

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**Resistencia del concreto $f'c$ 210kg/cm² con cenizas de
carbon vegetal**

Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil

Autor

Ventura Obregon, Eder Yovani

Asesor

Solar Jara, Miguel

Huaraz – Perú

2018

PALABRAS CLAVE:

Tema	Resistencia de Concreto
Especialidad	Tecnología del Concreto

KEY WORDS:

Topic	Concrete Resistance
Specialty	Concrete Technology

LINEA DE INVESTIGACIÓN:

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

RESISTENCIA DEL CONCRETO F´C 210KG/CM² CON CENIZAS
DE CARBON VEGETAL

RESUMEN

La tesis, titulada “RESISTENCIA DEL CONCRETO F’C 210KG/CM2 CON CENIZAS DE CARBON VEGETAL” fue elaborada para la obtención del título profesional de ingeniero civil.

El objetivo de esta investigación fue para determinar los efectos que tendría la resistencia a la compresión de un concreto f’c 210kg/cm² cuando se sustituyó el cemento por las cenizas de carbón vegetal en 5, 10 y 15%

La investigación fue 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 5%, 9 para 10%, 9 para 15% de cenizas de carbón vegetal. La técnica que se utilizó 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 fueron 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.

Se esperaba que la sustitución del cemento en los porcentajes de 5, 10 y 15% por la ceniza de carbón vegetal mejoraría la resistencia a la compresión de un concreto f’c = 210 kg/cm².

ABSTRACT

The thesis, entitled "RESISTANCE OF THE CONCRETE F'C 210KG / CM2 WITH ASHES OF CARBON VEGETABLE" was elaborated for the obtaining of the professional title of civil engineer.

The objective of this investigation was to determine the effects that would have the resistance to the compression of a concrete f'c 210kg / cm² when the cement was replaced by charcoal ashes in 5, 10 and 15%

The investigation was applied and explanatory, it is of quantitative approach and of experimental design in complete block at random. The sample was of 36 samples: 9 for 0%, 9 for 5%, 9 for 10%, 9 for 15% of charcoal ash. The technique that was used was the observation and as an instrument of data recording there was an observation guide and technical sheets of the laboratory of soil mechanics and materials testing. The data was processed with the Excel and SPSS programs. The analysis was carried out with tables, graphs, percentages, averages, variances, coefficient of variation and a hypothesis test.

It was expected that the replacement of the cement in the percentages of 5, 10 and 15% by charcoal ash would improve the compressive strength of a concrete f'c = 210 kg / cm²

INDICE GENERAL

PALABRAS CLAVE:	i
TITULO.....	ii
RESUMEN	iii
ABSTRACT	iv
INTRODUCCION	1
METODOLOGIA.....	36
RESULTADOS.....	39
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN.....	51
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	57
AGRADECIMIENTO	59
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	62
ANEXO Y APÉNDICES	64

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Componentes químicos	14
Tabla 2. Requisitos para agua de mezcla-NTP 339.088	29
Tabla 3. Resistencia promedio del concreto	30
Tabla 4. Variable Dependiente:	34
Tabla 5. Variable independiente:	35
Tabla 6. Diseño en bloque completo al azar	36
Tabla 7. Técnicas e instrumentos de investigación	37
Tabla 8. Pesos corregidos por humedad	40
Tabla 9. Volumen del cilindro	40
Tabla 10. Materiales a utilizar para 36 probetas.....	40
Tabla 11. Molde de las probetas	41
Tabla 12. Cantidad de materiales para concreto patrón.....	41
Tabla 13. Cantidad de materiales para sustitución del cemento 5%	42
Tabla 14. Cantidad de materiales para sustitución del cemento 10%	43
Tabla 15. Cantidad de materiales para sustitución del cemento 15%	44
Tabla 16. Valores de resistencia a la compresión según la edad	45
Tabla 17. Resistencia de compresión para 7 días de curado	46
Tabla 18. Resistencia de compresión para 14 días de curado	46
Tabla 19. Resistencia de compresión para 28 días de curado	47
Tabla 20. Resistencia de compresión promedio de las muestras	48
Tabla 21. Datos estadísticos (SPPS)	49
Tabla 22. Resultados de consistencia del concreto $f^c = 210 \text{ kg/cm}^2$	50
Tabla 23. Cemento Portland	51
Tabla 24. Carbón vegetal	51
Tabla 25. Análisis de reacción química (PH)	53
Tabla 26. Rotura a los 7 días.....	53
Tabla 27. Rotura a los 14 días	54
Tabla 28. Rotura a los 28 días	55

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Prueba de Slump.....	6
Figura 2. Resistencia a la compresión.....	9
Figura 3. Ensayo de Tracción por compresión longitudinal.....	10
Figura 4. Agregado Fino.....	19
Figura 5. Límites permisibles.....	22
Figura 6. Agregado Grueso.....	24
Figura 7. Parámetros del agregado grueso.....	28
Figura 8. proceso de producción del carbón vegetal.....	34
Figura 9. Porcentaje con 5% de carbón vegetal.....	42
Figura 10. Porcentaje con 10% de carbón vegetal.....	43
Figura 11. Porcentaje con 15% de carbón vegetal.....	44
Figura 12. Curvas de la resistencia de las probetas.....	48
Figura 13. Asentamiento del concreto.....	50
Figura 14. Composición química del carbón.....	52
Figura 15. Rotura a los 7 días.....	54
Figura 16. Rotura a los 14 días.....	55
Figura 17. Rotura a los 28 días.....	56

INTRODUCCION

El objetivo de esta investigación es determinar los efectos que tendrá la resistencia a la compresión de un concreto $f'c$ 210kg/cm² cuando se sustituye el cemento por las cenizas de carbón vegetal en 5, 10 y 15%.

Es una investigación aplicada y explicativa, es de enfoque cuantitativo y de diseño experimental en bloque completo al azar. La muestra será de 36 probetas: 9 para 0%, 9 para 5%, 9 para 10%, 9 para 15% de cenizas de carbón vegetal. La técnica utilizada será la observación y como instrumento de registro de datos se contará con una guía de observación y fichas técnicas del laboratorio de mecánica de suelos y ensayo de materiales. Los datos serán procesados con los programas Excel y SPSS. El análisis se realizará con tablas, gráficos, porcentajes, promedios, varianzas, coeficiente de variación y una prueba de hipótesis

La técnica será la observación y como instrumentos tendremos las fichas técnicas de laboratorio de mecánica de suelos y ensayos de materiales. El proceso de los datos se realizará con los programas Excel y SPSS. Para el análisis de los datos se elaborará tablas, gráficos, porcentajes, medias, varianzas y pruebas de hipótesis

Antecedentes

Águila y Sosa (2008). En su tesis titulada “Evaluación físico químico de cenizas de cascarilla de arroz, bagazo de caña y hoja de maíz y su influencia en mezclas de mortero, como materiales puzolánicos” concluyó que el porcentaje de sílice en la ceniza uno de los elementos principales para una puzolana de buena calidad se pudo apreciar que en este sentido la cascarilla de arroz es el material de mayor potencialidad. En este caso se logró una ceniza con poco más de 80 % de sílice en su composición, en tanto que la ceniza de hoja de maíz presentó cerca de un 48 % de sílice, que si bien no muy alto, es un valor aceptable. La ceniza de bagazo de caña resultó menos efectiva en este sentido con un poco más del 36 % de sílice en su composición.

María, Guerrero, B. (1984), indica que, las cenizas volantes en el hormigón han sido estudiados en numerosas investigaciones, sea como reemplazo de parte del cemento portland, sea simplemente como adición en el hormigón en estudios, se ha comprobado que cuando se emplean las cenizas volantes en porcentaje de 10 a 30 % de reemplazo, el agua necesaria para mezclado por unidad de volumen del hormigón generalmente no aumenta y a veces puede ser reducida; que la resistencia en las primeras edades, hasta los 28 días disminuye, pero en edades posteriores puede ser igual o mayor que el hormigón normal.

Molina, Moragues, G. (2008), indica que, las puzolanas pueden contribuir a mejorar las características del hormigón. Entre estas se destaca el refinamiento de la estructura porosa del material. Además, las cenizas ofrecen un impacto positivo como sustituto parcial del cemento portland. La reducción de la dosis de cemento en las mezclas de hormigón abarata los costes del material, disminuye la contaminación asociada a la producción de cemento y ayuda a solucionar el problema de eliminación de las cenizas.

Víctor, Yepes (2012), en su tesis “Caracterización química y reactividad de la ceniza de caña común y planta de maíz, para su uso como adición puzolánica en morteros y hormigones” nos indica que, significa una reducción en la huella de carbono que conlleva el proceso de fabricación del cemento portland y, por tanto, del hormigón. En Valencia las cenizas generadas por la cascarilla del arroz, en muchos países latinoamericanos los residuos procedentes de la planta de maíz o los de la caña común procedentes de la limpieza de márgenes, cauces de río y acequias de riego, suponen ejemplos donde el aprovechamiento pueden ser una buena fuente de adiciones puzolánicas. Esto servirá de punto de partida para la utilización de la ceniza de maíz y de la caña común como sustitutos de una parte del cemento en morteros, si bien los resultados son prometedores, aún faltan futuras investigaciones que expliquen la influencia de la calidad del terreno y elaboración de más pruebas en dosificaciones.

Justificación de la investigación

Esta investigación contribuye con la determinación de la resistencia a la compresión de un concreto en el cual el cemento ha sido sustituido parcialmente en los porcentajes de 5, 10 y 15 % con las cenizas de carbón vegetal. Se justifica económicamente debido a que permite bajar los costos del cemento por carbón que es más barato, este diseño de concreto se puede utilizar en la construcción de viviendas del tipo económico para poblaciones de bajos recursos económicos, para obras que generen menos gastos de construcción.

La investigación se justifica metodológicamente porque se va alcanzaron las fases de diseño de concreto con sustitución al 5%, 10% y 15% de cemento por cenizas de carbono vegetal.

Se justifica socialmente debido a que la población dentro del contexto, especialmente población de escasos recursos podrá aplicar este diseño en los procesos constructivos de viviendas, veredas, losas deportivas, se justifica ambientalmente en la medida de que se propone una nueva opción empleando las cenizas del carbón vegetal como sustituto en reemplazo de un porcentaje del cemento.

Problema

La resistencia del concreto es una variable muy importante en las construcciones con concreto, lo es a nivel internacional, nacional y local. Sin embargo, el hombre siempre ha buscado nuevos diseños de concreto sustituyendo algunos de sus elementos con otros elementos con la finalidad de minimizar los costos o buscar cambios en la resistencia de compresión del concreto.

En la presente investigación se busca utilizar los desechos del carbón vegetales son agentes contaminantes ya que cumplen su ciclo de vida y se desechan ocupando un gran espacio y provocan un gran impacto al medio ambiente. La ingeniería civil ha analizado los materiales de construcción y ha desarrollado tecnologías sobre su aplicación en los procesos constructivos, lo inició desde de la segunda mitad del siglo

XX. Los países en vías de desarrollo buscan de acuerdo con sus niveles de tecnología y la realización de grandes esfuerzos para desarrollar tecnologías que les permitan aprovechar los recursos naturales que disponen naturalmente y utilizar de esta manera sus propios materiales de construcción, especialmente con aglomerantes puzolánicos (“la ceniza”) como sustituto en el concreto representa una alternativa de desarrollo para estos países, y nuestra región y porque no decirlo nuestra ciudad.

Actualmente, en nuestra región el carbón es una material natural que abunda, existen varias empresas mineras dedicadas a este rubro, en ese sentido este material puede ser utilizado con la finalidad de economizar materiales en los costos de materiales, la idea es sustituirlos por cemento en porcentajes en peso, he ahí donde el presente estudio se fundamenta en la sustitución de este material y determinar las fuerzas de compresión de cada diseño de concreto con los porcentajes de sustitución de cemento por carbón.

Por estos motivos se dispondrá a elaborar un concreto utilizando la ceniza de carbón vegetal como sustitución parcial del cemento en un concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$. El

concreto tendrá en su composición la sustitución parcial del cemento por la ceniza de carbón vegetal con lo cual se busca comprobar los efectos al sustituir el cemento. Se espera obtener una resistencia mayor o igual en la compresión del concreto patrón.

Por lo expuesto nos planteamos el siguiente problema de investigación ¿Cuál es la resistencia a la compresión de un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ cuando se reemplaza un 5%, 10% y 15% del peso del cemento por la ceniza del carbón vegetal?

TECNOLOGÍA DEL CONCRETO

El concreto se manifiesta con un comportamiento viscoso debido a la pasta de cemento y agua, adopta una conducta elástica, esta propiedad elástica se debe a la conformación de los agregados, muestra un comportamiento casi elástico.

En una mezcla de concreto los agregados están en contacto y rodeados entre ellos por una mezcla de cemento. De esta mezcla resulta un compuesto o agregado reconocido como material heterogéneo, cuya estructura se caracteriza por presentar un comportamiento inelástico; en donde se percibe deformaciones en la etapa viscosa,

pero que cambian con el tiempo y las condiciones de curado, creando tensiones internas considerables.

Por otro lado, en los problemas de diseño y de construcción, característicos en los agregados, piedras usadas en construcción, problemas de naturaleza mecánica según las formas y las masas de los elementos, se suman en las construcciones de concreto muchos otros factores, elementos que deben ser reconocidos y tomados en cuenta por el Ingeniero, que interviene directamente en su fabricación desde una primera instancia.

Es en ese sentido que se debe estudiar el tipo y calidad de los áridos o agregados, los problemas que se pueden presentar en el fraguado y el endurecimiento del aglomerante, la dosificación de los elementos del concreto, su diseño, fabricación y puesta en obra, su comportamiento bajo la acción de las cargas y de los agentes destructivos (Gonzales, 1962).

CONCRETO

El concreto es conceptuado como la mezcla de cemento, arena gruesa, piedra y agua, que se endurece conforme avanza la reacción química del agua con el cemento, todo ello en función del tiempo. La cantidad de cada material en la mezcla depende de la resistencia que se indique en los planos de estructuras o en el diseño propuesto. Se debe tener en cuenta que es una constante que siempre la resistencia de las columnas y de los techos debe ser superior a la resistencia de cimientos y falsos pisos. Después del vaciado del concreto, surge la necesidad de garantizar que el cemento reaccione químicamente y desarrolle su resistencia, desarrollo que le toma principalmente durante los 7 primeros días, en este tiempo es de vital importancia mantenerlo húmedo, proceso se le conoce en el mundo de la construcción como curado del concreto.

CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO

PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO

El concreto está en estado fresco cuando es plástico y moldeable, en esta fase el concreto aún no ha logrado alcanzar su fragua inicial, ni endurecimiento y adopta la forma del encofrado.

TRABAJABILIDAD

Esta propiedad es muy importante para el ingeniero que el concreto lo tenga, ya que permite la facilidad con la cual puedan mezclarse los ingredientes y la mezcla resultante pueda manejarse, transportarse y colocarse con poca pérdida de la homogeneidad. El concreto trabajable incrementa la productividad por la facilidad de ser trabajado.



Figura 1. Prueba de Slump

Fuente: control de calidad del concreto

La trabajabilidad se mide con la Prueba del Slump. El primer paso consiste en sacar una muestra de concreto de una población de concreto la cual puede ser una determinada maza de mezcla. El segundo paso consiste en que la muestra obtenida se llena al cono mediante tres capas y se chucea con la varilla, 25 veces cada una. Inmediatamente después se nivela el cono, se levanta verticalmente y se le coloca al lado del concreto. La tercera fase consiste en medir la altura entre el cono y el concreto, colocando la varilla horizontalmente sobre el cono.

SEGREGACIÓN

Consiste en segregar a los agregados gruesos que son más pesados, tal como la piedra chancada del concreto, esto se hace con la finalidad de evitar mezclas de mala calidad. Esto se produce, por ejemplo, cuando se traslada el concreto en buggy por un camino accidentado y de largo recorrido, debido a eso la piedra se segrega,

es decir, se asienta en el fondo del buggy, lo cual evita una mezcla uniforme.

EXUDACIÓN

La exudación consiste en el agua del concreto sale a la superficie del concreto, sin embargo, es necesario que el proceso de exudación sea controlado adecuadamente para evitar que la superficie del concreto se debilite por sobre-concentración de agua. Cuando se excede el tiempo de vibrado se permite que en la superficie se acumule una cantidad de agua mayor a la que normalmente debería exudar.

CONTRACCIÓN

El concreto se contrae o pierde volumen cuando pierde agua por evaporación, causada por las variaciones de humedad y temperatura del medio ambiente. Si no se controla adecuadamente la contracción del concreto, se puede producir problemas de fisuración.

Un método de reducción de la pérdida de volumen del concreto o contracción es llevando a cabo un proceso adecuado del curado del concreto.

PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO

Las propiedades del concreto en su estado endurecido son de vital importancia, estas características demuestran el comportamiento futuro del concreto, estos datos del concreto en estado endurecido alcanzan indicadores sobre el soporte de las cargas para las cuales se ha diseñado, sin embargo, siempre se deben tener en cuenta las características del concreto en estado plástico. La resistencia es considerada como una de las más importantes propiedades del concreto endurecido, siendo la que generalmente se emplea para la aceptación o rechazo del mismo.

ELASTICIDAD

Es la característica del concreto en donde se demuestra la capacidad de comportarse elásticamente dentro de ciertos límites. La elasticidad es la propiedad del concreto de que cuando dicho concreto es deformado, éste puede regresar a su forma original.

DURABILIDAD

El concreto debe tener la capacidad de durar en el tiempo, de ser capaz de resistir la intemperie, las acciones del contexto, la acción de productos químicos y los desgastes debido al uso, a los cuales estará sometido en el servicio.

IMPERMEABILIDAD

Es concreto es impermeable cuando tiene la capacidad de no dejar ingresar el agua a través de sus estructuras, es importante esta propiedad porque garantiza en el tiempo la resistencia del concreto.

RESISTENCIA.

Es una propiedad del concreto que, casi siempre, es motivo de preocupación. Por lo general se determina por la resistencia final de una probeta en compresión. Como el concreto suele aumentar su resistencia en un periodo largo, la resistencia a la compresión a los 28 días es la medida más común de esta propiedad. (Silva, I.2005).

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

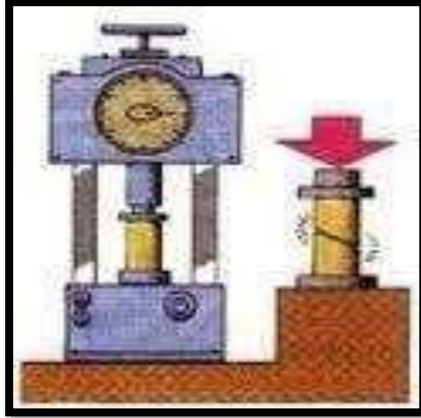
Es la capacidad de soportar cargas y esfuerzos vivos, siendo su mejor comportamiento en compresión con respecto a la tracción, debido a las propiedades adherentes de la pasta de cemento.

La resistencia a la compresión tiene relación directa con la concentración de la pasta de cemento que se acostumbra a expresar en términos de relación agua/cemento en peso considerado en el diseño.

Esta propiedad se ve afectada además por los mismos factores que influyen en las características resistentes de la pasta, como son la temperatura y el tiempo, unidos a un elemento adicional constituido por la calidad de los agregados, que complementan la estructura del concreto.

Un factor indirecto, también considerado de importancia en la resistencia a la compresión lo constituye el curado, ya que es el complemento del proceso de

hidratación, sin el cual no se llega a desarrollar completamente las características resistentes del concreto.

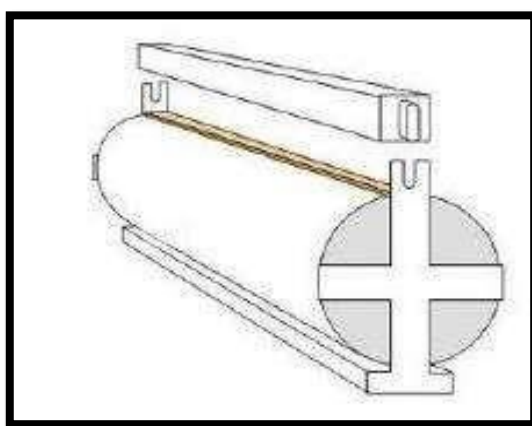


*Figura 2. Resistencia a la compresión
Fuente: libro "Tecnología del Concreto"*

RESISTENCIA A LA TRACCIÓN

Resistencia a la tracción (UTS), es también conocido como resistencia a la rotura del concreto, es la resistencia del concreto a ser estirado de manera que la longitud aumenta y disminuye las secciones transversales, es la cantidad de estrés que el material es capaz de soportar, es lo contrario de resistencia a la compresión y los valores pueden ser muy diferentes.

