/03/2018

FC : 210 kg/cm²

Nº	TESTIGO ELEMENTO	PROGRESIVA KM.	SLUMP (")	FECHA		EDAD DIAS	FC Kg/cm ²	FC/F'C (%)
				MOLDEO	ROTURA			
1	Experimental 2%	-	-	08/02/2018	14/02/2018	7	170,7	81,28
2	Experimental 2%	-	-	08/02/2018	14/02/2018	7	166,1	79,09
3	Experimental 2%	-	-	08/02/2018	14/02/2018	7	171,8	81,79
4	Experimental 2%	-	-	08/02/2018	21/02/2018	14	186,4	88,76
5	Experimental 2%	-	-	08/02/2018	21/02/2018	14	186,0	88,55
6	Experimental 2%	-	-	08/02/2018	21/02/2018	14	189,7	90,35
7	Experimental 2%	-	-	08/02/2018	07/03/2018	28	232,2	110,57
8	Experimental 2%	-	-	08/02/2018	07/03/2018	28	231,6	110,27
9	Experimental 2%	-	-	08/02/2018	07/03/2018	28	232,0	110,48

ESPECIFICACIONES : El ensayo responde a la norma ASTM C-39

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



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FILIAL - HUARAZ
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
ENSAYO DE MATERIALES

Elizabeth Maza Ambrosio
Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 116544
JEFE



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION - CONCRETO CON ADICION DEL 3% DE CENIZA DE VIRUTA DE MADERA TORNILLO

SOLICITA : Bach. EVARISTO ALBERTO, Franz Matheus

TESIS : RESISTENCIA DE CONCRETO FC=210KG/CM2 CON ADICIÓN DE CENIZA DE VIRUTA DE MADERA-HUARAZ - 2017.

FECHA: 20/03/2018

FC : 210 kg/cm2

Nº	TESTIGO ELEMENTO	PROGRESIVA KM.	SLUMP (")	FECHA		EDAD DIAS	FC Kg/cm2	FC/F' C (%)
				MOLDEO	ROTURA			
1	Experimental 3%	-	-	08/02/2018	14/02/2018	7	163,9	78,04
2	Experimental 3%	-	-	08/02/2018	14/02/2018	7	163,6	77,91
3	Experimental 3%	-	-	08/02/2018	14/02/2018	7	163,6	77,90
4	Experimental 3%	-	-	08/02/2018	21/02/2018	14	179,8	85,63
5	Experimental 3%	-	-	08/02/2018	21/02/2018	14	181,0	86,19
6	Experimental 3%	-	-	08/02/2018	21/02/2018	14	180,1	85,76
7	Experimental 3%	-	-	08/02/2018	07/03/2018	28	221,4	105,44
8	Experimental 3%	-	-	08/02/2018	07/03/2018	28	223,7	106,55
9	Experimental 3%	-	-	08/02/2018	07/03/2018	28	223,9	106,63

ESPECIFICACIONES : El ensayo responde a la norma ASTM C-39

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


 UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FILIAL - HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
 MATERIALES
 Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 CIP: 116544
 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: Esp. Aguirre y Espinar - Telf.: (043) 345899 - www.usapedro.edu.pe - facebook/Universidad San Pedro