La resistencia la tracción por compresión consiste en aplicar una carga de compresión a una probeta cilíndrica. En esta posición, el contacto entre los cabezales de la prensa y la probeta se produce a lo largo de dos generatrices, que corresponden a la intersección de un plano diametral vertical, con la superficie lateral de la probeta.



*Figura 3. Ensayo de Tracción por compresión longitudinal
Fuente: libro "Tecnología del Concreto"*

MATERIALES PARA LA ELABORACIÓN DEL CONCRETO CON SUSTITUCIÓN DEL CEMENTO POR CARBÓN VEGETAL

El concreto está constituido por una mezcla, en proporciones definidas por el diseño, generalmente está compuesto por:

- ✓ Cemento
- ✓ Agregado Fino
- ✓ Agregado Grueso
- ✓ Agua

CEMENTO

El cemento Portland es un aglomerante que es definido en la norma como el producto obtenido por la pulverización del Clinker Portland con la adición eventual de sulfato de calcio. El cemento Portland admite la adición de otros productos (acelerantes, retardantes), que no excedan el 1% en peso total, siempre que la norma correspondiente establezca que su inclusión no afecta las propiedades del cemento resultante. Todos los productos adicionales deberán ser pulverizados juntamente con el Clinker.

El Clinker Portland es el producto constituido en su mayor parte por Silicato de

Calcio CaO SiO₂ H₂O, obtenido por la cocción hasta fusión parcial (clinkerización) de una mezcla conveniente, proporcionada y homogenizada de materiales debidamente seleccionados.

PROPIEDADES GENERALES

- Buena resistencia al ataque químico.
- Resistencia a temperaturas elevadas.
- Resistencia inicial elevada que disminuye con el tiempo.
- Se ha de evitar el uso de armaduras. Con el tiempo aumenta porosidad.
- Uso apropiado para bajas temperaturas por ser muy exotérmico.

Está prohibido el uso de cemento aluminoso en hormigón pretensado, debido a que la vida útil de las estructuras de hormigón armado es más corta.

El fenómeno de conversión (aumento de la porosidad y caída de la resistencia) puede tardar en aparecer en condiciones de temperatura y humedad baja.

El proyectista debe considerar como valor de cálculo, no la resistencia máxima sino, el valor residual, después de la conversión, y no será mayor de 40 N/mm².

Se recomienda relaciones $A/C \leq 0,4$, alta cantidad de cemento y aumentar los recubrimientos (debido al pH más bajo).

PROPIEDADES FÍSICAS:

Finura

La finura del cemento está en función del tiempo de molido del clinker, se mide en metros cuadrados por Kg, en un cemento normal la superficie específica puede estar alrededor de 200 m²/kg. Una finura alta favorece la hidratación rápida del cemento y al mismo tiempo favorece también una generación rápida de calor. La finura en los materiales de construcción se aprecia por medio de los análisis granulométricos, que consiste en hacerlos pasar a través de tamices, cribas o zarandas, apreciando los

porcentajes en peso que atraviesan el material. El grado de finura es la de mayor importancia, porque se ha determinado que el agua no actúa sino en una profundidad de 0.1mm de los granos, y como el agua es indispensable para la cristalización o fragua, se comprende la necesidad de que el cemento posea la finura conveniente a fin de que la película de agua que rodea cada grano lo atraviese. Las especificaciones usuales prescriben que más del 78% en peso pase la malla N° 200.

Firmeza

Esta propiedad física es la que permite al aglomerante cemento de no desintegrarse después del fraguado, la cual se produce en el cemento como en cualquier otro material, por variación del volumen y en el caso especial del cemento por aumento de volumen.

El cemento va a tener la propiedad física de firmeza durante y después del proceso de fraguado, no aumenta de volumen. Esta propiedad física es comprobada en los laboratorios cuando se ha tratado tortas de pasta normal, que después se seca al vapor y se analizan y perciben si el concreto presentan fisuras, fracturas de contracción, distorsiones, desintegraciones, etc.

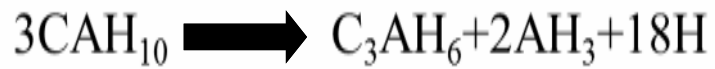
Peso Específico: El cemento tiene un peso específico superior a 3.10.

Fraguado: El tiempo normal es de 2 a 3 horas. Similar al del cemento Portland.

Endurecimiento: Este proceso físico químico se realiza muy rápido. En 6-7 horas tiene el 80 % de la resistencia.

Estabilidad de volumen: No es expansivo. Calor de hidratación: Muy exotérmico. Desprende rápidamente una gran cantidad de calor, es un proceso de enfriamiento. Es muy resistente a los sulfatos, tiene muy buena durabilidad y resistente a compuestos ácidos presenta buenas propiedades refractarias, soporta entre 1500 a 1600 °C manteniendo resistencias sus propiedades físicas.

Cuando se les expone a condiciones de alta temperatura y alta humedad sufre una alteración en su composición química:



en este caso pierde aproximadamente 18 moléculas de agua y deja poros al evaporarse mediante el proceso de exudación, en consecuencia, pierde toda resistencia (Pasa de un cristal hexagonal a uno cúbico)

Con el proceso de curado se debe tener mucho cuidado por lo menos durante un día.

COMPONENTES QUÍMICOS:

Está compuesto de Silicato tricalcico, compuesto químico que le asigna su resistencia inicial e influye directamente en el calor de hidratación.

Silicato dicalcico, este compuesto químico define la resistencia a largo plazo y no tiene mucha influencia en el calor de hidratación.

Aluminato tricalcico, compuesto catalizador en la reacción de los silicatos y ocasiona un fraguado rápido. Con la finalidad de retrasar este fenómeno suele añadirse este compuesto durante el proceso de fabricación del cemento.

Aluminio- ferrito tetracalcico, este compuesto químico influye en la rapidez o velocidad de hidratación, así como en el calor de hidratación.

Componentes menores: En menor cuantía aparecen oxido de magnesio, potasio, sodio, manganeso y titanio.

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

Tabla 1.COMPONENTES QUIMICOS

%	COMPONENTE QUÍMICO	PROCEDENCIA USUAL
	Oxido de calcio (CaO)	Rocas Calizas
	Oxido de Sílice (SiO ₂)	Areniscas
	Oxido de Aluminio (Al ₂ O ₃)	Arcillas
	Oxido de Hierro (Fe ₂ O ₃)	Arcillas, Mineral de Hierro, pirita
5% <	Oxido de Magnesio, Sodio, potasio, titanio, azufre, fósforo Y magnesio	Minerales Varios

Fuente: Libro "tecnología del concreto"

Tipos de Cementos:

Cemento Portland Tipo I

Cemento de uso general, es un aglomerante tiene todas las propiedades fisicoquímicas de tal manera que no se requiere propiedades especiales. Se aplica en el diseño de concreto la cual no va a estar sujeto al ataque de factores específicos como los sulfatos del suelo o del agua, o a elevaciones perjudiciales de temperatura, debido al calor generado por la hidratación.

Cemento Portland Tipo II

Este tipo de cemento se utiliza cuando se requiere en el proceso constructivo moderada resistencia a los sulfatos y moderado calor de hidratación. Este tipo de cemento genera usualmente menor calor de hidratación que el tipo I.

Cemento Portland Tipo III

Presenta un desarrollo rápido de resistencia a la compresión, a la tracción, presenta elevado calor de hidratación, son de utilidad especial en los casos en que se necesite adelantar el uso de las estructuras.

Cemento Portland Tipo IV

Este tipo de aglomerante presenta bajo calor de hidratación, se aplica donde el grado y la cantidad de calor generado se debe reducir al mínimo recomendable para concretos masivos. Adquiere resistencia de manera lenta incluso que la del cemento tipo I.

Cemento Portland Tipo V

Estos tipos de cementos son aplicados en ambientes muy agresivos por su alta resistencia a los sulfatos. Se emplea únicamente en aquellos casos en que la concentración de sulfatos es mayor de 10000 ppm, suele recomendarse su empleo siempre en cuando se aplique una adición puzolánica. La resistencia del concreto con este tipo de cemento aumenta más lentamente que en el cemento tipo I o normal.

De estos 5 tipos de cemento, en el Perú solo se fabrican los tipos I, II y V. Cuando el tipo de cemento presenta el sufijo A significa que son cementos a los que se ha añadido incorporadores de aire en su composición, manteniendo las propiedades originales.

En la norma ASTM C175 se incluyen tres tipos de cementos con pequeñas cantidades de materiales incorporadores de aire mezclados con el Clinker durante la fabricación. Estos cementos producen concretos con mayor resistencia al efecto de las heladas y a la descamación producida por las sustancias químicas aplicadas para la fusión de la nieve y el hielo. Este concreto con tiene burbujas de aire diminutas, bien distribuidas y completamente separadas. En el Perú no se fabrica este tipo de cementos.

PROCESO DE FABRICACIÓN DEL CEMENTO

El proceso de fabricación del cemento comprende cuatro fases principales bien definidos: Extracción y molienda de la materia prima, homogeneización o estandarización de la materia prima, producción del Clinker y la materia prima para la elaboración del cemento (caliza, arcilla, arena, mineral de hierro y yeso). La materia prima se extrae de canteras o minas y dependiendo de la dureza y

ubicación del material, el sistema de explotación y equipos tecnológicos utilizados varía.

Una vez extraída la materia prima es reducida a tamaños que puedan ser procesados por los molinos de crudo, viene la fase de

homogeneización la cual se realiza con procesos por vía húmeda o por vía seca, dependiendo de si se usan corrientes de aire o agua para mezclar los materiales.

En el proceso húmedo la mezcla de materia prima es bombeada a balsas de homogeneización y de allí hasta los hornos en donde se produce el Clinker a temperaturas superiores a los 1500° centígrados. En el proceso seco, la materia prima es homogeneizada en patios de materia prima con el uso de maquinarias especiales.

En el proceso seco el control químico es más eficiente y el consumo de energía es menor, ya que al no tener que eliminar el agua añadida con el objeto de mezclar los materiales, los hornos son más cortos y el Clinker requiere menos tiempo sometido a las altas temperaturas.

El Clinker obtenido, independientemente del proceso utilizado en la etapa de homogeneización, es luego molido con pequeñas cantidades de yeso para finalmente obtener cemento.

PASOS DE LA FABRICACIÓN:

- Explotación de materia prima:

La piedra caliza, materia prima fundamental en la fabricación de cemento es extraído de las canteras de piedra, y las arcillas a través de barrenación y detonación con explosivos.

Transporte de materia prima:

La materia prima es transportada a la planta de procesamiento de cemento mediante camiones o bandas.

- Trituración:

El material transportado de la cantera es llenado a las tolvas de las maquinas trituradoras para la trituración respectiva a tamaños de una o media pulgada.

- Pre-homogeneización:

En este proceso se busca obtener una mezcla proporcional de los diferentes tipos de arcilla, caliza o cualquier otro material considerado en la fabricación del tipo de cemento planificado.

- Almacenamiento de materia prima:

La materia prima transportada en función de su tipo es llevada a los silos para su respectiva dosificación para la producción de diferentes tipos de cemento.

- Molienda de materia prima:

La materia prima homogenizada es molida en el molino vertical de acero, que muele el material mediante la presión que ejercen tres rodillos cónicos al rodar sobre una mesa giratoria de molienda. Se utilizan también para esta fase molinos horizontales, en cuyo interior el material es pulverizado por medio de bolas de acero.

- Homogeneización de harina cruda:

Se realiza en los silos equipados para lograr una mezcla homogénea del material.

- Calcinación:

Es la parte central del proceso, aquí se emplean grandes hornos rotatorios en cuyo interior la temperatura pueden llegar a 1,400 °C, es aquí en donde la harina cruda se convierte en Clinker o cemento en bruto, que son pequeños módulos gris obscuro de 3 a 4 cm.

- Molienda de cemento:

El Clinker es molido a través de una maquina provista de bolas de acero, la molienda se realiza en diferentes tamaños a su paso por las dos cámaras del molino, en este proceso se adiciona yeso con la finalidad de alargar el tiempo de fraguado del cemento.

- Envase y embarque del cemento:

El cemento, ya como producto terminando, es enviado a los silos de almacenamiento; de los que se extrae por sistemas neumáticos o mecánicos, siendo transportado a donde será envasado en sacos de papel, o surtido directamente a granel. En ambos casos se puede despachar en camiones, tolvas de ferrocarril o barcos. En el caso de Perú la distribución general es por embolsado y transportado en tráiler.

NORMAS DE CEMENTO EN EL PERÚ

La responsabilidad de la normalización está a cargo del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual - INDECOPI, creado por Ley N° 25868, promulgada el 18.11.92.

La acción de normas se encuentra dentro de las atribuciones de una de las secretarías de INDECOPI, denominada Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales. El INDECOPI, como los organismos que lo antecedieron y la práctica internacional, efectúa la normalización por intermedio de comités técnicos tripartitos que congregan a especialistas de la producción, el consumo y la tecnología.

La normalización del cemento se lleva a cabo por el Comité Técnico Permanente de Normalización de Cementos y Cales, cuya gestión tiene a su cargo la Asociación de Productores de Cemento - ASOCEM quien ejerce la secretaría técnica.

Inicialmente las normas adoptadas por la industria fueron las de American Society for Testing and Materials (ASTM), consignando en el rotulado del envase la designación correspondiente.

La primera institución de normalización fue el Instituto Nacional de Normas Técnicas Industriales y Certificación - INANTIC creado por la ley de promoción industrial, Número 13270 del 31- 11-59. Entidad que aprobó una serie de normas sobre cemento. Posteriormente, este organismo fue reemplazado por el Instituto

de Investigación Tecnológica Industrial y de Normas Técnicas - ITINTEC, comprendido en la Ley General de Industrial, D.L: 18350 promulgada el 27.08-70, organismo que actualizó las normas existentes y formuló otras nuevas.

AGREGADO FINO

Es el material proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas, también reconocido como arena fina, esta materia para que sea considerado tal, debe pasar el tamiz de 3/8" (9.51mm) y es retenido en el tamiz N°200 (74um). Norma Técnica Peruana 400.011



*Figura 4. Agregado Fino
Fuente: Wikipedia*

Es un componente en el diseño de concreto y se emplea en diversos procesos constructivos en la ingeniería civil.

PROPIEDADES FÍSICAS:

El agregado fino a utilizarse en el concreto tiene que cumplir ciertos requisitos mínimos de calidad según las especificaciones técnicas de las Normas Técnicas Peruanas. La determinación de estos requisitos denominadas propiedades físicas nos permitirá obtener valores que serán utilizados para los diseños de mezclas de concreto a estudiar. Las propiedades físicas por determinar son: Peso específico, peso unitario, granulometría, módulo de finura, porcentaje de finos que pasa la malla N°200, contenido de humedad y absorción.

PESO UNITARIO (NTP 400.017)

El peso unitario del agregado es el peso que alcanza un determinado volumen unitario, el cual se expresa en kg/m³. El peso unitario depende de ciertas condiciones intrínsecas de los agregados, tales como su forma, tamaño y granulometría, así como el contenido de humedad; también depende de factores externos como el grado de compactación impuesto, el tamaño máximo del agregado en relación con el volumen del recipiente, la forma de consolidación, etc.

- **Peso unitario suelto:**

Cuando el agregado seco se coloca con cuidado en un recipiente de diámetro y profundidad prescritas, que depende del tamaño máximo del agregado hasta que desborde y después es nivelado haciendo rodar una varilla por encima. Se obtiene el peso unitario suelto multiplicando el peso neto por el factor (f) de calibración del recipiente calculado.

- **Peso unitario compactado:**

Cuando el cilindro (recipiente) se llena en tres etapas, se apisona cada tercio del volumen 25 veces con una varilla compactadora de punta redondeada de 5/8" de diámetro, y se remueve lo que sobresalga. Se obtiene el peso unitario compactado multiplicando el peso neto por el factor (f) de calibración del recipiente calculado.

PESO ESPECÍFICO (NTP 400.022)

Se denomina Peso Específico a la relación entre el peso del material, en este caso del agregado fino, y su respectivo volumen. Se diferencia del peso unitario está en que este no toma en cuenta el volumen que ocupan los vacíos del material.

El valor o dato del peso específico es necesario para realizar la dosificación de la mezcla, es útil en el diseño del concreto, y también sirve para verificar que el agregado corresponda al material de peso normal.

CONTENIDO DE HUMEDAD (NTP 400.010)

Se denomina contenido de humedad a la cantidad de agua que contiene el agregado fino. Conocer la cantidad de agua que tiene este tipo de agregado es importante porque de acuerdo a su valor (en porcentaje), la cantidad de agua en el concreto varia. El contenido de humedad se determina mediante la diferencia entre el peso del material natural y el peso del material secado en horno (24 hrs.), dividido entre el peso natural del material, todo multiplicado por 100.

PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (NTP 400.022)

Es la capacidad del agregado fino de absorber agua en contacto con él. Al igual que el contenido de humedad, esta propiedad influye en la cantidad de agua para la relación agua/cemento en el concreto. También se define como la diferencia en el peso del material superficialmente seco y el peso del material secado en horno (24 horas), todo dividido entre el peso seco y todo multiplicado por 100.

GRANULOMETRÍA (NTP 400.012)

La granulometría es la técnica de distribución de las partículas de arena. El análisis granulométrico consiste en dividir la muestra en fracciones de elementos del mismo tamaño, según la abertura de los tamices utilizados. La granulometría esta normada por normas nacionales e internacionales.

El agregado estará graduado o tamizado dentro de los límites indicados en la NTP400.012 o ASTM C136. La granulometría seleccionada será preferentemente uniforme o continua, con valores retenidos en las mallas N° 4 a N° 100 de la serie Tyler.

Se recomiendan para el agregado los siguientes límites.

Malla	Diámetros	Porcentaje que pasa %
9,52 mm	3/8"	100
4,76 mm	N° 4	95 a 100
2,36 mm	N° 8	80 a 100
1,18 mm	N° 16	50 a 85
595 micrones	N° 30	25 a 60
297 micrones	N° 50	10 a 30
149micrones	N° 100	2 a 10

Figura 5. Límites permisibles

Fuente: NTP para los ensayos de laboratorio

El porcentaje retenido en dos mallas sucesivas no excederá del 45%, el porcentaje indicado para las mallas N.º 50 y N.º 100 podrá ser reducido a 5% y 0% respectivamente. El módulo de finura no deberá ser menor de 2,3 ni mayor de 3,1 logrando mantener los límites de más o menos 0,2 del valor asumido para la selección de las proporciones de la mezcla. Se realizaron tres ensayos granulométricos con el agregado fino obteniendo un promedio de los retenidos de cada ensayo granulométrico (NTP400.012 o ASTM C136)

- Tamaño máximo (TM): Es el que corresponde al menor tamiz por el que pasa toda la muestra de agregado fino.
- Tamaño Máximo Nominal (TMN): Es el que corresponde al menor tamiz de la serie utilizada que produce el primer retenido.

MÓDULO DE FINURA

El módulo de finura se conceptúa como la suma de los porcentajes acumulados retenidos en las mallas de las series estandarizadas, dividido entre 100. Las series estandarizadas consisten en mallas, cada una es el doble del tamaño de la precedente: 100, 50, 30, 16, 8, 4, 3/8", hasta la malla de tamaño más grande según la norma NTP 400. 011. Está especificado que los valores típicos tienen un rango entre 2,3 y 3,1 donde el valor más alto indica una gradación más gruesa.

Se le reconoce como un indicador o índice aproximado que indica el tamaño promedio de las partículas de la muestra de arena fina, se usa para controlar la uniformidad de los agregados.

SUPERFICIE ESPECÍFICA

A esta variable se le considera como la suma de las áreas superficiales de las partículas del agregado por unidad de peso, para su cálculo se toman en cuenta dos hipótesis, la primera se considera que todas las partículas son esféricas y la otras consideran que el tamaño medio de las partículas que pasan por un tamiz y quedan retenidas en el otro es igual al promedio de las partículas.

Material que pasa la malla N° 200 (NTP 400.018)

De acuerdo con la NTP 400.018 el porcentaje de agregado que pasa la malla N.º 200 se calcula como la diferencia del peso de la muestra y el peso de la muestra lavada y secada dividido entre el peso de la muestra y multiplicado por cien. El procedimiento aplicado se detalla a continuación:

- ✓ Los tamices N° 16 (1,18 mm) y el N° 200 (0,075 mm) son superpuestos de manera tal el de mayor abertura quede en la parte superior.
- ✓ La muestra de ensayo es colocada en el recipiente, luego se añade la cantidad de agua para cubrirla.
- ✓ El contenido del recipiente se mueve o agita con la fuerza necesaria hasta que se logre separar completamente el polvo de las partículas gruesas hasta que quede en suspensión, luego se elimina por decantación de las aguas de lavado.
- ✓ Se hecha agua del lavado en los tamices teniendo cuidado de que no se produzca el arrastre de las partículas gruesas.
- ✓ Se repite esta operación hasta que las aguas de lavado sean limpias o claras, se reintegra a la muestra lavada todo el material retenido en los tamices y finalmente se seca la muestra a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} + 5^{\circ}\text{C}$.

AGREGADO GRUESO

El agregado grueso es material agregado que es retenido en el tamiz 4.75 mm (N°4), este material se origina en la desintegración natural o mecánica de la roca, cumple con los límites establecidos en la norma técnica peruana 400.037. Este tipo de agregado se clasifica como grava y como piedra triturada o chancada. La grava proveniente de la desintegración natural de materiales pétreos, encontrándoseles corrientemente en canteras y lechos de ríos, depositados en forma natural.



Figura 6. Agregado Grueso
Fuente: Wikipedia

Propiedades Físicas

Para que los agregados gruesos puedan ser usados tanto en diseño como en las preparaciones del concreto de alta resistencia deben de cumplir con requisitos mínimos de las Normas establecidas, esto es que proceda de rocas ígneas plutónicas de grano fino, que han enfriado en profundidad, con una dureza no menor a 7 y una resistencia en compresión no menor del doble de la resistencia que se desea alcanzar en el concreto.

Los agregados gruesos deben satisfacer los requerimientos mínimos que especifican las normas de control (ASTM-C33), siendo de vital importancia que sus propiedades físicas mantengan el margen de los límites preestablecidos en dichas normas de calidad.

PESO UNITARIO (NTP 400.017)

Es es el peso del agregado que se requiere para llenar un recipiente con un volumen unitario especificado, es decir la masa neta del agregado en el recipiente, dividida entre su volumen, expresado en Kg/m³.

Es un indicador fundamental que caracteriza al concreto, se le considera como índice de propiedades que influyen decisivamente en el empleo que se le da. El valor del peso unitario para agregados normales oscila entre 1500 y 1700 Kg/m³.

La norma NTP 400.017 reconoce dos grados: suelto y compactado.

- **Peso unitario suelto:**

El agregado seco es colocado con cuidado en un contenedor de diámetro y profundidad prescritos en el diseño, esto depende del tamaño máximo del agregado hasta que desborde y después se nivela haciendo rodar una varilla por encima. Luego se obtiene el peso unitario suelto multiplicando el peso neto por el factor (f) de calibración del recipiente calculado.

- **Peso unitario compactado:**

El contenedor es llenado en tres etapas, luego se apisona cada tercio del volumen 25 veces con una varilla compactadora de punta redondeada de 5/8" de diámetro, posteriormente se calcula el peso unitario compactado multiplicando el peso neto por el factor (f) de calibración del recipiente calculado.

MÓDULO DE FINEZA:

Se considera como un concepto teórico, el módulo de fineza es un índice que refleja el tamaño de las partículas del agregado grueso, el módulo de fineza conforme a la norma NTP 400.011 es la sumatoria de los porcentajes retenidos de la malla 1 1/2", 3/4", 3/8", N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50, N° 100. El módulo de finura o fineza del agregado grueso es útil en las mezclas de concreto y se obtiene, conforme a la norma NTP 400.011.

PESO ESPECÍFICO

Esta propiedad del agregado grueso es un indicador de la calidad del agregado; valores altos de peso específico entre 2.5 a 2.8, corresponden a agregados de buena calidad, pero los valores que están menos de 2.5 son catalogados como de mala calidad (porosos, débiles, con mayor cantidad de agua, etc.).

CONTENIDO DE HUMEDAD (NTP 400.010)

Es la cantidad de agua que se encuentra dentro del agregado grueso. Conocer el contenido de humedad como propiedad es importante debido a que su valor (en porcentaje) la cantidad de agua del concreto varía, es un indicador a tener en cuenta en el diseño de concreto.

Matemáticamente es definido como la diferencia entre el peso del material natural y el peso del material secado en horno (24 horas.), dividido entre el peso natural del material, todo multiplicado por 100.

PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (NTP 400.021)

Es la capacidad el agregado grueso de absorber agua en contacto con él. Al igual que el contenido de humedad, esta propiedad influye en la cantidad de agua para la relación a gua/cemento.

También se define como la diferencia en el peso del material superficial mente seco y el peso del material secado en horno (24 horas), todo dividido entre el peso seco y todo multiplicado por 100.

GRANULOMETRÍA (NTP 400.012)

La granulometría del agregado grueso es determinada por normas, está graduado dentro de los límites especificados en la norma NTP 400.037 o ASTM C 33. La granulometría seleccionada deberá ser preferentemente continua y deberá permitir obtener la máxima densidad del concreto con una adecuada trabajabilidad en función de las condiciones de la mezcla. La granulometría seleccionada no deberá tener más

del 5% del agregado retenido en la malla de 1 ½” y no más del 6% del agregado que pasa la malla de ¼”.

- **Tamaño máximo (TM).**

Es el que corresponde al menor tamiz por el que pasa la muestra de agregado grueso.

- **Tamaño Máximo Nominal (TMN)**

Es el que corresponde al menor tamiz de la serie utilizada que produce el primer retenido. La mayoría de los especificadores granulométricos se dan en función del tamaño máximo nominal y comúnmente se estipula de tal manera que el agregado cumpla con los siguientes requisitos.

- **Granulometría Continua.**

El agregado presenta granulometría continua si la masa de agrupados contiene todos los tamaños de gramos, desde el mayor hasta el más pequeño, si así ocurre se tiene una curva granulométrica continua.

- **Granulometría Discontinua**

El agregado presenta granulometría discontinua cuando no contiene todos los tamaños de gramos, se tiene una granulometría discontinua cuando hay ciertos tamaños de grano intermedios que faltan o que han sido reducidos o eliminados artificialmente.

N	Tamaño	Porcentaje que pasa por los tamices normalizados											#4	#8	#16		
		4"	3 1/2"	3"	2 1/2"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	2"					
AST M	Nominal																
1	3 1/2" a 1 1/2"	100	90a100		25a60		0a15		0a5								
2	2 1/2" a 1 1/2"			100	90a100	35a70	0a15		0a5								
3	2" a 1"				100	90a100	35a70	0a15		0a5							
357	2" a #4				100	95a100		35a70		10a30			0a5				
4	1 1/2" a 3/4"					100	90a100	20a55	0a15		0a5						
467	1 1/2" a #4					100	95a100		35a70		10a30	0a5					
5	1" a 1/2"						100	90a100	20a55	0a10	0a5						
56	1" a 3/8"						100	90a100	40a85	10a40	0a15	0a5					
57	1" a #4							90a100		25a60		0a10	0a5				
6	3/4" a 3/8"							100	90a100	20a55	0a15						
67	3/4" a #4							100	90a100		20a55	0a10	0a5				
7	1/2" a #4								100	90a100	40a75	0a15	0a5				
8	3/8" a #8									100	85a100	10a30	0a10	0a5			

Figura 7. Parámetros del agregado grueso
Fuente: Norma Técnica Peruana

AGUA PARA LA MEZCLA

El agua es uno de los componentes importantes a la hora de elaborar e concreto, cumple la función de hidratación del cemento y del desarrollo de sus propiedades (curado) a través de las reacciones químicas que propicia. El agua utilizada en el concreto debe cumplir con ciertos requisitos estipulados en la normatividad para llevar acabo su función en la combinación química, sin ocasionar problemas colaterales. Debe cumplir con las normas ASTM.

En la elaboración del concreto no se deben usar aguas acidas, calcáreas, minerales ya sea carbonatadas o minerales; aguas provenientes de minas, aguas que contengan residuos industriales, agua con contenido de sulfatos mayores al 1%, aguas que contengan algas, materia orgánica, humus o descargas de desagües, agua que contenga azucares o sus derivados.

Igualmente, aquellas aguas que contengan porcentajes significativos de sales de sodio o de potasio disueltas, en todos aquellos casos en que la relación álcali- agregado es posible.

Tabla 2. Requisitos para agua de mezcla-NTP 339.088

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

Fuente: NTP 339.008

DURABILIDAD DEL CONCRETO

Es la habilidad del concreto para resistir la acción del intemperismo, ataques químicos, abrasión, o cualquier otro tipo de deterioro. Algunos investigadores prefieren decir que es aquella propiedad del concreto

endurecido que define la capacidad de éste para resistir la acción del medio ambiente que lo rodea; los ataques, ya sea químicos, físicos o biológicos, a los cuales puede estar expuesto; los efectos de la abrasión, la acción del fuego y las radiaciones: la acción de la corrosión y/o cualquier otro proceso de deterioro. Comité 201 del American Concrete Institute (ACI), Indica que, el concreto es diseñado para una resistencia mínima a compresión.

Esta especificación de la resistencia puede presentar ciertas limitaciones cuando se especifica con una máxima relación agua cemento y se condiciona la cantidad de material cementante.

Se debe asegurar que los requisitos no sean mutuamente incompatibles o en algunos casos la relación agua/material cementante se convierte en las características más importante por tema de durabilidad. Por su parte (Burg., 1996) sostiene que, en algunas especificaciones puede requerirse que el concreto cumpla con ciertos requisitos de

durabilidad relacionados con congelamiento y deshielo, ataques químicos, o ataques por cloruros, casos en los que la relación agua cemento, el contenido mínimo de cemento y el uso de aditivos se convierten en pieza fundamental para el diseño de una mezcla de concreto.

Para el caso del presente estudio se requiere que el cemento debe cumplir con especificaciones de durabilidad relacionada con el frío, la humedad o agua de lluvia, el granizo, etc.

Esto nos lleva a tener presente que una mezcla perfecta o diseñada bajos los criterios de durabilidad no producirá ningún efecto si no se llevan a cabo procedimientos apropiados de colocación, compactación acabado, protección y curado. (Burg., 1996).

DISEÑO DE MEZCLA POR EL MÉTODO DEL ACI

El método ACI propone un conjunto de procedimientos estructurados en nueve pasos para el proporcionamiento de mezclas de concreto normal, incluidos el ajuste por humedad de los agregados y la corrección a las mezclas de prueba.

1. El primer paso contempla la elección del slump.

Consiste en determinar la resistencia promedio necesaria para el diseño; la cual está en función al $F'c$, la desviación estándar, el coeficiente de variación.

Tabla 3. Resistencia promedio del concreto

$F'c$	$F'CR$
MENOS DE 210	$f'c + 70$
210 – 350	$f'c + 84$
>350	$f'c + 98$

Fuente: método ACI

2. Selección del tamaño máximo del agregado, en esta fase se debe considerar la separación de los costados de la cimbra, el espesor de la losa y el espacio libre entre varillas individuales o paquetes de ellas.
3. Por razones económicas se recomienda el mayor tamaño disponible, siempre y cuando se utilice una trabajabilidad adecuada y el procedimiento de compactación permite que el concreto sea colado sin cavidades o huecos.
4. Como cuarto tener en cuenta los contenidos de agua recomendables en función del slump requerido y el tamaño máximo del agregado, considerando concreto sin y con aire incluido.
5. Como quinto paso, el ACI proporciona una tabla con los valores de la relación agua/cemento de acuerdo con la resistencia a la compresión a los 28 días que se requiera.
6. En esta fase se calcula el contenido de cemento y la cantidad de agua.
7. En esta fase aplicar el procedimiento el ACI utilizando una tabla con el volumen del agregado grueso por volumen unitario de concreto.
8. Aquí se estiman todos los componentes del concreto, excepto el agregado fino, cuya cantidad se calcula por diferencia.
9. En esta última fase se ajustan las mezclas por humedad de los agregados.

CARBON VEGETAL

Es un material combustible sólido, frágil y poroso con un alto contenido en carbono (del orden del 98 %). Se produce por calentamiento de madera y residuos vegetales, hasta temperaturas que oscilan entre 400 y 700 °C, en ausencia de aire. El poder calorífico del carbón vegetal oscila entre 29 000 y 35 000 kJ/kg, y es muy superior al de la madera, que oscila entre 12 000 y 21 000 kJ/kg.

USOS

El carbón vegetal es uno de los primeros materiales utilizados por el hombre, se tiene registros históricos de que su uso data desde el mismo momento en que se comienza a utilizar el fuego; desde que el hombre estuvo en la tierra necesitó de calor y para ello quemaron plantas. De hecho, existen pruebas de que en muchas pinturas rupestres de hace más de 15.000 años el carbón vegetal se utilizaba para marcar el contorno de las figuras de arte rupestre, se usaron como pigmento, esto es mezcla de grasa con carbono, sangre o cola de pescado.

El carbón vegetal es usado en la mayoría de los casos de sus aplicaciones como combustible, es usado en la cocina, en hornos, producción de ladrillos, el uso vario de utilidad doméstica hasta el uso industrial, especialmente en los países en vías de desarrollo. La producción de carbón vegetal tiene un importante impacto ambiental en la medida de que si no se restablece el árbol talado.

Tanto en nuestro país como en Argentina, Paraguay y otros países de habla hispana, el carbón vegetal ha sido utilizado durante siglos como combustible para diversos usos de acuerdo con las necesidades del hombre. La minería del carbón y su combustión causan, en primer lugar, deforestación, considerables problemas al medio ambiente por la tala de árboles, configurando consecuencias negativas para la salud humana y los seres vivos en general. El monóxido de carbono (CO) producto de la combustión del carbón, es un gas altamente tóxico y venenoso al mantenerlo en ambientes cerrados, de ahí la importancia de ser razonados y reflexivos en el uso del carbón.

OBTENCION

El carbón vegetal se obtiene del proceso de quemado de la madera o de árboles, recién cortada contiene un 50% de agua, aunque otras no tienen ese porcentaje, la materia seca constituida en su mayor parte por carne vegetal o celulosa, es un polímero relacionado con el azúcar en largas fibras que proveen la resistencia conocida de la madera, la cual da el soporte a los elementos de la planta. En la estructura de la

celulosa existe un sin número de sustancias que son necesarias para el mecanismo vital de la planta.

Cuando esta materia vegetal se calienta sin presencia de aire (oxígeno), primero se produce el secado (hasta los 100°C), luego a partir de los 150°C comienza la descomposición de los productos menos estables. Con el consiguiente aumento de la temperatura (hasta 400-450°C) se descompone la mayor parte de los elementos constituyentes de la madera los que escapan en forma de gases.

El proceso de calentamiento es inicialmente exotérmico (requiere de calentamiento exterior) y luego (alrededor de los 250-300 °C) se hace endotérmico es decir genera calor propio hasta completarse el proceso de carbonización el que se considera terminado cuando no se producen gases.

De este proceso de combustión o descomposición da como resultado una materia solida de color negro que es lo que se denomina carbón, y está constituido por un entramado ultra fino a manera de esponja (con poros microscópicos) de los componentes residuales de la descomposición, en su mayoría carbono amorfo y los productos no volátiles que luego serán cenizas al quemar el carbón.

En la producción industrial de carbón la fracción de gases se recupera, porque en ella hay componentes muy útiles para la industria en general. El gráfico siguiente muestra un esquema de un proceso de fabricación de carbón con la recuperación de los subproductos.

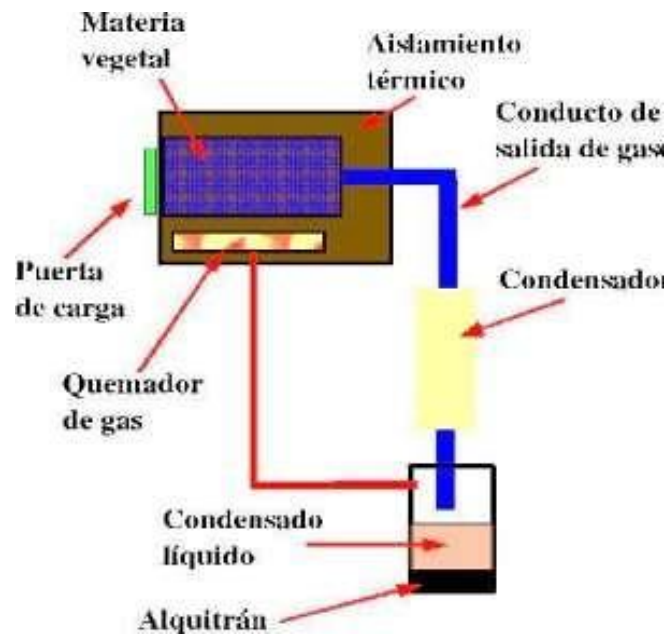


Figura 8. proceso de producción del carbón vegetal
Fuente: Wikipedia

PROCESAMIENTO PARA SU UTILIZACIÓN EN EL CONCRETO

Previamente a su combustión, el carbón fue pulverizado mediante molinos. Posteriormente, con o sin combustibles secundarios, se inyectó dentro del horno mediante una corriente de aire caliente a alta velocidad, y estando en suspensión, se quemó a una temperatura de 150 ± 200 °C, que estuvo por encima del punto de Fusión de la mayoría de los minerales presentes.

OPERACIONALIZACION DE VARIABLE:

Tabla 4. Variable Dependiente:

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADOR
Resistencia Del concreto a la compresión	Es el esfuerzo máximo que puede soportar un material bajo una carga de aplastamiento. (Juárez E. 2005).	Es el esfuerzo máximo que puede soportar una probeta bajo una carga 210Kg.	Kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5. Variable independiente:

VARIABLE	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADOR
Adición de ceniza del carbón vegetal	RESISTENCIA DEL CONCRETO F´C 210KG/CM ² CON CENIZAS DE CARBON VEGETAL.	5%,10%, 15%

Fuente: Elaboración propia

HIPOTESIS

Cuando se sustituye un 5%, 10% y 15% del cemento por ceniza de carbón vegetal, se mejoraría la resistencia a la compresión de un concreto $f'_c=210$ kg/cm²

OBJETIVOS:

OBJETIVO GENERAL

Determinar la resistencia a la compresión del concreto f'_c 210 kg/cm² cuando se sustituye un 5%, 10% y 15% del cemento por ceniza de carbón vegetal.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Activar mecánicamente y térmicamente del carbón vegetal.
- Realizar el análisis químico (difracción de rayos x) de las cenizas de carbón vegetal.
- Realizar el análisis de reacción química (PH) para el carbón y sus porcentajes.
- Elaborar diseño de mezcla para las probetas patrón y experimental de concreto f'_c 210 kg/cm² con sustitución al 0%, 5%, 10% y 15% del cemento por ceniza de carbón vegetal.
- Evaluar la resistencia en compresión de las correspondientes probetas de concreto a los 7, 14 y 28 días de curado.
- Comparar los resultados de las resistencias.

METODOLOGIA

TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:

TIPO DE INVESTIGACIÓN

Nuestro tipo de investigación fue Aplicada y explicativa, porque los resultados obtenidos servirán para la solución de problemas relacionados a la construcción, y explicativa porque se evaluaron la resistencia que se logra cuando se sustituye un porcentaje de cemento por ceniza de carbón vegetal.

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.

La investigación fue EXPERIMENTAL por que se modificaron la dosificación de cemento por un porcentaje de ceniza de carbón vegetal con la intención de ver los efectos en la resistencia de un concreto $f'c$ 210 kg/cm².

Esquema:

Tabla 6. Diseño en bloque completo al azar

Diseño en bloque completo al azar				
DIAS DE CURADO	Resistencia a la compresión del concreto con la sustitución del cemento en% por la ceniza de carbón vegetal.			
	0%	5%	10%	15%
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

POBLACIÓN Y MUESTRA

- Para esta investigación se tuvo como población de estudio al conjunto de probetas de diseño de concreto según el estándar de construcción establecido $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.
- La muestra estuvo constituida por 36 probetas de concreto con un diseño de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. 9 probetas para 0% de ceniza, 9 probetas para 5% de ceniza, 9 probetas para 10% y 9 probetas para 15% de ceniza. (Según Reglamento Nacional de Edificaciones, 2007).

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

- La piedra de 3/4 y arena para el diseño de probetas se compró en las canteras de Tacllán Huaraz.
- El material fue llevado en sacos de polietileno al laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad San Pedro

TECNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACION

Tabla 7. Técnicas e instrumentos de investigación

Técnicas de Recolección de Información	Instrumento
La Observación	Ficha de observación del Laboratorio de Mecánica de suelo y ensayo de materiales (ver anexo)

Fuente: Elaboración propia

RECOLECCIÓN, PROCESO Y ANALISIS

Para la recolección de Datos se realizaron los siguientes pasos:

- Se adquirieron los materiales de las canteras: Tacllan para la grava de $\frac{3}{4}$ " y la Cantera de Pariahuanca para la arena
- Se solicitaron y Coordinaron el acceso a Laboratorio de Mecánica de Suelos.
- Se recolectaron el material para poder hacer los ensayos respectivos.
- Luego se empezó hacer los ensayos de las características de los agregados como: granulometría, peso unitario, peso compactado, absorción- gravedad específica, y contenido de humedad.
- Se utilizó un registro de apuntes, mediante fotografía, videos y fichas de registro para ver el desarrollo de nuestras probetas en sus diferentes días de análisis.
- Se Calcularon del diseño de mezcla con los datos obtenidos de las características de los agregados, con el fin de elaborar las probetas patrón (concreto convencional).
- Se realizaron ensayos al concreto en estado fresco: asentamiento (Slump), Exudación, Peso unitario, Contenido de aire, y temperatura.
- Se procedieron a la calcinación del carbón vegetal.
- Se calcularon la dosificación con las cenizas del carbón.
- Se realizaron el uso del carbón vegetal en sustitución al cemento tipo I, al (5%, 10 y 15%).
- Luego de realizar dichos ensayos se procedió a colocarlos en cilindros con agua para el respectivo curado de las probetas.
- Se hizo los Ensayos de concreto en estado fresco y endurecido con todas las proporciones de las cenizas de carbón vegetal al cemento tipo I, al (5%, 10% y 15%). De manera similar al Concreto patrón.
- Los datos fueron procesados con los programas Excel y SPSS.
- El análisis de los datos se realizó con tablas, gráficos, porcentajes, promedios, varianzas y una prueba de hipótesis.

RESULTADOS

Resultado de los ensayos realizados de los materiales del ag. grueso, del ag. fino y carbón vegetal.

I. Materiales

a) Cemento portland

Tipo	Sol
Peso	específico 3.11

b) Agua

Tipo	Potable
------	---------

c) Agregado fino

Peso específico de masa	2.62
Peso unitario seco suelto	1180 kg/m ³
Peso unitario seco compactado	1400 kg/m ³
Contenido de humedad	1.28 %
Absorción	5.67 %
Módulo de fineza	2.71

d) Agregado grueso

Tamaño máximo nominal	1"
Peso específico de masa	2.67
Peso unitario seco suelto	1390 Kg/m ³
Peso unitario seco compactado	1490 Kg/m ³
Contenido de humedad	0.73 %
Absorción	0.16 %
Módulo de fineza	7.24

DISEÑO DE MEZCLA CONCRETO $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

Después de realizar el cálculo para el diseño de mezcla tenemos: (ver anexo 3)

DISEÑO DE CONCRETO $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

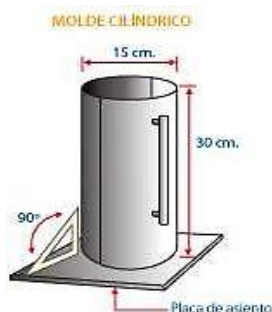
TESIS: RESISTENCIA DEL CONCRETO $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ CON CENIZAS DE CARBON VEGETAL
CANTERA: PARIAHUANCA
MATERIAL: Agregado grueso y fino
FECHA: 23/05/2016

Tabla 8. Pesos corregidos por humedad

MATERIALES	PROPORCIONES FINALES	UNIDADES
CEMENTO	282.16	Kg/m ³
AGUA DE MEZCLADO	221.26	Lit/m ³
AGREGADO FINO	793.62	Kg/m ³
AGREGADOGRUESO	1084.78	Kg/m ³

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9. Volumen del cilindro



	Medida	Unid.	Medida	Unidad
D	6	Pul.	15,24	cm
H	12	Pul.	30,48	cm
	3,1416			Adimensional
Volumen	5560,0128	cm³		
Volumen	0,0061	m³		

$V = \pi \times r^2 \times h$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10. Materiales a utilizar para 36 probetas

MATERIALES	PROPORCION ES FINALES	UNIDADES	N°	Total
CEMENTO	1.78	Kg/m ³	36	63.97
AGUA DE MEZCLADO	1.38	Lit/m ³	36	49.79
AGREGADO FINO	5.00	Kg/m ³	36	180.00
AGREGADOGRUESO	6.83	Kg/m ³	36	245.92

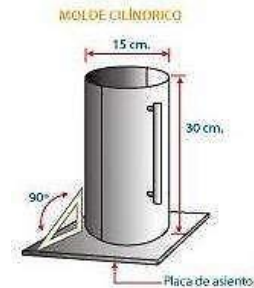
Fuente: Elaboración propia

CANTIDAD DE MATERIALES PARA CADA DOSIFICACIÓN

- PATRÓN

Tabla 11. Molde de las probetas

Diámetro (m)	0,15
Altura (m)	0,30
% Desperdicio	10%
N° Probetas	12
Volumen (m3)	0,0061



Fuente: Elaboración propia

Tabla 12. Cantidad de materiales para concreto patrón

MATERIALES	PROPORCIONES FINALES	UNIDADES	N°	Total
CEMENTO	1.78	Kg/m3	9	15.99
AGUA DE MEZCLADO	1.38	Lit/m3	9	12.45
AGREGADO FINO	5.00	Kg/m3	9	45.00
AGREGADOGRUESO	6.83	Kg/m3	9	61.48

Fuente: Elaboración propia

- SUSTITUCIÓN EN 5% CON CARBON VEGETAL:

Tabla 11. Molde de las probetas

Diámetro (m)	0,15
Altura (m)	0,30
% Desperdicio	10%
N° Probetas	12
Volumen (m3)	0,0061

Fuente: Elaboración propia

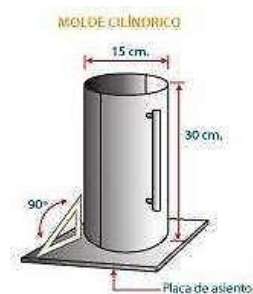


Tabla 13. Cantidad de materiales para sustitución del cemento 5%

MATERIALES	PROPORCIONES FINALES	UNIDADES	N°	TOTAL
CEMENTO	1.78	Kg/m ³	9	15.19
AGUA DE MEZCLADO	1.38	Lit/m ³	9	12.45
AGREGADO FINO	5.00	Kg/m ³	9	45.00
AGREGADOGRUESO	6.83	Kg/m ³	9	61.48
CARBON VEGETAL	0.09	Kg/m ⁴	9	0.80

Fuente: Elaboración propia

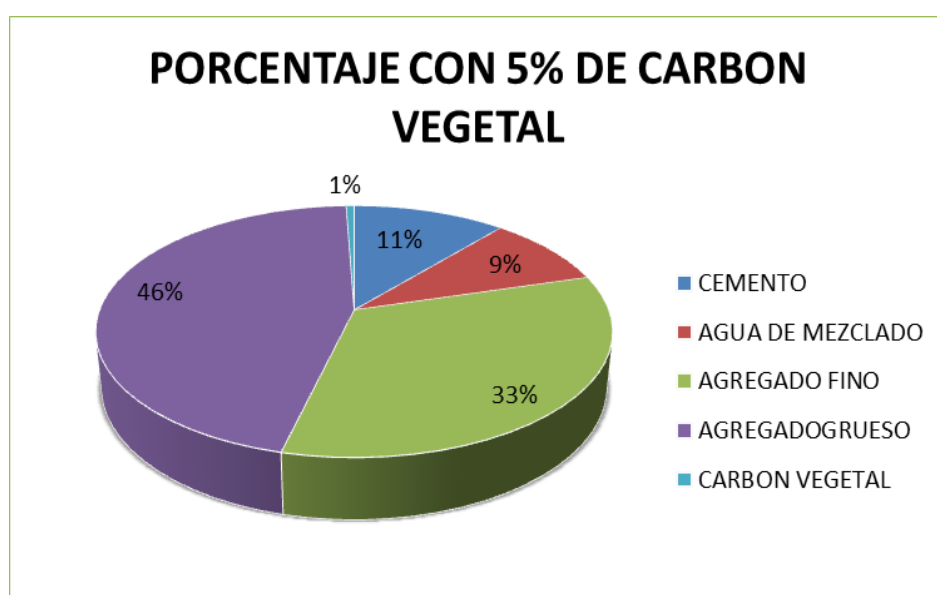


Figura 9. Porcentaje con 5% de carbón vegetal

Fuente: Elaboración propia

■ USTITUCIÓN EN 10% CON CARBON VEGETAL:

Tabla 11. Molde de las probetas

Diámetro (m)	0,15
Altura (m)	0,30
% Desperdicio	10%
N° Probetas	12
Volumen (m³)	0,0061

Fuente: Elaboración propia

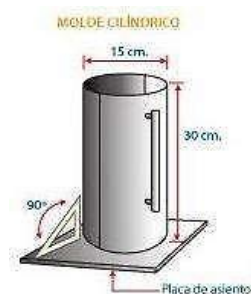


Tabla 14. Cantidad de materiales para sustitución del cemento 10%

MATERIALES	PROPORCIONES FINALES	UNIDADES	Nº	TOTAL
CEMENTO	1.78	Kg/m ³	9	14.39
AGUA DE MEZCLADO	1.38	Lit/m ³	9	12.45
AGREGADO FINO	5.00	Kg/m ³	9	45.00
AGREGADOGRUESO	6.83	Kg/m ³	9	61.48
CARBON VEGETAL	0.18	Kg/m ⁴	9	1.60

Fuente: Elaboración propia

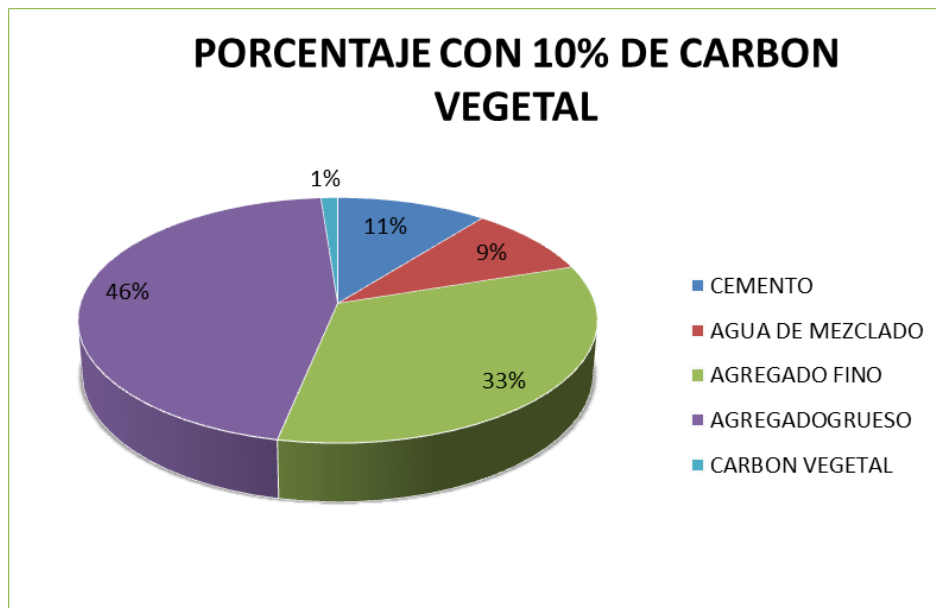


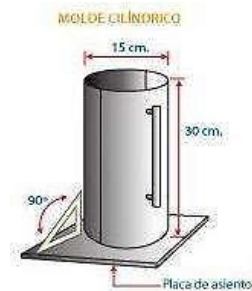
Figura 10. Porcentaje con 10% de carbón vegetal

Fuente: Elaboración propia

▪ SUSTITUCIÓN EN 15% CON CARBON VEGETAL:

Tabla 11. Molde de las probetas

Diámetro (m)	0,15
Altura (m)	0,30
% Desperdicio	10%
Nº Probetas	12
Volumen (m³)	0,0061



Fuente: Elaboración propia

Tabla 15. Cantidad de materiales para sustitución del cemento 15%

MATERIALES	PROPORCIONES FINALES	UNIDADES	N°	TOTAL
CEMENTO	1.78	Kg/m3	9	13.59
AGUA DE MEZCLADO	1.38	Lit/m3	9	12.45
AGREGADO FINO	5.00	Kg/m3	9	45.00
AGREGADOGRUESO	6.83	Kg/m3	9	61.48
CARBON VEGETAL	0.27	Kg/m3	9	2.40

Fuente: Elaboración propia

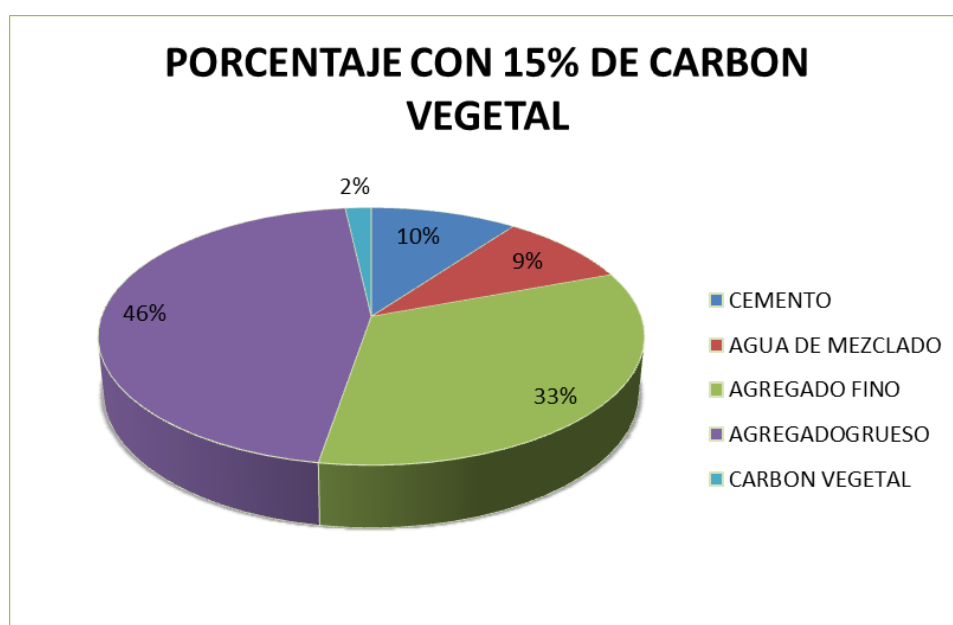


Figura 11. Porcentaje con 15% de carbón vegetal

Fuente: Elaboración propia

RESUMEN GENERAL DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO $f'c = 210 \text{ KG/CM}^2$

Después de haber realizado el ensayo de resistencia al patrón, S.C^o 5%, S.C^o 10% y S.C^o 15%, tenemos: **(anexo 4)**

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

SOLICITA VENTURA OBREGON EDER Y. /REYES PACHECO JORGE F.

TESIS: RESISTENCIA DEL CONCRETO $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ CON CENIZAS DE CARBON VEGETAL

LUGAR: LABORATORIO ENSAYO DE MATERIALES USP

FECHA: 15/06/2016

$f'c$: 210 Kg/cm^2

	MEDIDA	UND.	MEDIDA	UND.
r	2.95	Pul.	7.5	cm
π	3.141592654		ADIEMENCIONAL	
1"	2.54	cm		

$$A = \pi r^2$$

$$\text{Área} = 176.71 \text{ cm}^2$$

Tabla 16. VALORES DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SEGÚN LA EDAD

DISEÑO DE CONCRETO	CONCRETO PATRON			CARBON VEGETAL 5% DE SUSTITUCION DE CEMENTO			CARBON VEGETAL 10% DE SUSTITUCION DE CEMENTO			CARBON VEGETAL 15% DE SUSTITUCION DE CEMENTO		
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
DESCRIPCION												
7	62690	63750	65590	57220	58710	61060	55720	57250	53170	48510	44160	46810
EDADES												
14	71250	67020	69210	63540	68500	63590	57620	59330	64310	52560	54490	48620
28	83450	81960	84220	80410	77820	80720	73350	72510	71920	58730	59510	57930

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17. RESISTENCIA DE COMPRESIÓN PARA 7 DÍAS DE CURADO

DESCRIPCION	f _c DISEÑO Kg/cm ²	Edad (Días)	DIAMETRO (Cm)	AREA (Cm ²)	CARGA (Lb)	CARGA (Kg)	f _c (Kg/Cm ²)	RESISTENCIA EN %	
CONCRETO PATRON	I	210	7	15	176.71	62690.00	28435.68	161	77%
	II	210	7	15	176.71	63750.00	28916.49	164	78%
	III	210	7	15	176.71	65590.00	29751.10	168	80%
CONCRETO CON 5 % DE CARBON VEGETAL	IV	210	7	15	176.71	57220.00	25945.53	147	70%
	V	210	7	15	176.71	58710.00	26630.39	151	72%
	VI	210	7	15	176.71	61060.00	27696.33	157	75%
CONCRETO CON 10 % DE CARBON VEGETAL	VII	210	7	15	176.71	55720.00	25274.15	143	68%
	VIII	210	7	15	176.71	57250.00	25968.14	147	70%
	IX	210	7	15	176.71	53170.00	24117.49	136	65%
CONCRETO CON 15 % DE CARBON VEGETAL	X	210	7	15	176.71	48510.00	22003.75	125	59%
	XI	210	7	15	176.71	44160.00	20030.62	113	54%
	XII	210	7	15	176.71	46810.00	21232.64	120	57%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18. RESISTENCIA DE COMPRESIÓN PARA 14 DÍAS DE CURADO

DESCRIPCION	f _c DISEÑO Kg/cm ²	Edad (Días)	DIAMETRO (Cm)	AREA (Cm ²)	CARGA (Lb)	CARGA (Kg)	f _c (Kg/Cm ²)	RESISTENCIA EN %	
CONCRETO PATRON	I	210	14	15	176.71	71250.00	32318.43	183	87%
	II	210	14	15	176.71	67020.00	30399.74	172	82%
	III	210	14	15	176.71	69210.00	31393.10	178	85%
CONCRETO CON 5 % DE CARBON VEGETAL	IV	210	14	15	176.71	63540.00	28821.24	163	78%
	V	210	14	15	176.71	68500.00	31071.05	176	84%
	VI	210	14	15	176.71	63590.00	28843.92	163	78%

CONCRETO CON 10 % DE CARBON VEGETAL	VII	210	14	15	176.71	57620.00	26135.97	148	70%
	VIII	210	14	15	176.71	59330.00	26911.61	152	73%
	IX	210	14	15	176.71	64310.00	29170.50	165	79%
CONCRETO CON 15 % DE CARBON VEGETAL	X	210	14	15	176.71	52560.00	23840.80	135	64%
	XI	210	14	15	176.71	54490.00	24716.23	140	67%
	XII	210	14	15	176.71	48620.00	22053.64	125	59%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19. RESISTENCIA DE COMPRESIÓN PARA 28 DÍAS DE CURADO

DESCRIPCION		f'c DISEÑO Kg/cm2	Edad (Días)	DIAMETRO (Cm)	AREA (Cm 2)	CARGA (Lb)	CARGA (Kg)	f'c (Kg/Cm2)	RESISTENCIA EN %
CONCRETO PATRON	I	210	28	15	176.71	83450.00	37852.25	214	102%
	II	210	28	15	176.71	81960.00	37176.40	210	100%
	III	210	28	15	176.71	84220.00	38201.52	216	103%
CONCRETO CON 5 % DE CARBON VEGETAL	IV	210	28	15	176.71	80410.00	36473.33	206	98%
	V	210	28	15	176.71	77820.00	35298.53	200	95%
	VI	210	28	15	176.71	80720.00	36613.95	207	99%
CONCRETO CON 10 % DE CARBON VEGETAL	VII	210	28	15	176.71	73350.00	33270.97	188	90%
	VIII	210	28	15	176.71	72510.00	32889.96	186	89%
	IX	210	28	15	176.71	71920.00	32622.34	185	88%
CONCRETO CON 15 % DE CARBON VEGETAL	X	210	28	15	176.71	58730.00	26639.46	151	72%
	XI	210	28	15	176.71	59510.00	26993.26	153	73%
	XII	210	28	15	176.71	57930.00	26276.58	149	71%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20. RESISTENCIA DE COMPRESIÓN PROMEDIO DE LAS MUESTRAS

DISEÑO DE CONCRETO	CONCRETO PATRON		CARBON VEGETAL 5 % DE REEMPLAZO DEL CEMENTO		CARBON VEGETAL 10 % DE REEMPLAZO DEL CEMENTO		CARBON VEGETAL 15 % DE REEMPLAZO DEL CEMENTO		
DESCRIPCION	RESISTENCIA f'c (Kg/Cm ²)	PORCENTAJE %	RESISTENCIA f'c (Kg/Cm ²)	PORCENTAJE %	RESISTENCIA f'c (Kg/Cm ²)	PORCENTAJE %	RESISTENCIA f'c (Kg/Cm ²)	PORCENTAJE %	
EDAD	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	7	164	78%	151	72%	142	68%	119	57%
	14	178	85%	167	80%	155	74%	133	63%
	28	214	102%	204	97%	186	89%	151	72%

Fuente: Elaboración propia

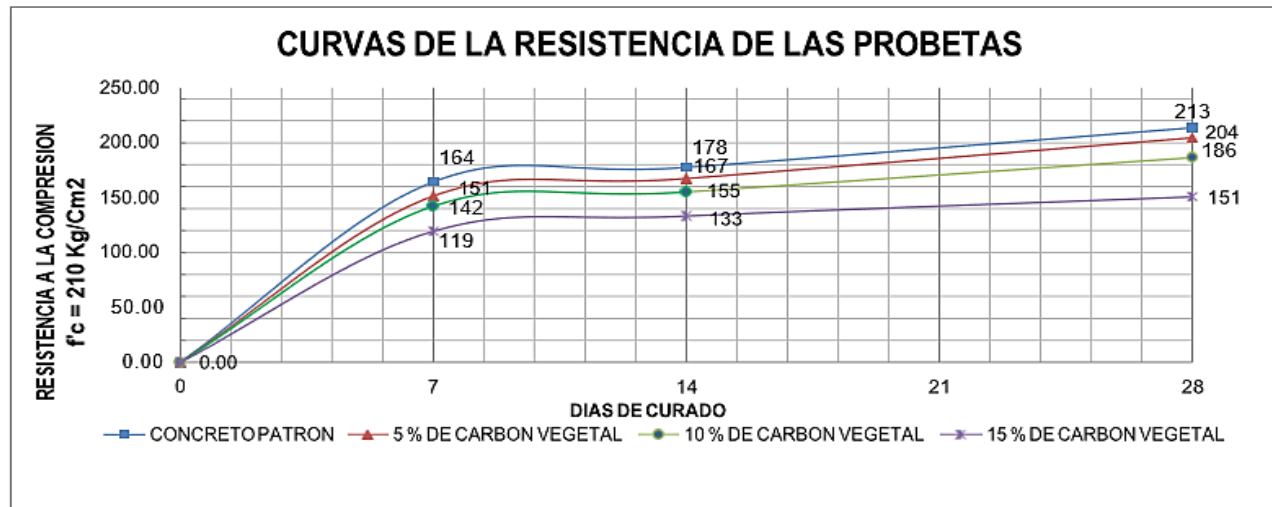


Figura 12. Curvas de la resistencia de las probetas
Fuente: Elaboración propia

Tabla 21. DATOS ESTADISTICOS (SPSS)

DIAS DE CURADO	RESISTENCIA			
	PATRON	s.c 5%	s.c 10%	s.c 15%
7	164	151	142	119
14	178	167	155	133
28	214	204	186	151

Fuente: Elaboración propia

Después de verificar que se cumpla la prueba de la normalidad ($p > 0.05$ para cada dosis) también se verificó que existe Homogeneidad ($P = 0.963$, $p > 0.05$) de varianza (anexo 5)

Existe un efecto altamente significativo de los días de curado en las resistencias medias ($p = 0.00$, $p < 0.01$)

También podemos decir que existe una diferencia altamente significativa ($p = 0.001$, $p < 0.01$) en la media de las resistencias logradas con diferentes dosificaciones de carbón vegetal.

Finalmente, después de aplicar la prueba de tukey ($p = 0.132$, $p > 0.05$) podemos decir que resistencia promedio del patrón y la resistencia promedio con sustitución del 5% nos da resistencia igual, es decir no existe diferencia significativa en las resistencias mencionadas.

Tabla 22. RESULTADOS DE CONSISTENCIA DEL CONCRETO F`C= 210 KG /CM2

DISEÑO DE CONCRETO	DESCRIPCION	CONCRETO PATRON		CARBON VEGETAL 5 % DE REEMPLAZO DEL CEMENTO		CARBON VEGETAL 10 % DE REEMPLAZO DEL CEMENTO		CARBON VEGETAL 15 % DE REEMPLAZO DEL CEMENTO	
		ASENTAMIENTO (cm)	ASENTAMIENTO (pulg)	ASENTAMIENTO (cm)	ASENTAMIENTO (pulg)	ASENTAMIENTO (cm)	ASENTAMIENTO (pulg)	ASENTAMIENTO (cm)	ASENTAMIENTO (pulg)
EDAD	7	9.45	3.72	9.70	3.82	9.53	3.75	9.19	3.62
	14	8.13	3.20	9.50	3.74	9.80	3.86	9.50	3.74
	28	8.38	3.30	9.27	3.65	9.70	3.82	9.65	3.8

Fuente: Elaboración propia

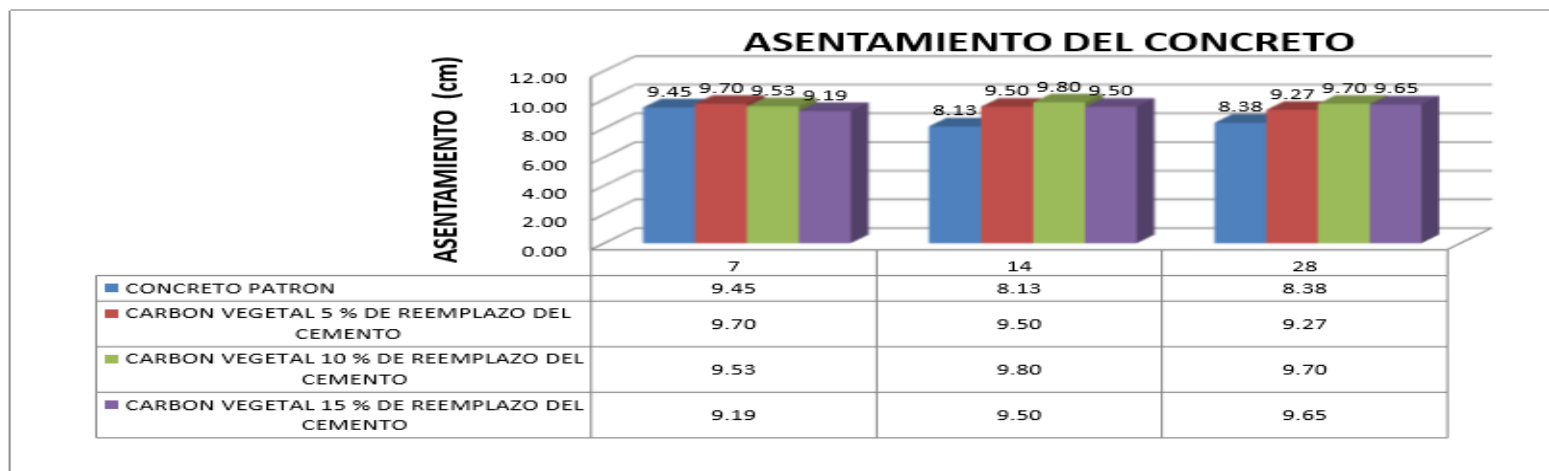


Figura 13. Asentamiento del concreto

Fuente: Elaboración propia

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

COMPOSICION DEL CEMENTO Y DEL CARBON VEGETAL.

Tabla 23. Cemento Portland

COMPONENTE QUÍMICO	RESULTADOS (%)
Oxido de calcio (CaO)	64
Oxido de Sílice (SiO ₂)	21
Oxido de Aluminio (Al ₂ O ₃)	5,5
Oxido de Fierro (Fe ₂ O ₃)	2.4
Oxido de Magnesio, Sodio, potasio, titanio, azufre, fósforo Y magnesio	1

Fuente: Libro Tecnología Del concreto

Tabla 24. Carbón vegetal

COMPONENTE QUÍMICO	RESULTADOS (%)	METODO UTILIZADO
Oxido de Sílice (SiO ₂)	42.10	ESPECTROMETRIA FLOURESCENCIA DE RAYOS X
Oxido de Aluminio (Al ₂ O ₃)	31.62	
Oxido de manganeso (MnO)	18.46	
Oxido de Fierro (Fe ₂ O ₃)	4.03	
Oxido potasio(K ₂ O)	2.03	
Oxido sodio(Na ₂ O)	0.812	

Fuente: Laboratorio de la UNI

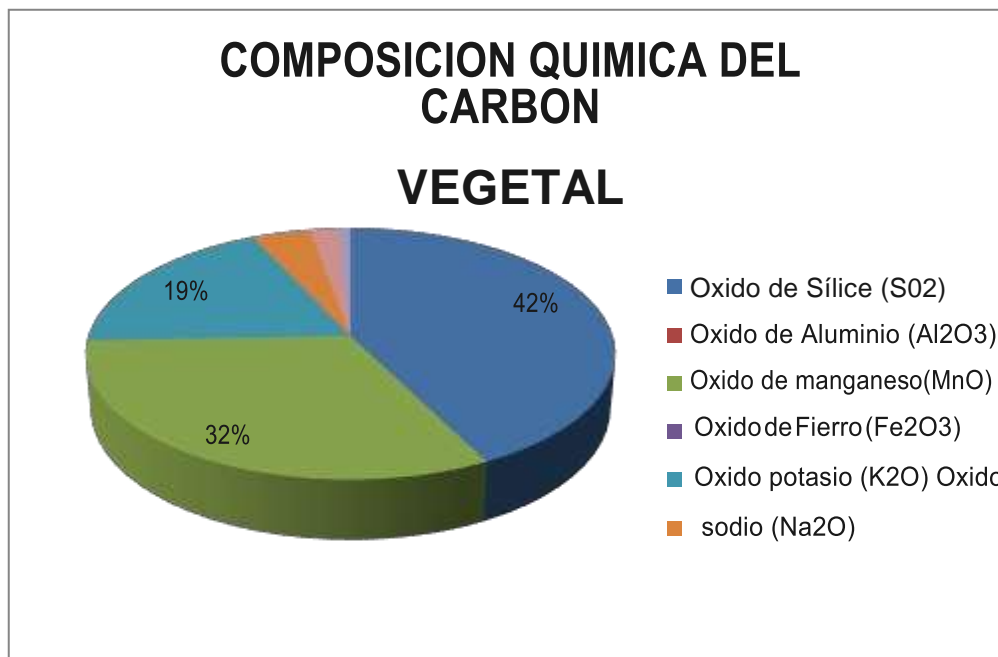


Figura 14. Composición química del carbón
Fuente: Elaboración propia

En el cuadro comparativo se muestra el porcentaje de composición de los elementos químicos del carbón vegetal y del cemento portland que en mayor porcentaje de composición química prima la del carbón vegetal, la sílice tiene un porcentaje de 42,10 que influye en el calor de hidratación lo cual afecta al tiempo de fraguado, también se ve que contiene un alto contenido de aluminio de 31.62 lo cual puede afectar la resistencia del concreto.

ANÁLISIS DE REACCIÓN QUÍMICA (PH)

Según el resultado de laboratorio que se muestran se obtuvo los siguientes resultados para el cemento y carbón vegetal y sus porcentajes de 5%, 10% y 15%.

Tabla 25. Análisis de reacción química (PH)

MUESTRA	RESULTADOS (PH)	METODO UTILIZADO
CEMENTO PORLAND TIPO 1:1 gr.	12.1	
CARBON VEGETAL:1 gr.	6.9	
CEMENTO PORLAND TIPO 1+ 5% CARBON VEGETAL ACTIVO	11.4	REACCION QUIMICA
CEMENTO PORLAND TIPO 1+ 10% CARBON VEGETAL ACTIVO	11.7	
CEMENTO PORLAND TIPO 1+ 15% CARBON VEGETAL ACTIVO	11.8	

Fuente: Laboratorio de Biocells

En el ensayo de PH del carbón vegetal se obtuvo un resultado de 6.9 cuando se realizó como material único, y un valor de 11.4, 11.7 y 11.8 cuando el carbón vegetal fue mezclado al 5%, 10% y 15% del cemento obteniendo valores aceptables puesto que el PH del cemento fue de 12.1,

RESULTADO DE LAS PROBETAS

Tabla 26. ROTURA A LOS 7 DÍAS

DIAS DE CURADO	RESISTENCIA			
	PATRON	S.c 5%	s.c 10%	s.c 15%
7	161	147	143	125
	164	151	147	113
	168	157	136	120

Fuente: Elaboración propia

Grafica de rotura a los 7 días

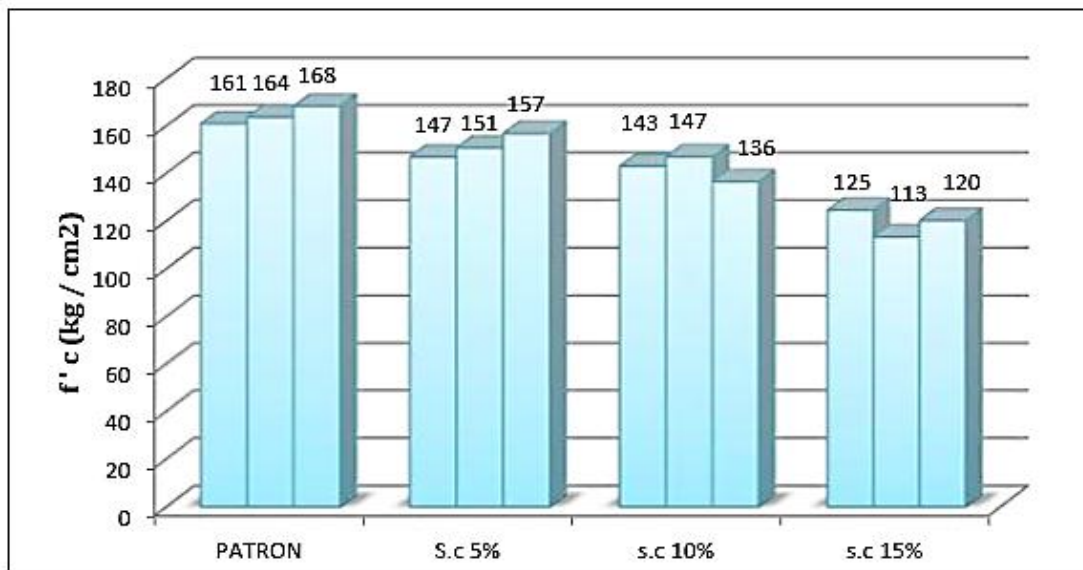


Figura 15. Rotura a los 7 días
Fuente: Elaboración propia

La gráfica muestra las resistencias obtenidas a los 7 días de curado del patrón y sustitución de carbón vegetal de 5%, 10% y 15% por cemento, se puede visualizar que con la sustitución de 5% de relave mineros se acerca a la resistencia patrón y los demás porcentajes de sustituciones tienen una resistencia baja.

Tabla 27. ROTURA A LOS 14 DÍAS

DIAS DE CURADO	RESISTENCIA			
	PATRON	S.c 5%	s.c 10%	s.c 15%
14	183	163	148	148
	172	176	152	152
	178	163	165	165

Fuente: Elaboración propia

Grafica de rotura a los 14 días

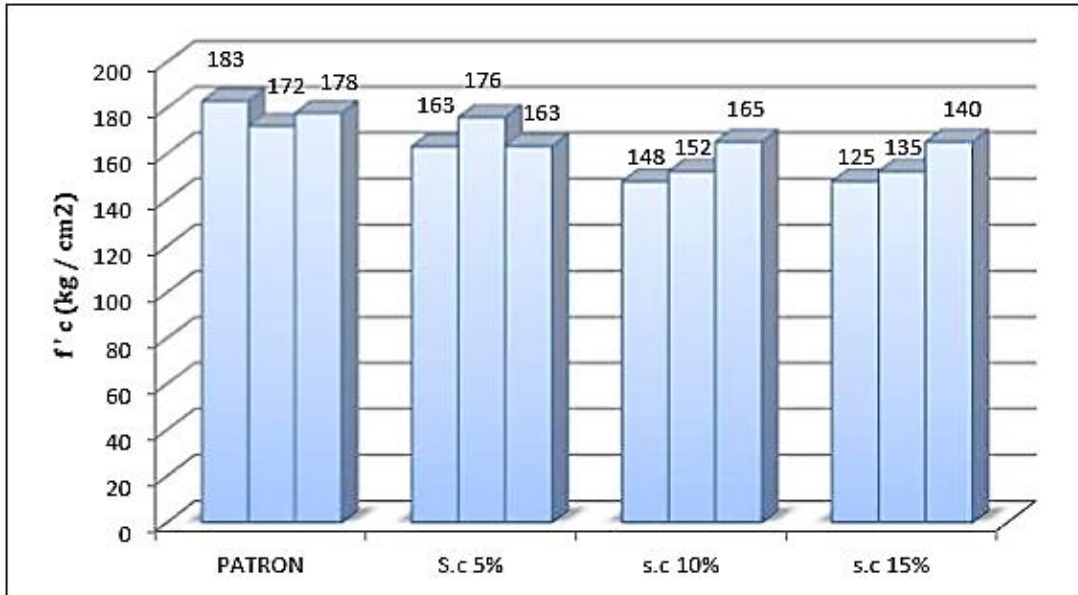


Figura 16. Rotura a los 14 días
Fuente: Elaboración propia

Se puede visualizar que la resistencia del concreto sustituido en 5 % en 14 días de curado se asemeja a la resistencia patrón.

A los 14 días el que logra mayor resistencia es la sustitución de 5% de carbón vegetal por cemento.

Las sustituciones del 10% y 15% como se puede observar tienen una resistencia muy baja.

Tabla 28. ROTURA A LOS 28 DÍAS

DIAS DE CURADO	RESISTENCIA			
	PATRON	S.c 5%	s.c 10%	s.c 15%
28	214	206	188	151
	210	200	186	153
	216	207	185	149

Fuente: Elaboración propia

Grafica de rotura a los 28 días

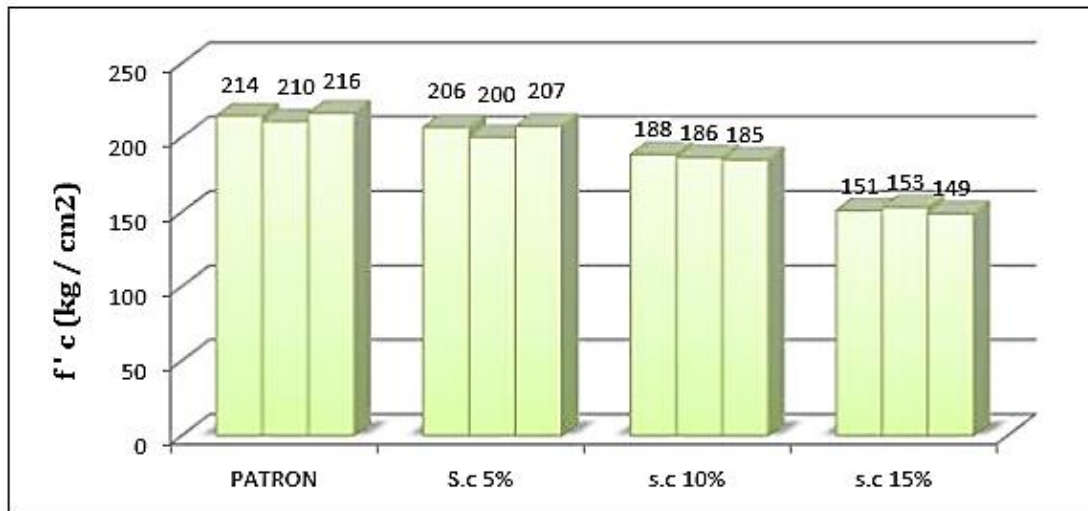


Figura 17. Rotura a los 28 días
Fuente: Elaboración propia

Se puede visualizar que la resistencia del concreto sustituido en 5 % en 28 días de curado se asemeja a la resistencia patrón.

A los 14 días el que lograría mayor resistencia es la sustitución de 5% de carbón vegetal por cemento como se observó en los ensayos de 7 y 14.

Las sustituciones del 10% y 15% se puede observar una tendencia en la cual se ve que la resistencia baja a comparación del 5 % de sustitución de carbón vegetal que es similar al concreto patrón.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- ❑ Se determinó que a la resistencia del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con cenizas de carbón vegetal sustituidas al 5% del cemento es la mejor opción por tener mayor resistencia a los 28 días entre los otros dos porcentajes.
- ❑ Las composiciones químicas del carbón vegetal contienen un alto porcentaje de silicio en un 42.10% y óxido de aluminio en un 31.62 %, lo cual afecta el fraguado de las probetas retardándolo hasta en 2 días. Por lo cual llegamos a la conclusión que el carbón vegetal se retardante natural.
- ❑ En el ensayo de PH del carbón vegetal se obtuvo un resultado de 6.9 cuando se realizó como material único, y un valor de 11.4, 11.7 y 11.8 cuando el carbón vegetal fue mezclado al 5%, 10% y 15% del cemento obteniendo valores aceptables puesto que el PH del cemento fue de 12.1.
- ❑ Se elaboraron los diseños de mezcla del concreto patrón el cual cumplió el 100% del diseño, a lo cual el diseño de mezcla de sustitución de carbón vegetal por cemento en un 5% se acerca en un 97%, 10% se acerca a un 89% y 15% se acerca a un 72% al diseño de mezcla del concreto patrón.
- ❑ La resistencia obtenida a compresión en los testigos cilíndricos del patrón se visualizó que superó la resistencia de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, de la misma forma se visualizó la disminución de la resistencia conforme se sustituía mayor porcentaje de carbón vegetal por cemento.
- ❑ Se realizó la comparación de las muestras del 5%, 10%, 15% dando como resultado la óptima en cuanto a resistencia la de 5%, según la curva de resistencia promedio se puede ver que las probetas pueden adquirir mayor resistencia a mayor tiempo.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda trabajar con otro tipo de carbón vegetal que contenga un porcentaje de óxido de calcio igual o mayor químicamente en su composición, para llegar a tener mejores resistencias.
- Los agregados utilizados para la elaboración del diseño del concreto patrón cumplen con estándares de NTP de agregados, se recomienda su uso para otros estudios de investigación.
- Trabajar con porcentajes de reemplazo de cemento por carbón vegetal menores a 5% para así llegar a obtener mejores resistencias. Ya que se demostró con los ensayos a la compresión que este porcentaje es el óptimo.
- Continuar con la línea de investigación y determinar la durabilidad del concreto mezclado con carbón vegetal.
- Se propone como línea de aplicación futura estudiar el uso del carbón vegetal para incorporarlos en morteros para asentado de muros de albañilería, cimientos en general. Con esto se tendría un abanico más amplio de aplicaciones prácticas para ser usadas en nuestro medio.

AGRADECIMIENTO

A nuestra casa de estudios, la universidad “**SAN PEDRO**” **SAD – HUARAZ**, facultad de ingeniería civil escuela profesional de ingeniería, la cual permitió este proceso de aprendizaje hasta llegar a culminar nuestra investigación.

A nuestro asesor **ING. RUBÉN LÓPEZ CARRANZA**, por su destacado apoyo y su conocimiento brindado para el desarrollo de la presente investigación para poder culminarlo satisfactoriamente, por su paciencia y dedicación.

Nos complace referirnos con inmensa gratitud a todas las personas, instituciones y otras; que fueron parte de este proceso.

Los investigadores

A DIOS, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

A mis hermanos Vania, Alexa, Silvio y Andrei, pues sin el apoyo de todos ellos me hubiese perdido en el camino, su presencia siempre estará en mi persona.

A mis padres Edith Ysabel Pacheco Zuñiga y Jorge Isaac Reyes Vega, por estar conmigo, por enseñarte a crecer y a que si caigo debo levantarme, por apoyarme y guiarme, por ser las bases que me ayudaron a llegar hasta aquí.

A Ítalo Arturo Cubas Longa, admirable Ingeniero y persona de quien me siento orgulloso en conocer por su calidad humana y profesional. Mismo a quien considero un gran amigo.

Jorge Favio Reyes Pacheco

*A DIOS por la vida por hacerme como soy
y permitirme obtener este logro y por
concederme salud para disfrutar estos
momentos y conciencia para discernir lo
bueno que he recibido*

*A mis padres Teodora Obregon Lázaro
y Albino Ventura Vergara, quienes me
dieron la vida, por brindarnos su
apoyo incondicional, su amor y
confianza, sus valores, por la
motivación constante que me ha
permitido ser una buena persona de
bien.*

*A mi hermano Alex Ventura Obregon con
todo mi cariño, por su apoyo
desinteresado*

Ventura Obregon Eder Yovani

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

American Concrete Institute. (1992) Drying Shrinkage Strain volumen 3(89). Recuperado de <https://www.concrete.org/>

American Society of Testing Materials. (2000) Specifications for Sheet Materials for Curing Concrete. Recuperado de <https://www.astm.org/>

American Society of Testing Materials. (2002) Annual Book of ASTM Standards [Libro Anual de Normas ASTM. Recuperado de <https://www.astm.org/>

American Society of Testing Materials. (2002) Specifications for Liquid Membrane Forming Compounds for Curing Concrete. Recuperado de <https://www.astm.org/>

Cartago A.P. (2012) Compendio de Material para el curso Concreto. Costa Rica: Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Flavio, A. C. (2009). Tecnología del Concreto. Lima, Perú: San marcos.

Hernán, Z. G. (1998) Tecnología del concreto. Santiago, Chile :Planeta

Mehta, P.K. (1978) Siliceos Ashes and Hydraulic Cements Prepared. E.E.U.U. : American Concrete Institute.

National Ready Mixed Concrete Association. (1989) Evaluación de la Resistencia in situ – Práctica Recomendada. Recuperado <https://www.nrmca.org/>

Neville, (1999) Tecnología del concreto. Mexico: Instituto Mexicano de Cemento y Concreto.

Pasquel, L. (19992) tópicos de tecnología del concreto en el Perú. Lima.

Steven H., Beatrix K., William C., y Jussara T. (1992). Diseño y control de mezclas de concreto. México : Portland Cement Association

Ward R. M. (1997) How producers can correct improper test-cylinder curing [Cómo pueden corregir los productores el mal curado de cilindros de prueba]. Recuperado de <https://www.worldofconcrete.com>.

ANEXO Y APÉNDICES

ANEXO 1

GRANULOMETRIA DE PIEDRA CHANCADA

SOLICITA:

CANTERA:

LUGAR:

FECHA:

PESO SECO INICIAL:

PESO SECO FINAL:

PARA PIEDRA CHANCADA

TAMIZ		PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
N°	ABERT. (mm)				
3"					
2 1/2"					
2"					
1 1/2"					
1"					
3/4"					
1/2"					
3/8"					
N° 4					
FONDO					
(TOTAL)					

GRANULOMETRIA DE ARENA GRUESA

SOLICITA:

CANTERA:

LUGAR:

FECHA:

PARA "ARENA GRUESA"

PESO SECO INICIAL:

PESO SECO FINAL:

TAMIZ		PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
N°	ABERT. (mm)				
N° 4					
N° 8					
N° 16					
N° 30					
N° 50					
N° 100					
N° 200					
FONDO					
(TOTAL)					

PESO UNITARIO

CANtera :

PARA :

FECHA :

REGISTRO :

PARA "PIEDRA CHANCADA"

TIPO DE PESO UNITARIO	PESO UNITARIO VARILLADO			PESO UNITARIO SUELTO		
MUESTRA N°	I	II	III	I	II	III
PESO MATERIAL + MOLDE						
PESO DEL MOLDE						
PESO DEL MATERIAL						
VOLUMEN DEL MOLDE						
PESO UNITARIO						
PESO UNITARIO PROMEDIO						
PESO UNITARIO PROMEDIO (Kg/m ³)						

PARA "ARENA GRUESA"

TIPO DE PESO UNITARIO	PESO UNITARIO VARILLADO			PESO UNITARIO SUELTO		
MUESTRA N°	I	II	III	I	II	III
PESO MATERIAL + MOLDE						
PESO DEL MOLDE						
PESO DEL MATERIAL						
VOLUMEN DEL MOLDE						
PESO UNITARIO						
PESO UNITARIO PROMEDIO						
PESO UNITARIO PROMEDIO (Kg/m ³)						

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS				
MATERIAL:		REALIZADO POR:		
UBICACIÓN:		FECHA:		
PIEDRA CHANCADA				
IDENTIFICACION		N° 37	N° 30	N° 39
A	PESO MATERIAL SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA (EN AIRE)			
B	PESO MATERIAL SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA (EN AGUA)			
C	VOLUMEN DE MASAS/VOLUMEN DE VACIOS = A - B			
D	PESO MATERIAL SECO EN ESTUFA (105° C)			
E	VOLUMEN DE MASA = C - (A - D)			
Pe BULK (BASE SECA) = D / C				
Pe BULK (BASE SATURADA) = A / C				
Pe APARENTE (BASE SECA) = D / E				
% DE ABSORCIÓN = ((A - D) / D) * 100				

ARENA GRUESA				
IDENTIFICACION		N° 8		PROMEDIO
A	PESO MATERIAL SATURADO SUPERFICIALMENTE SECA (EN AIRE)			
B	PESO FRASCO + H2O			
C	PESO FRASCO + H2O + (A)(A + B)			
D	PESO DEL MATERIAL + H2O EN EL FRASCO			
E	VOLUMEN DE MASA + VOLUMEN DE VACIO = C - D			
F	PESO DE MATERIAL SECO EN ESTUFA (105° C)			
G	VOLUMEN DE MASA = E - (A - F)			
Pe BULK (BASE SECA) = F / E			Prom.	
Pe BULK (BASE SATURADA) = A / E				
Pe APARENTE (BASE SECA) = F / G				
% DE ABSORCION = ((A - F) / F) * 100				

CONTENIDO DE HUMEDAD

MUESTRA:

FECHA :

RECIPIENTE N°	N° 4	
PESO RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO		
PESO RECIPIENTE + SUELO SECO		
PESO DE RECIPIENTE		
PESO DE AGUA		
PESO SUELO SECO		
HUMEDAD (%)		
HUMEDAD PROMEDIO		

OBSERVACIÓN:

MUESTRA: ARENA

FECHA :

RECIPIENTE N°	N° 47	
PESO RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO		
PESO RECIPIENTE + SUELO SECO		
PESO DE RECIPIENTE		
PESO DE AGUA		
PESO SUELO SECO		
HUMEDAD (%)		
HUMEDAD PROMEDIO		

OBSERVACIÓN:

ANEXO 2



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

PESO UNITARIO	
SOLICITA :	REYES PACHECO, Jorge VENTURA OBREGON, Eder
TESIS :	RESISTENCIA DEL CONCRETO F' C 210Kg/Cm ² CON CENIZAS DE CARBON VEGETAL SUSTITUIDO AL 5%, 10%, 15% DE CEMENTO
MATERIAL :	AGREGADO FINO
LUGAR :	HUARAZ
CANTERA :	PARIAHUANCA
FECHA :	23/05/2016

AGREGADO FINO						
TIPO DE PESO UNITARIO	PESO UNITARIO VARILLADO			PESO UNITARIO SUELTO		
MUESTRA N°	1	2	3	1	2	3
PESO MATERIAL+MOLDE	7,300	7,305	7,325	6,705	6,700	6,685
PESO DEL MOLDE	3,426	3,426	3,426	3,426	3,426	3,426
PESO DEL MATERIAL	3,874	3,879	3,899	3,279	3,274	3,259
VOLUMEN DEL MOLDE	2,776	2,776	2,776	2,776	2,776	2,776
PESO UNITARIO	1,396	1,397	1,405	1,181	1,179	1,174
PESO UNITARIO PROMEDIO		1,40			1,18	
PESO UNITARIO PROMEDIO (kg/m ³)		1400.00			1180.00	

PESO UNITARIO	
SOLICITA :	REYES PACHECO, Jorge VENTURA OBREGON, Eder
TESIS :	RESISTENCIA DEL CONCRETO F' C 210Kg/Cm ² CON CENIZAS DE CARBON VEGETAL SUSTITUIDO AL 5%, 10%, 15% DE
CEMENTO	
MATERIAL :	AGREGADO GRUESO
LUGAR :	HUARAZ
CANTERA :	PARIAHUANCA
FECHA :	23/05/2016

AGREGADO GRUESO "PIEDRA CHANCADA"						
TIPO DE PESO UNITARIO	PESO UNITARIO VARILLADO			PESO UNITARIO SUELTO		
MUESTRA N°	1	2	3	1	2	3
PESO MATERIAL+MOLDE	19,220	19,250	19,235	18,345	18,335	18,340
PESO DEL MOLDE	5,333	5,333	5,333	5,333	5,333	5,333
PESO DEL MATERIAL	13,887	13,917	13,902	13,012	13,002	13,007
VOLUMEN DEL MOLDE	9,341	9,341	9,341	9,341	9,341	9,341
PESO UNITARIO	1,49	1,49	1,49	1,39	1,39	1,39
PESO UNITARIO PROMEDIO		1,49			1,39	
PESO UNITARIO PROMEDIO (kg/m ³)		1490.00			1390.00	



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FILIAL - HUARAZ
FACULTAD DE INGENIERIA
Laboratorio de Mecánica de Suelos y
Ensayo de Materiales
Ing. Jhony S. Huaman Giraldo
JEFE
CIP: 85577

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



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

PESO UNITARIO	
SOLICITA	: REYES PACHECO, Jorge VENTURA OBREGON, Eder
TESIS	: RESISTENCIA DEL CONCRETO F' C 210Kg/Cm ² CON CENIZAS DE CARBON VEGETAL SUSTITUIDO AL 5%, 10%, 15% DE CEMENTO
MATERIAL	: AGREGADO FINO
LUGAR	: HUARAZ
CANTERA	: PARIAHUANCA
FECHA	: 25/05/2016

AGREGADO FINO		
RECIPIENTE N°	N° 36	N° 27
PESO RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	958,8	876,8
PESO RECIPIENTE + SUELO SECO	917,3	837,6
PESO RECIPIENTE	163,8	166,6
PESO DEL AGUA	41,5	39,2
PESO SUELO SECO	753,5	671
HUMEDAD (%)	5,51%	5,84%
HUMEDAD PROMEDIO	5,67%	

PESO UNITARIO	
SOLICITA	: REYES PACHECO, Jorge VENTURA OBREGON, Eder
TESIS	: RESISTENCIA DEL CONCRETO F' C 210Kg/Cm ² CON CENIZAS DE CARBON VEGETAL SUSTITUIDO AL 5%, 10%, 15% DE CEMENTO
MATERIAL	: AGREGADO GRUESO
LUGAR	: HUARAZ
CANTERA	: PARIAHUANCA
FECHA	: 25/05/2016

AGREGADO GRUESO "PIEDRA CHANCADA"		
RECIPIENTE N°	N° 25	N° 19
PESO RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	1164,6	1164,3
PESO RECIPIENTE + SUELO SECO	1163,1	1162,6
PESO RECIPIENTE	165,6	165,6
PESO DEL AGUA	1,5	1,7
PESO SUELO SECO	997,5	997
HUMEDAD (%)	0,15%	0,17%
HUMEDAD PROMEDIO	0,16%	



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FILIAL - HUARAZ
FACULTAD DE INGENIERIA
Laboratorio de Mecánica de Suelos y
Ensayo de Materiales
Ing. Jhonny S. Huaman Giraldo
JEFE
CIP: 85577

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



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

GRAVEDAD ESPESIFICA Y ABSORCION

SOLICITA : REYES PACHECO, Jorge
VENTURA OBREGON, Eder
TESIS : RESISTENCIA DEL CONCRETO F'c 210Kg/Cm² CON CENIZAS DE CARBON VEGETAL SUSTITUIDO AL 5%, 10%, 15% DE CEMENTO
MATERIAL : AGREGADO GRUESO
LUGAR : HUARAZ
CANTERA : PARIAHUANCA FECHA : 04/06/2016

AGREGADO GRUESO "PIEDRA CHANCADA"

IDENTIFICACION		N° 38	N° 27	N° 32
A	PESO MAT. SAT. SUP. SECA (EN AIRE)	969,7	915,5	841,3
B	PESO MAT. SAT. SUP. SECA (EN AGUA)	606,3	572,0	527,0
C	VOL. DE MASAS/VOL. DE VACIOS = A - B	363,4	343,5	314,3
D	PESO MAT. SECO EN ESTUFA (105°C)	962,5	908,9	835,3
E	VOL. DE MASA = C - (A - D)	356,2	336,9	308,3
Pe BULK (BASE SECA) = D / C		2,65	2,65	2,66
Pe BULK (BASE SATURADA) = A / C		2,67	2,67	2,68
Pe APARENTE (BASE SECA) = D / E		2,70	2,70	2,71
% DE ABSORCION = ((A - D) / D) * 100		0,75%	0,73%	0,72%
		0,73%		
PESO ESPEDIFICO DE MASA		2,67		



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FILIAL - HUARAZ
FACULTAD DE INGENIERIA
Laboratorio de Mecánica de Suelos y
Ensayo de Materiales

Ing. Jhonny S. Huaman Giraldo
JEFE
CIP: 85577

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



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION				
SOLICITA : REYES PACHECO, Jorge				
VENTURA OBREGON, Eder				
TESIS : RESISTENCIA DEL CONCRETO F ^o C 210Kg/Cm ² CON CENIZAS DE CARBON VEGETAL SUSTITUIDO AL 5%, 10%, 15% DE CEMENTO				
MATERIAL : AGREGADO FINO				
LUGAR : HUARAZ				
CANTERA : PARIAHUANCA				
FECHA : 04/06/2016				
AGREGADO FINO				
IDENTIFICACION		N° 7	N° 4	PROMEDIO
A	PESO MAT. SAT. SUP. SECA (EN AIRE)	300	300	
B	PESO FRASCO +H2O	678,4	676,6	
C	PESO FRASCO +H2O + (A)(A + B)	978,4	976,6	
D	PESO DEL MATERIAL + H2O EN EL FRASCO	863,9	862,4	
E	VOL. DE MASA + VOL. DE VACIO = C - D	114,5	114,2	
F	PESO DE MAT. SECO EN ESTUFA (105° C)	296,2	296,2	
G	VOL. DE MASA = E - (A - F)	110,7	110,4	
Pe BULK (BASE SECA) = F / E		2,59	2,59	
Pe BULK (BASE SATURADA) = A / E		2,62	2,63	
Pe APARENTE (BASE SECA) F / G		2,68	2,68	
% DE ABSORCION = ((A - F) / F) * 100		1,28%	1,28%	
		1,28%		
PESO ESPEDIFICO DE MASA		2,62		



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FILIAL - HUARAZ
FACULTAD DE INGENIERIA
Laboratorio de Mecánica de Suelos y
Ensayo de Masas

Ing. Jhonny S. Huaman Giraldo
JEFE
CIP: 85577

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



ANALISIS GRANULOMETRICO

SOLICITA : REYES PACHECO, Jorge
 VENTURA OBREGON, Eder

TESIS : RESISTENCIA DEL CONCRETO F' C 210Kg/Cm² CON CENIZAS DE
 CARBON VEGETAL SUSTITUIDO AL 5%, 10%, 15% DE CEMENTO

MATERIAL : AGREGADO FINO

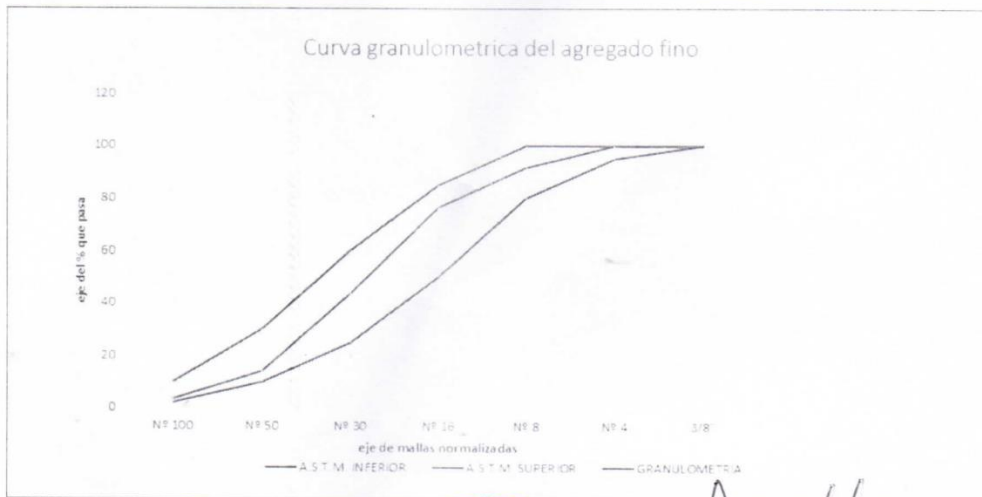
LUGAR : HUARAZ

CANTERA : PARIAHUANCA FECHA : 23/05/2016

GRANULOMETRIA DEL AGREGADO FINO	
Peso neto del agregado fino =	2258
MODULO DE FINEZA=	2.71
¿El M.F. cumplir las normas?: SI CUMPLE	

← RESULTADOS

Malla	Peso compens.	% retenido	% retenido a.	% que pasa	¿cumplir las normas A.S.T.M.?
3/8"	0	0.0	0.0	100.0	si cumple
Nº 4	0	0.0	0.0	100.0	si cumple
Nº 8	189.5	8.4	8.4	91.6	si cumple
Nº 16	343.5	15.2	23.6	76.4	si cumple
Nº 30	740	32.8	56.4	43.6	si cumple
Nº 50	665.5	29.5	85.9	14.1	si cumple
Nº 100	244	10.8	96.7	3.3	si cumple
Nº 200	64	2.8	99.5	0.5	
cazuela	11.5	0.5	100.0	0.0	
	2258	CONCLUSION: ESTE AGREGADO NO SE RECOMIENDA SU USO EN CONSTRUCCION			



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FILIAL - HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA
 Laboratorio de Mecanica de Suelos y
 Estudio de Materiales

Ing. Jhonny S. Huaman/Giraldo
 JEFE
 CIP: 15572



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ANALISIS GRANULOMETRICO

SOLICITA : REYES PACHECO, Jorge
VENTURA OBREGON, Eder
TESIS : RESISTENCIA DEL CONCRETO F'c 210Kg/Cm² CON CENIZAS DE
CARBON VEGETAL SUSTITUIDO AL 5%, 10%, 15% DE CEMENTO
MATERIAL : AGREGADO GRUESO
LUGAR : HUARAZ
CANTERA : PARIAHUANCA FECHA : 23/05/2016

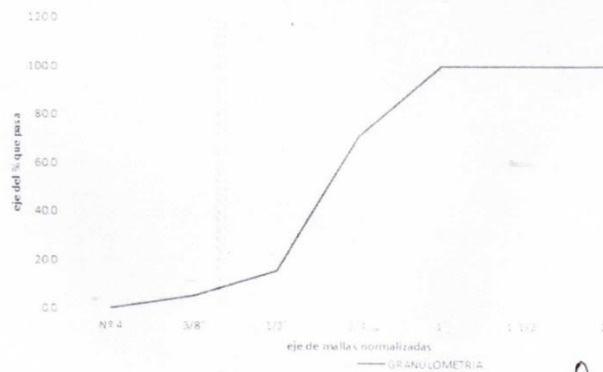
GRANULOMETRIA DEL AGREGADO GRUESO

Peso neto del agregado grueso = 6540
TAMAÑO MAXIMO = 1"
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL = 3/4"

← RESULTADOS

Malla	Peso compens.	% retenido	% retenido a.	% que pasa
2"	0	0.0	0	100
1 1/2"	0	0.0	0.0	100.0
1"	0	0.0	0.0	100.0
3/4"	1894	29.0	29.0	71.0
1/2"	3623.5	55.4	84.4	15.6
3/8"	677	10.4	94.7	5.3
Nº 4	337.5	5.2	99.9	0.1
cazuela	8	0.1	100.0	0.0
	6540			

Curva granulometrica del agregado grueso



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FILIAL - HUARAZ
FACULTAD DE INGENIERIA
Laboratorio de Mecánica de Suelos y
Ensayo de Materiales
Ing. Jhonny S. ... Giraldo
JEFE
CIP: 85577

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

ANEXO 3

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

SOLICITA : VENTURA OBREGON EDER
 REYES PACHECO JORGE

TESIS : RESISTENCIA DEL CONCRETO F'c 210Kg/Cm2 CON CENIZAS DE CARBON VEGETAL SUSTITUIDO AL 5%, 10%, 15% DE CEMENTO

LUGAR : LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES USP

FECHA INICIO: 28/06/2016

FECHA TERMINO : 12/07/2016

f_c : 210 Kg/cm2

$$A = \pi r^2$$

Area =	176.71	cm ²
--------	--------	-----------------

MEDIDA	UND.	MEDIDA	UND.
r	2.95	Pulg.	7.5
π	3.141592654	ADIEMENCIONAL	
1"	2.54	cm	

RESISTENCIA DEL CONCRETO PATRON

DESCRIPCION	CARGA (Lb)
7 DIAS	I 62690
	II 63750
	III 65590
14 DIAS	IV 71250
	V 67020
	VI 69210
28 DIAS	VII 83450
	VIII 81960
	IX 84220

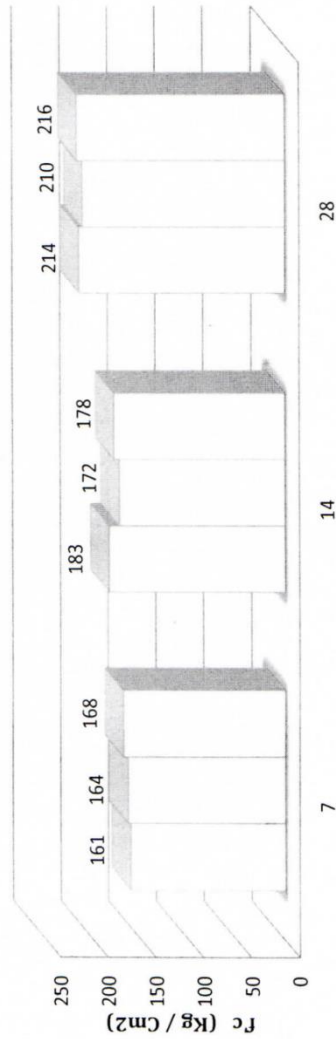


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FILIAL - HUARANGA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 Laboratorio de Materiales

[Signature]
 Ing. Jhonny S. Huaman Giraldo
 JEFE
 CP: 45577

DESCRIPCION	f _c DISEÑO Kg/cm ²	DIAMETRO (Cm)	AREA (Cm ²)	CARGA (Lb)	CARGA (Kg)	f _c (Kg/Cm ²)	FECHA INICIO: 28/06/2016		FECHA TERMINO: 12/07/2016	
							RESISTENCIA EN %	RESISTENCIA PROMEDIO		
7 DIAS	I	15	176.71	62690	28435.68	161	77%	164		
	II	15	176.71	63750	28916.49	164	78%			
	III	15	176.71	65590	29751.10	168	80%			
14 DIAS	IV	15	176.71	71250	32318.43	183	87%	178		
	V	15	176.71	67020	30399.74	172	82%			
	VI	15	176.71	69210	31393.10	178	85%			
28 DIAS	VII	15	176.71	83450	37852.25	214	102%	214		
	VIII	15	176.71	81960	37176.40	210	100%			
	IX	15	176.71	84220	38201.52	216	103%			

ROTURA DEL CONCRETO PATRON



DIAS DE LOS ENSAYOS DE ROTURA

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
LABORATORIO SISTEMAS

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FILIAL - HUARAZ
FACULTAD DE INGENIERIA
Laboratorio de Mecánica de Suelos y
Ensayo de Materiales

Ing. Jhonny S. Huamán Giraldo
JEFE
CIP: 85577

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

SOLICITA : VENTURA OBREGON EDER
 REYES PACHECO JORGE
 TESIS : RESISTENCIA DEL CONCRETO F'c 210kg/cm2 CON CENIZAS DE CARBON VEGETAL SUSTITUIDO AL 5%, 10%, 15% DE CEMENTO
 LUGAR : LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES USP
 FECHA INICIO: 28/06/2016
 FECHA TERMINO : 12/07/2016
 fc : 210 Kg/cm2

$$A = \pi r^2$$

Area =	176.71	cm ²
--------	--------	-----------------

	MEDIDA	UND.	MEDIDA	UND.
r	2.95	Pulg.	7.5	cm
π	3.141592654		ADIEMENCIONAL	
1"	2.54	cm		

VALORES DE ROTURA DEL CONCRETO CON 5% DE SUSTITUCION DE CARBON VEGETAL

DESCRIPCION	CARGA (Lb)
7 DIAS	I 57220
	II 58710
	III 61060
14 DIAS	IV 63540
	V 68500
	VI 63590
28 DIAS	VII 80410
	VIII 77820
	IX 80720



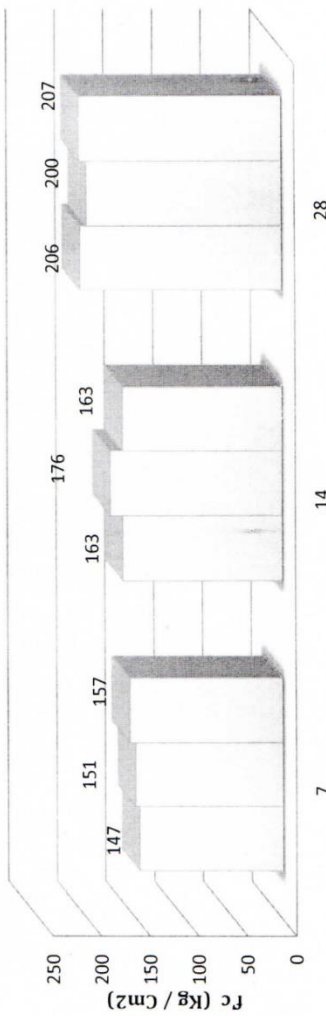
UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 Laboratorio de Materiales
 Ing. Jhonny S. Luaman Giraldo
 JEFE
 CIP: 85577

DESCRIPCION	f _c DISEÑO Kg/cm ²	DIAMETRO (Cm)	AREA (Cm ²)	CARGA (Lb)	CARGA (Kg)	f _c (Kg/Cm ²)	RESISTENCIA	RESISTENCIA
							EN %	PROMEDIO
7 DIAS	I	15	176.71	57220	25954.53	147	70%	151
	II	15	176.71	58710	26630.39	151	72%	
	III	15	176.71	61060	27696.33	157	75%	
14 DIAS	IV	15	176.71	63540	28821.24	163	78%	167
	V	15	176.71	68500	31071.05	176	84%	
	VI	15	176.71	63590	28843.92	163	78%	
28 DIAS	VII	15	176.71	80410	36473.33	206	98%	204
	VIII	15	176.71	77820	35298.53	200	95%	
	IX	15	176.71	80720	36613.95	207	99%	

FECHA INICIO: 28/06/2016

FECHA TERMINO: 12/07/2016

ROTURAS DE CONCRETO CON SUSTITUCION DE CARBON VEGETAL 5 %



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 PUNO - HUAFIZ
 FACULTAD DE INGENIERIA
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y
 Ensayo de Materiales

Ing. Jhonny S. Luismán Giraldo
 JEFE
 CIP: 85577

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

SOLICITA : VENTURA OBREGON EDER
 REYES PACHECO JORGE

TESIS : RESISTENCIA DEL CONCRETO F' C 210Kg/cm2 CON CENIZAS DE CARBON VEGETAL SUSTITUIDO AL 5%, 10%, 15% DE CEMENTO

LUGAR : LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES USP

FECHA INICIO: 25/07/2016

FECHA TERMINO : 22/08/2016

f_c : 210 Kg/cm²

$A = \pi r^2$	
Area =	176.71 cm ²

	MEDIDA	UND.	MEDIDA	UND.
r	2.95	Pulg.	7.5	cm
π	3.141592654		ADIEMENCIONAL	
1"	2.54	cm		

VALORES DE ROTURA DEL CONCRETO CON 10% DE SUSTITUCION DE CARBON VEGETAL

DESCRIPCION	CARGA (Lb)
7 DIAS	I 55720
	II 57250
	III 53170
14 DIAS	IV 59330
	V 57620
	VI 64310
28 DIAS	VII 73350
	VIII 72510
	IX 71920




UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FILIAL - HUACABAMBILLA
 ESCUELA DE INGENIERIA
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y
 Ensayo de Materiales

Ing. Jhonny S. Sandoval Giraldo
 JEFE
 CIP: 85577

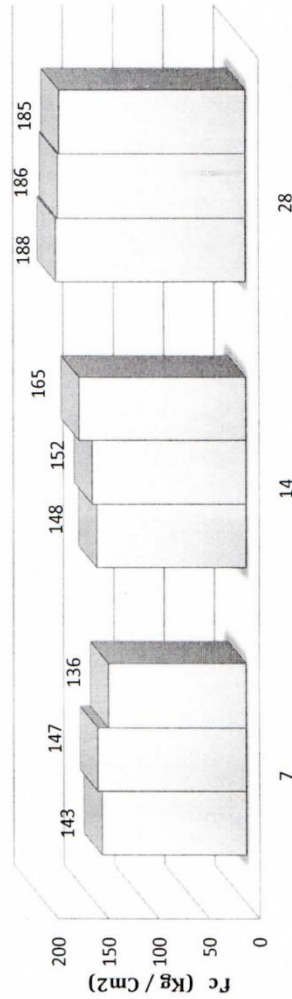


DESCRIPCION	f _c DISEÑO Kg/cm ²	DIAMETRO (Cm)	AREA (Cm ²)	CARGA (Lb)	CARGA (Kg)	f _c (Kg/Cm ²)	RESISTENCIA EN %	RESISTENCIA PROMEDIO
7 DIAS	I	15	176,71	55720	25274,15	143	68%	142
	II	15	176,71	57250	25988,14	147	70%	
	III	15	176,71	53170	24117,49	136	65%	
14 DIAS	IV	15	176,71	59330	26135,97	148	70%	155
	V	15	176,71	57620	26911,61	152	73%	
	VI	15	176,71	64310	29170,50	165	79%	
28 DIAS	VII	15	176,71	73350	33270,97	188	90%	186
	VIII	15	176,71	72510	32889,96	186	89%	
	IX	15	176,71	71920	32622,34	185	88%	

FECHA INICIO: 25/07/2016

FECHA TERMINO: 22/08/2016

ROTURAS DE CONCRETO CON SUSTITUCION DE CARBON VEGETAL 10%



DIAS DE LOS ENSAYOS DE ROTURA



Ing. Jhonny S. Jaramán Giraldo
JEFE
CIP-85577

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

SOLICITA : VENTURA OBREGON EDER
 REYES PACHECO JORGE
 TESIS : RESISTENCIA DEL CONCRETO F'C 210kg/cm2 CON CENIZAS DE CARBON VEGETAL SUSTITUIDO AL 5%, 10%, 15% DE CEMENTO
 LUGAR : LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES USP
 FECHA INICIO : 25/07/2016
 FECHA TERMINO : 22/08/2016
 f_c : 210 kg/cm2

$$A = \pi r^2$$

Area =	176.71	cm ²
--------	--------	-----------------

	MEDIDA	UND.	MEDIDA	UND.
r	2.95	Pulg.	7.5	cm
π	3.141592654 ADIEMENCIONAL			
1"	2.54 cm			

VALORES DE ROTURA DEL CONCRETO CON 15% DE SUSTITUCION DE CARBON VEGETAL

DESCRIPCION	CARGA (Lb)
7 DIAS	I 48510
	II 44160
	III 46810
14 DIAS	IV 52560
	V 54490
	VI 48620
28 DIAS	IV 58730
	V 59510
	VI 57930




UNIVERSIDAD SAN PEDRO DE HUARI
 FACULTAD DE INGENIERIA
 Laboratorio de Mecánica de Materiales y
 Análisis de Materiales
 Ing. Jhonny S. Huaman Giraldo
 JEFE
 CEP: 85577

ANEXO 4



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

DISEÑO DE MEZCLA

SOLICITA : REYES PACHECO, Jorge
VENTURA OBREGON, Eder

TESIS : RESISTENCIA DEL CONCRETO F' C 210KG/CM² CON CENIZAS DE CARBON VEGETAL SUSTITUIDO AL 5%, 10%, 15% DE CEMENTO

LUGAR : HUARAZ

CANTERA : PARIAHUANCA **FECHA** : 14/06/2016

REQUERIMIENTO:

- | | |
|---|----------------------|
| 1.- SLUMP: | 3" a 4" |
| 2.- f' c (kg/cm ²) A LOS 28 días: | 210 |
| 3.- CON CONCRETO: | SIN AIRE INCORPORADO |

RESULTADOS:

- | | |
|--|--------------|
| 0.- TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO: | 1" |
| 1.- MODULO DE FINEZA DEL AGREGADO FINO: | 2.71 |
| 2.- MODULO DE FINEZA DEL AGREGADO GRUESO: | 7.24 |
| 3.- MODULO DE FINEZA COMBINADA: | 5.3112 |
| 4.- PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO FINO (gr/cm ³): | 2.62 |
| 5.- PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO GRUESO (gr/cm ³): | 2.67 |
| 6.- PORCENTAJE DE HUMEDAD DEL A. F. (w%): | 1.28 |
| 7.- PORCENTAJE DE HUMEDAD DEL A. G. (w%): | 0.73 |
| 8.- APORTE DE AGUA A. F. (a%): | 5.67 |
| 9.- APORTE DE AGUA A. G. (a%): | 0.16 |
| 10.- PESO UNITARIO SUELTO SECO A. F. | 1180 |
| 11.- PESO UNITARIO SUELTO SECO A. G. | 1390 |
| 12.- RALACION AGUA CEMENTO: | 0.684 |
| 13.- AGUA PARA LA MEZCLA Lt/m ³ : | 193 |
| 14.- CANTIDAD DE CEMENTO (kg): | 282 1637427 |
| 15.- PORCENTAJE DE AIRE: | 0.015 |
| 16.- PESO SECO: | |
| - CEMENTO: | 282 1637427 |
| - ARENA: | 783 591 5744 |
| - PIEDRA: | 1076 927025 |
| - AGUA: | 193 |



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FILIAL - HUARAZ
FACULTAD DE INGENIERIA
Laboratorio de Mecánica de Suelos y
Ensayo de Materiales

Jhonny Giraldo
Ing. Jhonny Giraldo
JEFE
CIP: 85577

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



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

17.- CORRECCION POR HUMEDAD

- CEMENTO:	282.1637427
- ARENA:	793.6215465
- PIEDRA:	1084.788592
- AGUA:	221.2611861

18.- PESO UNITARIO SUELTO HUMEDO:

- FINO:	1195.104
- GRUESO:	1400.147

PARA EL PROPORCIONAMIENTO EN PESO:

El resultado es

1 : 2.8126 : 3.844 : 0.784

← RESULTADOS

Esto quiere decir que si utilizamos una bolsa de cemento de 42.5 kg entonces tendremos el siguiente proporciónamiento

cemento	Agregado fino	Agregado grueso	agua
42.500 $\frac{Kg}{saco}$	119.537 $\frac{Kg}{saco}$	163.393 $\frac{Kg}{saco}$	33.327 $\frac{Lt}{saco}$

PARA EL PROPORCIONAMIENTO EN VOLUMEN

El resultado es

1 : 3.5317 : 4.120 : 33.326 Lt

← RESULTADOS

Esto quiere decir que si utilizamos una bolsa de cemento de 42.5 kg entonces tendremos el siguiente proporciónamiento

cemento	Agregado fino	Agregado grueso	agua
1.000 $\frac{Kg}{saco}$	3.532 $\frac{Kg}{saco}$	4.121 $\frac{Kg}{saco}$	33.327 $\frac{Lt}{saco}$



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FILIAL - HUARAZ
FACULTAD DE INGENIERIA
Laboratorio de Mecánica de Suelos y
Ensayo de Materiales

Ing. Jhonny

JEFE
CIP: 85577

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 5 %	
SOLICITA	: REYES PACHECO, Jorge VENTURA OBREGON, Eder
TESIS	: RESISTENCIA DEL CONCRETO F'c 210KG/CM^2 CON CENIZAS DE CARBON VEGETAL SUSTITUIDO AL 5%, 10%, 15% DE CEMENTO
LUGAR	: HUARAZ
CANTERA	: PARIAHUANCA
FECHA	: 14/06/2016

REQUERIMIENTO:

- | | |
|--|----------------------|
| 1.- SLUMP: | 3" a 4" |
| 2.- f'c (kg/cm ²) A LOS 28 dias: | 210 |
| 3.- CON CONCRETO : | SIN AIRE INCORPORADO |

RESULTADOS:

- | | |
|--|-------------|
| 0.- TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO: | 1" |
| 1.- MODULO DE FINEZA DEL AGREGADO FINO: | 2.71 |
| 2.- MODULO DE FINEZA DEL AGREGADO GRUESO: | 7.24 |
| 3.- MODULO DE FINEZA COMBINADA: | 5.3112 |
| 4.- PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO FINO (gr/cm ³): | 2.62 |
| 5.- PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO GRUESO (gr/cm): | 2.67 |
| 6.- PORCENTAJE DE HUMEDAD DEL A. F. (w%): | 1.28 |
| 7.- PORCENTAJE DE HUMEDAD DEL A. G. (w%): | 0.73 |
| 8.- APORTE DE AGUA A.F. (a%): | 5.67 |
| 9.- APORTE DE AGUA A.G. (a%): | 0.16 |
| 10.- PESO UNITARIO SUELTO SECO A.F. | 1180 |
| 11.- PESO UNITARIO SUELTO SECO A.G. | 1390 |
| 12.- RALACION AGUA CEMENTO: | 0.684 |
| 13.- AGUA PARA LA MEZCLA Lt/m ³ : | 193 |
| 14.- CANTIDAD DE CEMENTO (kg): | 268.0555556 |
| 15.- PORCENTAJE DE AIRE: | 0.015 |
| 16.- PESO SECO: | |
| - CEMENTO: | 268.0555556 |
| - ARENA: | 788.5879024 |
| - PIEDRA: | 1083.793715 |
| - AGUA: | 193 |
| 17.- CORECCION POR HUMEDAD | |
| - CEMENTO: | 282.1637427 |
| - ARENA: | 798.6818275 |
| - PIEDRA: | 1091.70541 |
| - AGUA: | 221.4413847 |
| 18.- PESO UNITARIO SUELTO HUMEDO: | |
| - FINO: | 1195.104 |
| - GRUESO: | 1400.147 |

DISEÑO DE MEZCLA 5 %	
SOLICITA	: REYES PACHECO, Jorge VENTURA OBREGON, Eder
TESIS	: RESISTENCIA DEL CONCRETO F'C 210KG/CM ² CON CENIZAS DE CARBON VEGETAL SUSTITUIDO AL 5%, 10%, 15% DE CEMENTO
LUGAR	: HUARAZ
CANTERA	: PARIAHUANCA
FECHA	: 14/06/2016

RESULTADOS FINALES:

PARA EL PROPORCIONAMIENTO EN PESO:

El resultado es:

1	2.83	3.87	0.78
---	------	------	------

Esto quiere decir que si utilizamos una bolsa de cemento de 42.5 kg entonces tendremos el siguiente proporcionamiento:

cemento	Agregado fino	Agregado grueso	agua
42.500	120.299	164.435	33.354
kg	kg	kg	Lt

PARA EL PROPORCIONAMIENTO EN VOLUMEN

El resultado es:

1	3.55	4.15	33.35
---	------	------	-------

Esto quiere decir que si utilizamos una bolsa de cemento de 42.5 kg entonces tendremos el siguiente proporcionamiento:

cemento	Agregado fino	Agregado grueso	agua
1.000	3.55	4.15	33.35
PIE ³	PIE ³	PIE ³	Lt

DISEÑO DE MEZCLA 10 %

SOLICITA : REYES PACHECO, Jorge
VENTURA OBREGON, Eder
TESIS : RESISTENCIA DEL CONCRETO F' C 210KG/CM² CON CENIZAS DE
CARBON VEGETAL SUSTITUIDO AL 5%, 10%, 15% DE CEMENTO
LUGAR : HUARAZ
CANTERA : PARIAHUANCA **FECHA** : 14/06/2016

REQUERIMIENTO:

- 1.- SLUMP: 3" a 4"
2.- f' c (kg/cm²) A LOS 28 días: 210
3.- CON CONCRETO : SIN AIRE INCORPORADO

RESULTADOS:

- 0.- TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO: 1"
1.- MODULO DE FINEZA DEL AGREGADO: 2.71
2.- MODULO DE FINEZA DEL AGREGADO: 7.24
3.- MODULO DE FINEZA COMBINADA: 5.3112
4.- PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO FI: 2.62
5.- PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO G: 2.67
6.- PORCENTAJE DE HUMEDAD DEL A. F: 1.28
7.- PORCENTAJE DE HUMEDAD DEL A. G: 0.73
8.- APORTE DE AGUA A.F. (a%): 5.67
9.- APORTE DE AGUA A.G. (a%): 0.16
10.- PESO UNITARIO SUELTO SECO A.F.: 1180
11.- PESO UNITARIO SUELTO SECO A.G.: 1390
12.- RALACION AGUA CEMENTO: 0.684
13.- AGUA PARA LA MEZCLA Lt/m³: 193
14.- CANTIDAD DE CEMENTO (kg): 253.9473684
15.- PORCENTAJE DE AIRE: 0.015
16.- PESO SECO:
- CEMENTO: 253.9473684
- ARENA: 793.5842304
- PIEDRA: 1090.660406
- AGUA: 193
17.- CORECCION POR HUMEDAD
- CEMENTO: 282.1637427
- ARENA: 803.7421086
- PIEDRA: 1098.622227
- AGUA: 221.6215834
18.- PESO UNITARIO SUELTO HUMEDO:
- FINO: 1195.104
- GRUESO: 1400.147

DISEÑO DE MEZCLA 10 %	
SOLICITA	: REYES PACHECO, Jorge VENTURA OBREGON, Eder
TESIS	: RESISTENCIA DEL CONCRETO F'c 210KG/CM ² CON CENIZAS DE CARBON VEGETAL SUSTITUIDO AL 5%, 10%, 15% DE CEMENTO
LUGAR	: HUARAZ
CANTERA	: PARIAHUANCA
FECHA	: 14/06/2016

RESULTADOS FINALES:

PARA EL PROPORCIONAMIENTO EN PESO:

El resultado es:

1	2.85	3.89	0.79
---	------	------	------

Esto quiere decir que si utilizamos una bolsa de cemento de 42.5 kg entonces tendremos el siguiente proporcionamiento:

cemento	Agregado fino	Agregado grueso	agua
42.50	121.06	165.48	33.38
kg	kg	kg	Lt

PARA EL PROPORCIONAMIENTO EN VOLUMEN

El resultado es:

1	3.58	4.17	33.38
---	------	------	-------

Esto quiere decir que si utilizamos una bolsa de cemento de 42.5 kg entonces tendremos el siguiente proporcionamiento:

cemento	Agregado fino	Agregado grueso	agua
1.000	3.58	4.17	33.38
PIE ³	PIE ³	PIE ³	Lt

DISEÑO DE MEZCLA 15 %

SOLICITA : REYES PACHECO, Jorge
VENTURA OBREGON, Eder
TESIS : RESISTENCIA DEL CONCRETO F' C 210KG/CM² CON CENIZAS DE
CARBON VEGETAL SUSTITUIDO AL 5%, 10%, 15% DE CEMENTO
LUGAR : HUARAZ
CANTERA : PARIAHUANCA **FECHA** : 14/06/2016

REQUERIMIENTO:

- | | |
|---|----------------------|
| 1.- SLUMP: | 3" a 4" |
| 2.- f' c (kg/cm ²) A LOS 28 dias: | 210 |
| 3.- CON CONCRETO : | SIN AIRE INCORPORADO |

RESULTADOS:

- | | |
|--|-------------|
| 0.- TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO: | 1" |
| 1.- MODULO DE FINEZA DEL AGREGADO C | 2.71 |
| 2.- MODULO DE FINEZA DEL AGREGADO F | 7.24 |
| 3.- MODULO DE FINEZA COMBINADA: | 5.3112 |
| 4.- PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO FI | 2.62 |
| 5.- PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO G | 2.67 |
| 6.- PORCENTAJE DE HUMEDAD DEL A. F | 1.28 |
| 7.- PORCENTAJE DE HUMEDAD DEL A. G | 0.73 |
| 8.- APORTE DE AGUA A.F. (a%): | 5.67 |
| 9.- APORTE DE AGUA A.G. (a%): | 0.16 |
| 10.- PESO UNITARIO SUELTO SECO A.F. | 1180 |
| 11.- PESO UNITARIO SUELTO SECO A.G. | 1390 |
| 12.- RALACION AGUA CEMENTO: | 0.594 |
| 13.- AGUA PARA LA MEZCLA Lt/m ³ : | 193 |
| 14.- CANTIDAD DE CEMENTO (kg): | 239.8391813 |
| 15.- PORCENTAJE DE AIRE: | 0.015 |
| 16.- PESO SECO: | |
| - CEMENTO: | 239.8391813 |
| - ARENA: | 798.5805585 |
| - PIEDRA: | 1097.527096 |
| - AGUA: | 193 |
| 17.- CORECCION POR HUMEDAD | |
| - CEMENTO: | 239.8391813 |
| - ARENA: | 808.8023896 |
| - PIEDRA: | 1105.539044 |
| - AGUA: | 221.8017821 |
| 18.- PESO UNITARIO SUELTO HUMEDO: | |
| - FINO: | 1195.104 |
| - GRUESO: | 1400.147 |

DISEÑO DE MEZCLA 15 %	
SOLICITA	: REYES PACHECO, Jorge VENTURA OBREGON, Eder
TESIS	: RESISTENCIA DEL CONCRETO F' C 210KG/CM^2 CON CENIZAS DE CARBON VEGETAL SUSTITUIDO AL 5%, 10%, 15% DE CEMENTO
LUGAR	: HUARAZ
CANTERA	: PARIAHUANCA
FECHA	: 14/06/2016

RESULTADOS FINALES:

PARA EL PROPORCIONAMIENTO EN PESO:

El resultado es:

1	2.87	3.92	0.79
---	------	------	------

Esto quiere decir que si utilizamos una bolsa de cemento de 42.5 kg entonces tendremos el siguiente proporcionamiento:

cemento	Agregado fino	Agregado grueso	agua
42.50	121.82	166.52	33.41
kg	kg	kg	Lt

PARA EL PROPORCIONAMIENTO EN VOLUMEN

El resultado es:

1	3.60	4.20	33.41
---	------	------	-------

Esto quiere decir que si utilizamos una bolsa de cemento de 42.5 kg entonces tendremos el siguiente proporcionamiento:

cemento	Agregado fino	Agregado grueso	agua
1.000	3.60	4.20	33.41
PIE ³	PIE ³	PIE ³	Lt

ANEXO 5

RUEBAS ESTADÍSTICOS (SPSS)

DESCRIPTIVOS

		Estadístico	Error estándar
RESISTENCIA	Media	166,1658	9,05529
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior Límite superior	
		146,2353 186,0964	
	Media recortada al 5%	165,3748	
	Mediana	163,3050	
	Varianza	983,979	
	Desviación estándar	31,36843	
	Mínimo	125,83	
	Máximo	220,74	
	Rango	94,91	
	Rango intercuartil	47,77	
	Asimetría	,442	,637
	Curtosis	-,852	1,232

PRUEBAS DE NORMALIDAD

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
RESISTENCIA	,139	12	,200*	,944	12	,546

PRUEBA DE IGUALDAD DE LEVENE DE VARIANZAS DE ERROR

Variable dependiente: RESISTENCIA

F	df1	df2	Sig.
,090	3	8	,963

PRUEBAS DE EFECTOS INTER-SUJETOS

Variable dependiente: RESISTENCIA

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	10528,778 ^a	5	2105,756	42,831	,000
Intersección	331333,010	1	331333,010	6739,278	,000
TRATAMIENTO	3835,274	3	1278,425	26,003	,001
DIAS_CURADO	6693,504	2	3346,752	68,073	,000
Error	294,987	6	49,164		
Total	342156,775	12			
Total corregido	10823,765	11			

PRUEBAS POST HOC

RESISTENCIA

TRATAMIENTO		N	Subconjunto		
			1	2	3
HSD Tukey ^{a,b}	CARBÓN VEGETAL 15%	3	142,8733		
	CARBÓN VEGETAL 10%	3	156,7967	156,7967	
	CARBÓN VEGETAL 5%	3		174,9233	174,9233
	SIN CARBÓN VEGETAL	3			190,0700
	Sig.		,171	,071	,132
Duncan ^{a,b}	CARBÓN VEGETAL 15%	3	142,8733		
	CARBÓN VEGETAL 10%	3	156,7967		
	CARBÓN VEGETAL 5%	3		174,9233	
	SIN CARBÓN VEGETAL	3			190,0700
	Sig.		,051	1,000	1,000

AREA DE ANALISIS CLINICO

INFORME TECNICO N° 0003456

1. **DATOS DEL SOLICITANTE** : EDER VENTURA OBREGON
 JORGE F. REYES PACHECO
2. **FECHA DE EMISION** : 06/08/2016
3. **ANALISIS SOLICITADO** : REACCION QUIMICA (PH)
4. **DATOS REFERENCIALES DE LA MUESTRA**
 a. IDENTIFICACION DE LAS MUESTRAS
- CEMENTO PORLAND TIPO 1 = 1 gr.
 - CARBON VEGETAL = 1gr.
5. **LUGAR DE RECEPCION** : LABORATORIO DE ANALISIS CLINICO BIOCELLS
6. **EQUIPO UTILIZADO** : PH – METRO
7. **RESULTADOS**

MUESTRA	RESULTADO (Ph)	METODO UTILIZADO
CEMENTO PORLAND TIPO 1: 1gr.	12.1	Reacción Química
CARBON VEGETAL ACTIVADO: 1gr.	6.9	
CEMENTO PORLAND TIPO 1 + 5% CARBON VEGETAL ACTIVADO	11.4	
CEMENTO PORLAND TIPO 1 + 10% CARBON VEGETAL ACTIVADO	11.7	
CEMENTO PORLAND TIPO 1 + 15% CARBON VEGETAL ACTIVADO	11.8	

8. **VALIDEZ DEL INFORME TECNICO**

El informe técnico es válido solo para la muestra y las condiciones en los ítems del uno (1) al (4) del presente informe técnico.

El laboratorio no se responsabiliza del muestreo ni la procedencia de la muestra.

FECHA Y HORA DE IMPRESIÓN: 07/08/2016 10:35:12 a.m.

Walter A. Chavez Rincón
 MEdica Psico
 CBP: 33881



INFORME TECNICO N°1852 – 16 – LAB. 34

1. **DATOS SOLICITANTE**
- 1.1 NOMBRE DE SOLICITANTES : EDER VENTURA OBREGON
JORGE REYES PACHECO
2. **CRONOGRAMA DE FECHAS**
- 2.1 FECHA DE RESEPCION : 10 / 08 / 2016
- 2.2 FECHA DE ENSAYO : 10 / 08 / 2016
- 2.3 FECHA DE EMISIÓN : 10 / 08 / 2016
3. **ANÁLISIS SOLICITADO** : ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUIMICA
4. **DATOS REFERENCIALES DE LA MUESTRA**
- 4.1 DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA : 01 MUESTRA DE CARBON VEGETAL
- 4.2 TESIS : RESISTENCIA DEL CONCRETO f 'c 210 Kg/Cm2 CON CENIZAS DE CARBON VEGETAL
5. **LUGAR DE RESEPCIÓN** : LABORATORIO N°12 FACULTAD DE CIENCIA
6. **CONDICIONES AMBIENTALES** : Temperatura: 25.0 °C; Humedad relativa: 62%
7. **EQUIPO UTILIZADO** : Espectrómetro de Fluorescencia de Rayos X. SHIMADZU, EDX, 800-HS.
8. **RESULTADOS**

8.1 COMPOSICIÓN QUIMICA EXPRESADA COMO ÓXIDOS

COMPOSICIÓN QUIMICA	RESULTADO (%)	MÉTODO UTILIZADO
Dióxido de Silicio (SiO ₂)	42.101	Espectrómetro de Fluorescencia de Rayos X
Trióxido de aluminio (Al ₂ O ₃)	31.621	
Óxido de Calcio (CaO)	18.406	
Óxido de Manganeso (MnO)	4.033	
Óxido de Potasio (K ₂ O)	2.027	
Óxido de Sodio (Na ₂ O)	0.812	

*El porcentaje de error de equipo es de ±0.02%



ANEXO 6
PANEL FOTOGRAFICO

1. Fotografía del carbón vegetal el cual serán molidas y tamizadas.



1. Una vez obtenido el carbón vegetal se molió dicho material



1. espectrómetro de fluorescencia de rayos x del carbón vegetal



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



INFORME TÉCNICO N° 0887- 16 - LAB. 12

1. DATOS DEL SOLICITANTE
 - 1.1 NOMBRE DE LOS SOLICITANTES : EDER VENTURA OBREGON
JORGE REYES PACHECO
2. CRONOGRAMA DE FECHAS
 - 2.1 FECHA DE RECEPCIÓN : 10 / 08 / 2016
 - 2.2 FECHA DE ENSAYO : 10 / 08 / 2016
 - 2.3 FECHA DE EMISIÓN : 10 / 08 / 2016
3. ANÁLISIS SOLICITADO : ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA
4. DATOS REFERENCIALES DE LA MUESTRA
 - 4.1 DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA : 01 MUESTRA DE CARBON VEGETAL
 - 4.2 TESIS : RESISTENCIA DEL CONCRETO f'c 210 Kg/Cm2 CON
CENIZAS CARBON VEGETAL
5. LUGAR DE RECEPCIÓN : LABORATORIO N°12 - FACULTAD DE CIENCIAS
6. CONDICIONES AMBIENTALES : Temperatura: 25.0 °C; Humedad relativa: 62%
7. EQUIPO UTILIZADO : Espectrómetro de Fluorescencia de Rayos X.
SHIMADZU, EDX 800-HS.
8. RESULTADOS

8.1 COMPOSICIÓN QUÍMICA EXPRESADA COMO ÓXIDOS

COMPOSICIÓN QUÍMICA	RESULTADO (%)	MÉTODO UTILIZADO
Dióxido de Silicio (SiO ₂)	42.101	Espectrometría de Fluorescencia de Rayos X
Trióxido de Aluminio (Al ₂ O ₃)	31.621	
Óxido de Calcio (CaO)	18.406	
Óxido de Manganeso (MnO)	4.033	
Óxido de Potasio (K ₂ O)	2.027	
Óxido de Sodio (Na ₂ O)	0.812	

El porcentaje de error del equipo es de ±0.02%



GRANULOMETRIA

1. GRANULOMETRIA DEL AGREGADO GRUESO (PIEDRA)

- ✓ Tomamos la muestra de agregado grueso de $\frac{1}{2}$ " , $\frac{3}{4}$ " y grava de $\frac{3}{8}$ " , tomando aproximadamente 10 kg de cada una, enseguida se mezclan. Se procede a cuartear la muestra, hasta obtener el espécimen.



- ✓ Se arma las mallas $\frac{3}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{8}$, #4 en según la NTP 400.012, para luego introducir, nuestro espécimen de ensayo y se comienza a agitar los tamices para que así en estos solo quede el material que en verdad es retenido y pesamos.



2. GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO FINO

- ✓ Tomamos la muestra del agregado fino, aproximadamente unos 10 kg. Luego se procede a cuartear la muestra, hasta obtener el espécimen de laboratorio de 2.315 kg.



- ✓ Se arma las mallas en según la NTP 400.012, para luego introducir, nuestro espécimen de ensayo y se comienza a agitar los tamices, para que así en estos solo quede el material que en verdad es retenido.



- ✓ Una vez concluido el tamizado, se procede a pesas los pesos retenidos en cada malla y el fondo.



GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCION

1. GRAVEDADA ESPECIFICA Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO

- ✓ Se realiza el cuarteo del agregado grueso, y eliminamos toda la materia que pasa por el tamiz #4 luego sumergimos la muestra en un balde por unas 24 horas de ahí lo secamos con un trapo absorbente y llevamos las muestras al horno a una temperatura de 110°C y lo dejamos por 24 horas, así hallamos el peso saturado superficial.



- ✓ Colocamos la muestra de agregado saturado superficialmente en la canasta metálica para determinar el peso saturado.



- ✓ Hallamos el peso saturado y llevamos la muestra al horno por 24 horas. Sacamos la muestra del horno y dejamos enfriar de 1 a 3 horas. Pesamos la muestra para hallar el peso seco final.



2. GRAVEDADA ESPECIFICA Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO

- ✓ Se selecciona por cuarteo una cantidad aproximada de 1kg que se seca en el horno a una temperatura 100°C- 110°C. Se sujeta firmemente el molde cónico, echando en su interior una cantidad de muestra insuficiente que se apisona ligeramente con 25 golpes de la varilla levantando a continuación con cuidado verticalmente el molde.



Inmediatamente se introduce en el picnómetro aforado 300 gramos del agregado fino y se le añade agua hasta aproximadamente 90% de su capacidad. Para eliminar el aire atrapado se rueda el picnómetro sobre una superficie plana e incluso agitando, manual, mecánica o invirtiendo si es preciso. Se determina su peso total del picnómetro, muestra, agua y así determinar su peso seco.



PESO UNITARIO SUELTO Y VARILLADO

1. PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO

SUELTO

- ✓ Soltamos el agregado grueso a la Olla hasta el límite de la Olla desde una altura de 15 cm, enrazamos con la varilla y los excedentes de los bordes los limpiamos con una brocha y pesamos la muestra y ese acto lo repetimos 3 veces.



VARILLADO

- ✓ Echamos el agregado grueso a 1/3 de la altura total de la Olla a una altura 15 cm formando 3 capas y en cada capa se va a compactar con 25 golpes con la varilla, enrazamos y los excedentes de los bordes los limpiamos con una brocha y pesamos la muestra y ese acto lo repetimos 3 veces.



ELABORACION DE LAS PROBETAS DE CONCRETO

1. Se pesan los elementos según indique el diseño de mezcla.



2. Elaborando la mezcla en el trompo, en el laboratorio de la USP.



3. Y se procede a llenar los testigos, chusear y enrazar la superficie.



ENSAYO DE SLUMP

1. Se llena en cono de abrams en 3 capas, se chusea y se enraza, para luego levantar el molde y con la ayuda de la varilla se verifica que el asentamiento se encuentre dentro del margen.
2. Se obtuvo un Slump de 3"- 4"



RESISTENCIA A LA COMPRESION

1. Se realizó el ensayo de la rotura de las probetas por compresión a los 7, 14 y 28 días de curado, de todas las adiciones con relave minero y del concreto patrón.

PATRON:



5%, 10% Y 15% DE CARBON VEGETAL:

