

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL



**“Resistencia a la compresión de un concreto $f'_c=175\text{kg/cm}^2$
sustituyendo al agregado fino por aserrín tratado en un 6%
y 3%”**

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil

Autor:

Lector Chang, Jesús Kevin Jampier

Asesor:

Castañeda Gamboa, Rogelio

CODIGO ORCID

0000 0002 6961 7418

Chimbote - Perú

2021

INDICE

TITULO	I
PALABRAS CLAVES.....	II
RESUMEN	III
ABSTRACT	IV
INTRODUCCIÓN	1
METODOLOGÍA.....	9
MARCO TEORICO	18
RESULTADOS.....	50
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN	65
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	68
AGRADECIMIENTO	71
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	72
ANEXOS	75

TITULO

“Resistencia a la compresión de un concreto $f'c=175\text{kg/cm}^2$ sustituyendo al agregado fino por aserrín tratado en un 6% y 3%”

PALABRAS CLAVES

- **ASERRÍN**
- **RESISTENCIA**
- **CONCRETO**

KEYWORDS

- **SAWDUST**
- **RESISTANCE**
- **CONCRETE**

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN – OCEDE

LÍNEA	CONSTRUCCIÓN Y GESTIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN
ÁREA	INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA
SUB ÁREA	INGENIERÍA CIVIL
DISCIPLINA	INGENIERÍA DE LA CONSTRUCCIÓN

RESUMEN

El presente proyecto de investigación tiene por objetivo mejorar la resistencia a la compresión de un concreto $f_c' = 175 \text{ kg/cm}^2$ sustituyendo en un 6% y 3% el agregado fino por aserrín.

Es una investigación aplicada y explicativa, de diseño experimental en bloque completamente al azar, con un enfoque cuantitativo. Se elaboraron 27 probetas: 9 probetas de concreto convencional y 18 probetas de concreto sustituyendo el agregado fino por aserrín. La técnica para su realización fue la observación y como instrumentos se usó las fichas técnicas de laboratorio de Mecánica de suelos y ensayos de materiales.

Los resultados obtenidos en los ensayos fueron que las probetas experimentales al 6%, no logró superar la resistencia diseño que fue de $F_c' = 175 \text{ kg/cm}^2$; pero las probetas al 3% si lograron superar dicha resistencia.

El tesista.

ABSTRACT

The objective of this research project is to improve the compressive strength of a concrete $f_c' = 175 \text{ kg / cm}^2$ by substituting sawdust for 6% and 3% fine aggregate.

It is an applied and explanatory research, of experimental design in block completely at random, with a quantitative approach. Twenty-seven specimens were prepared: 9 conventional concrete specimens and 18 concrete specimens, replacing the fine aggregate with sawdust. The technique for its realization was the observation and as instruments the technical data sheets of soil mechanics and material tests were used.

The results obtained in the tests were that the experimental specimens at 6%, failed to overcome the design resistance that was $F_c' = 175 \text{ kg / cm}^2$; but the 3% test tubes did manage to overcome said resistance.

The Thesis Student.

INTRODUCCIÓN

De los antecedentes encontrados, los trabajos más resaltantes para este estudio abordados, como el de (Monroy, 1999) [25], en su investigación científica llegó a la conclusión: “probamos diferentes proporciones con la mezcla y probamos la absorción y resistencia para verificar que los diversos ensayos cumplieron con los estándares establecidos de NMX C-10, RBH 40; Es decir, se buscó la más óptima proporción de aserrín / cemento para cumplir con los requisitos, alcanzando así la máxima proporción de aserrín que se puede incorporar al elemento y obtener una adecuada capacidad de absorción y resistencia.”

Por otro lado en la investigación de (Macuarisma, C; Martínez, A, 2010) [24] concluye que: “el tamaño de partícula del aserrín está compuesto por partículas superiores a 1 mm para evitar el aumento de partículas ultra finas en la mezcla, y partículas inferiores a 3 mm para una buena trabajabilidad de la mezcla y moldeo de los bloques. También señala: “la cal como proceso de mineralización reduce los efectos de la biodegradación provocada por el aserrín orgánico y reduce el lento endurecimiento del cemento por el azúcar de madera.”

En la investigación de (Garces Ritto, 2004).[14], es su tesis resalta lo siguiente: “La correlación entre la resistencia a la compresión y la proporción agua / cemento no se puede utilizar de manera eficaz, ya que es difícil determinar cuánta agua de mezclado es absorbida generalmente por un agregado muy poroso. Las densidades obtenidas con el hormigón ensayado ofrecen un gran potencial de ahorro en relación al peso de la estructura, tanto para la edificación como en los elementos prefabricados.”

En términos de metodología, se utilizó la tesis de (Hermosilla, G., 2006) [16], en su tesis llega a la siguiente conclusión que: “el proceso de mineralización realizado sobre aserrín a base de cal mantiene las características mecánicas de la madera sin afectarlas, detiene el proceso de biodegradación, convierte la madera en un material esencialmente inerte y hace que la madera sea resistente al fuego. Por lo tanto, la durabilidad de los bloques de madera y cemento es ilimitada y no se ve afectada por la degradación química o biológica. El hormigón aserrín forma una estructura estable,

fuerte, liviana y duradera, ofrece un excelente aislamiento térmico (debido a su capacidad para almacenar calor) y es resistente al agua. Tiene propiedades de regular la humedad. Esto asegura unas condiciones de vida óptimas. Por tanto, el hormigón de aserrín se puede considerar como una solución más contractual para entrar en el mercado nacional.”

Como antecedente al nivel local tenemos a (Lector Chang, 2017) [16], se concluye: “que los valores de PH obtenidos del aserrín mineralizado con cal han resultado ser alcalinos (9.25); esta característica es adecuada para la realización del concreto, se debe tener en cuenta que las probetas experimentales al 5% y 10% de aserrín han tardado 2 días para el desencofrado, cuando se adicionó más porcentaje de aserrín (10%) el peso de las probetas disminuyó aproximadamente 5kg con respecto a las probetas patrón, esto es debido a que el aserrín al tener porosidad tiende ser liviano y redujo su peso, además se tuvo que adicionar 8l de agua ya que la mezcla lo necesitaba; lo cual ocasionó que el aserrín absorba más agua y este se expanda, reduciendo la resistencia a la compresión, y cuando se adicionó el porcentaje de aserrín al 5%, se tuvo en cuenta la adición del agua por lo cual solo se agregó 5l de agua; lo que ocasionó un mejor control del volumen del aserrín; pero aun así se produjo vacíos reduciendo su resistencia, que se ve reflejado en el peso ya que solo se redujo 1 kg aproximadamente con respecto a las probetas patrón.”

La investigación se justifica en el aspecto social:

Por qué en nuestro país, no hay muchas recicladoras de material desechado en especial de madera, Son pocas las empresas enfocadas al reciclamiento del aserrín, por eso se está tratando de implementar diversos tipos de materiales constructivos que permita a los ingenieros tener varias opciones a la hora de ejecutar un proyecto.

La integración del aserrín en la mezcla del concreto convencional evitaría que este producto sea desechado en botaderos y después calcinado con los demás desechos que están a su alrededor, evitando que el humo producido por la incineración perjudique a la población que este en zonas cercanas al botadero.

En el Perú según el INEI (2015) “la producción de madera aserrada en el Perú es de 667 153 m³ y en el departamento de Ancash es de 3 593 m³”, y este material no es reutilizado del todo, este hecho nos hace plantear una manera de utilizar este sobrante de las madereras, por eso de cierta manera este proyecto tratara de proponer un diseño de concreto más barato y eficiente que un concreto convencional.

Hoy en día, las mezclas de hormigón tradicionales (arena, piedra, cemento) siguen siendo las más utilizadas, a pesar de las limitaciones económicas y técnicas. Por lo tanto, está claro que las contribuciones técnicas dentro del marco de la propuesta global no deben pasarse por alto, permitiendo el acceso de diferentes tipos de diseños mezclas a bajo costo.

La investigación como objetivo principal es crear un nuevo diseño de mezcla, como propósito fundamental es crear un concreto con alta resistencia a los ácidos, ambientes salados.

Como aporte social esta investigación propondría un concreto más económico y de igual características que un concreto convencional, haciéndolo más accesible a las familias con pocos recursos y por su resistencia a los ambientes salados este concreto ayudaría mucho a las zonas donde el nivel freático es alto porque es en esas zonas es donde hay altos niveles de salinidad.

Como aporte científico nos ayuda a entender cómo integrar materiales orgánicos a una mezcla inorgánica (concreto) para así obtener una mezcla igual de eficiente que un concreto convencional, también ayuda a la reducción del desecho de materiales madereros.

Hoy en día el problema central es que en nuestro país existe una elevada tasa de producción de aserrín, y que en particular en Chimbote no hay muchas empresas que reutilizan el aserrín pero si se observa que hay una variedad de madereras, entonces el campo de la ingeniería civil estudia el aprovechamiento del material desechado que es el aserrín, teniendo en cuenta sus características mecánicas que presenta como materia prima, buscando obtener un concreto más ligero, con una menor

conductividad termina, y una resistencia a la compresión significativamente mayor con respecto a un concreto tradicional.

La resistencia del concreto es un factor de uso común para determinar su calidad, es por eso que en esta investigación se quiere medir la resistencia a la compresión a distintas edades, en mezclas donde se sustituirá parcialmente el agregado fino por aserrín, y así establecer un diseño adecuado que satisfaga con las normas técnicas peruanas.

Ante esta necesidad se expone el problema de forma interrogativa: ¿Cómo se ve afectada la resistencia a la compresión de un concreto de 175 kg/cm², al sustituir parcialmente agregado fino por aserrín tratado en un 6% y 3%?

En esta investigación, se identificaron las variables de estudio definida a continuación:

Variable dependiente: *Resistencia a la compresión*

Definición Conceptual:

La resistencia es la tensión máxima que un material puede resistir bajo fuerzas aplastantes. La resistencia a la compresión del material dañado por fracturamiento se establece en un rango muy estrecho como una característica independiente.

En cambio, la resistencia a la compresión de un material que no se rompe durante la compresión se define como la medida de esfuerzo necesaria para deformar al elemento en cualquier grado. La resistencia a la compresión se cuantifica dividiendo la máxima carga por la superficie de la sección transversal inicial de la probeta durante la prueba de compresión. (BOCANEGRA, M.; DIAZ, J., 2016) [9]

Definición operacional:

El ensayo que nos permite obtener los valores para poder analizar esta variable es la prueba de resistencia a la compresión, esto nos proporciona datos cuantificables que nos permitirá comparar los resultados del diseño de mezcla del hormigón tradicional con el diseño de mezcla de nuestro hormigón modificado.

Dimensiones

Temperatura

Las temperaturas varían entre los tipos de hormigón. Depende principalmente de su composición, peso y calor específico. En cambio, considere los factores externos que afectan directamente la mezcla para cambiar la temperatura del concreto de alguna manera, como la temperatura ambiental, el estado del medio ambiente, el grosor del componente estructural y los sistemas de seguridad que se fijen a cada caso en particular. La dispersión del calor en la estructura de hormigón está ligada de manera directa con el tamaño de la sección transversal que tenga el elemento (Asociación Colombiana de Productores de Concreto, 2015) [1]

Tiempo de fraguado

Según Cement and Concrete Terminology ACI 116R-00 lo determina como: La cualidad obtenida por una pasta cementante, mortero u hormigón haya dejado su ductilidad en algún grado; generalmente se mide en intervalos de resistencia a la penetración; el endurecimiento inicial se refiere al comenzar su rigidez; el endurecimiento final tiene relación con una rigidez significativa; también, alteración restante luego de eliminar la tensión.

El tiempo de fraguado es el tiempo durante el cual la acción química entre el cemento y el agua genera calor a diferentes velocidades de reacción, lo que lleva a la formación de nuevos compuestos, cuando estos están contenidos en la pasta de cemento, el agregado se endurece y se aglutina, la mezcla de cemento se vuelve sólida y densa, logrando así una cierta resistencia, por lo que esto es de primordial importancia ya que nos permite esparcir y colocar el concreto. (ACI, 2011) [3]

Hidratación

El agua en el hormigón es fundamental porque determina su resistencia y durabilidad en condiciones normales en relación con la proporción de cemento presente en la mezcla (razón agua / cemento). Los hormigones con elevada capacidad de humedad (razón agua / cemento superior a 0,5) tienen baja resistencia y son vulnerables a las agresiones externas. Por otro lado, una razón agua / cemento baja (inferior a 0,45) contribuye significativamente a la resistencia del elemento tanto a la compresión estructural como a la mejora del rendimiento, así como a la resistencia a los ataques químicos ambientales, y por tanto a la durabilidad. (Asociación Colombiana de Productores de Concreto, 2015) [1]

Endurecimiento

A medida que el cemento comienza a endurecerse, se inicia el fraguado del cemento, con el pasar el tiempo la hidratación del cemento aumenta la resistencia (una medida de dureza).

Como se mencionó anteriormente, la hidratación continúa mientras tenga agua disponible y haya estados climáticos adecuados. No significa que todas las partículas de cemento estén hidratadas, sino que las partículas no hidratadas no afectan la resistencia lograda. Por lo tanto, la solidificación del hormigón es resultado de la hidratación del mismo. La dureza o resistencia del cemento hidratado se puede probar de varias formas. (Constructor Civil, 2011) [11]

Indicadores

- ✓ Para la temperatura el indicador será promediar los grados C° obtenidos.
- ✓ Para el Tiempo de fraguado y endurecimiento se promediará el tiempo que demore en tomar consistencia el concreto “días”.
- ✓ Para la hidratación se tomará de 2 maneras una es en porcentaje en peso y la otra para motivos de cálculo será en Litros.

Variable independiente: *Dosificaciones de aserrín tratado en el Diseño de mezcla*

Definición Conceptual:

Este es un desarrollo experimental, y aunque el concreto tiene muchas características fundamentales, varios de los procedimientos de diseño están basados fundamentalmente en lograr la resistencia a la compresión en un periodo específico, así como la manejabilidad adecuada para un periodo definido, además las características que debe cumplir el hormigón dependerá del diseño de la estructura que se colocará en servicio.

Una mezcla se debería plantear para condiciones en estado fresco, y para estado rígido. Los requisitos importantes que deberán cumplirse para obtener una dosificación adecuada en estado fresco son las de plasticidad, economía, durabilidad y resistencia. (BOCANEGRA, M.; DIAZ, J., 2016) [9]

Definición operacional:

Para la sustitución del agregado fino se tomará de 2 maneras: una es en un porcentaje de 6% y otra de 3% por aserrín, el cual será tratado de la manera especificada en “Proceso de mineralización de aserrín”, en el diseño de concreto $f'c= 175 \text{ kg/cm}^2$.

Dimensiones

Dosificación al 6% de aserrín

Reemplazo del agregado fino en un 6% por aserrín en un diseño de concreto $f'c= 175 \text{ kg/cm}^2$

Dosificación al 3% de aserrín

Reemplazo del agregado fino en un 3% por aserrín en un diseño de concreto $f'c= 175 \text{ kg/cm}^2$

Indicadores

Para medir esta variable se utilizará en porcentaje y para cálculo en kg.

En esta tesis se formuló una hipótesis, por ser un estudio experimental, por tanto, la hipótesis es la siguiente: “El uso del aserrín tratado como sustituto del agregado fino en un 6% y 3% mejoraría la resistencia a la compresión de un concreto $f'c=175\text{kg/cm}^2$.”

El objetivo General de esta tesis es: Determinar la resistencia a la compresión utilizando como agregado fino aserrín en un 6 y 3% en un concreto $f'c=175\text{kg/cm}^2$. Y como objetivos específicos:

- Realizar el pH del aserrín, cal, aserrín tratado.
- Determinar la relación agua/cemento para probetas patrón y experimental
- Elaborar muestras de concreto homogéneas de $f'c=175\text{ kg/cm}^2$ patrón y experimental al 6% y 3 %.
- Determinar la resistencia a la compresión a los 7, 14,28 días, e interpretar la variación de los resultados de la resistencia a la compresión obtenidos de la muestra patrón y experimental.

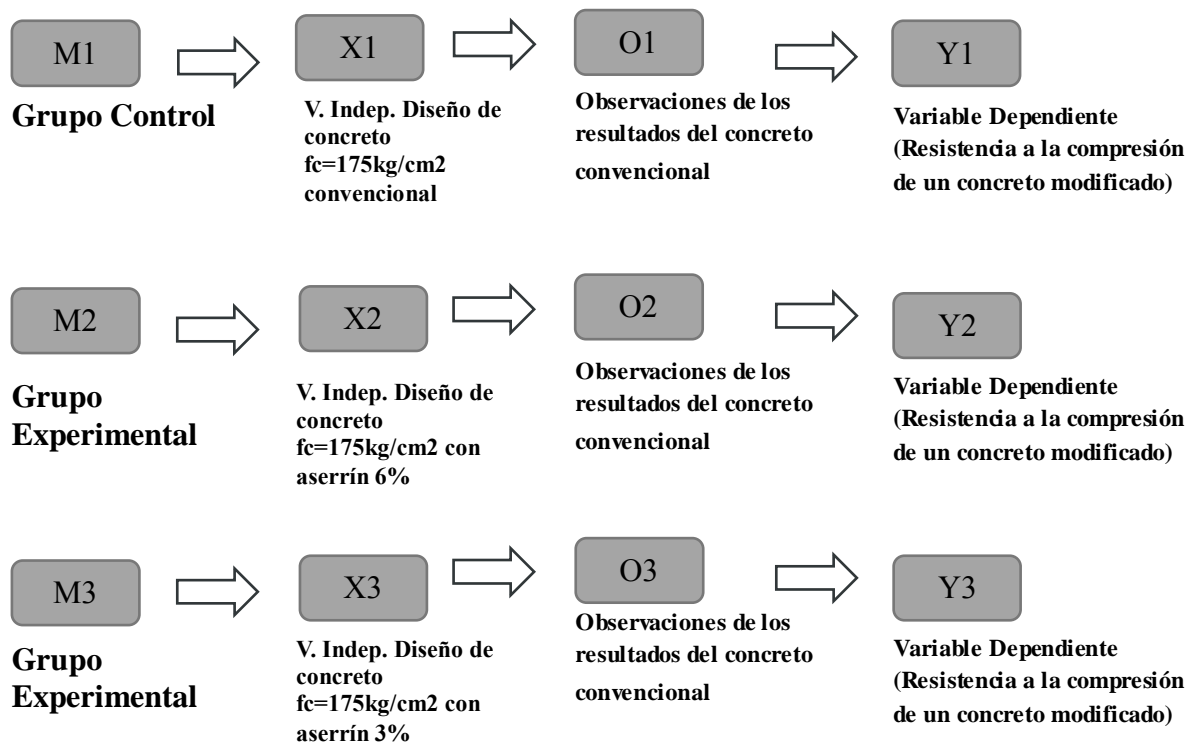
METODOLOGÍA

El tipo de investigación que corresponde ha sido de tipo Aplicada, los resultados obtenidos van a ser usados para resolver incógnitas vinculados al hormigón y generar otras opciones de diseño de edificaciones con mayor perdurabilidad, servirá como una nueva tecnología para el desarrollo constructivo. Esta propuesta nos permitirá fortalecer nuestros intereses durante la construcción.

Esta investigación es explicativa, ya que buscamos comprender como está influyendo las características del aserrín en las propiedades del concreto en base a los resultados de las pruebas tales como: Resistencia a la compresión, absorción, y trabajabilidad.

El diseño que pertenece esta tesis es experimental de nivel Cuasi Experimental, ya que se examinaron dos muestras por medio de pruebas, donde se obtuvieron datos de dos grupos de estudio llamados: Grupo Control y Grupo Experimental, en donde se utiliza como componente el aserrín en el proceso de elaboración un hormigón experimental de $F_c=175\text{Kg/cm}^2$ y se comparó con la elaboración de un hormigón convencional.

El esquema del diseño de investigación es el siguiente:



Dónde:

- **M1:** Muestra 1 de Probetas del Grupo control (concreto $f_c=175\text{kg/cm}^2$ convencional).
- **M2, M3:** Muestra 2, 3, de Probetas del Grupo Experimental (concreto $f_c=175\text{kg/cm}^2$ que se elaboraron de manera experimental, sustituyendo agregado fino por aserrín).
- **X1:** Variable independiente (Diseño de concreto $f_c=175\text{ kg/cm}^2$ que se elaboró de manera tradicional (propiedades)).
- **X2:** Variable independiente (Diseño de concreto $f_c=175\text{ kg/cm}^2$ sustituyendo aserrín en un 6%: dosificaciones, propiedades)
- **X3:** Variable independiente (Diseño de concreto $f_c=175\text{ kg/cm}^2$ sustituyendo aserrín en un 3%: dosificaciones, propiedades)
- **Y1:** Variable dependiente (resistencia a la compresión de un hormigón $f_c=175\text{kg/cm}^2$ convencional).

- **Y2:** Variable dependiente (resistencia a la compresión de un hormigón $f_c=175\text{kg/cm}^2$ experimental con aserrín 6%).
- **Y3:** Variable dependiente (resistencia a la compresión de un hormigón $f_c=175\text{kg/cm}^2$ experimental con aserrín 3%).
- **O1:** Observaciones (resultados) obtenidos en grupo control.
- **O2, O3:** Observaciones (resultados) obtenidos en grupo experimental.

La población está conformada por probetas de concreto, $F'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, que se elaboraran en el laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad San Pedro de Chimbote.

Se realizaron las siguientes muestras: 9 probetas de concreto convencional, 18 probetas de concreto sustituyendo el agregado fino por aserrín.

El diseño muestral es el siguiente

Para el tamaño de la Muestra se considera:

Por Norma del reglamento E. 060 Concreto armado, Capitulo 5: calidad del concreto, mezclado y colocación. En la sección 5.3.3.2 Documentación de la resistencia promedio a la compresión, en el inciso D precisa: "Para cada mezcla de prueba deberán prepararse y curarse por lo menos 3 probetas para cada edad de ensayo."

Muestra previa:

$$n_0 = \frac{N \cdot P \cdot Q \cdot Z^2}{(N - 1)e^2 + P \cdot Q \cdot Z^2}$$

Siendo:

- P: los elementos que tienen la misma resistencia optima
 $P = 0.5$
- Q: los elementos q no cumplen con la resistencia optima
 $Q = 0.5$
- **El nivel de confianza:**
 - ✓ Nivel de confianza: $1 - \alpha = 0.95$ $Z_{\alpha/2}^2 = 1.96$
 - ✓ Nivel de significancia: $\alpha = 0.05$
- Tamaño de la población (N_1) = 36;

- Limite aceptable de error muestral (e): 0.05

Reemplazamos los valores de la tabla en la formula dada:

$$\frac{36(0.5)(0.5)(1.96)^2}{(36 - 1)(0.05)^2 + (0.5)(0.5) \cdot (1.96)^2}$$

no=	32.99 \approx 33
-----	--------------------

Comprobamos: $n_{o1} = \frac{n_0}{N} > 0.10$

Muestra óptima: $n_{o1} = \frac{17}{18} = 0.92 > 0.10$ \longrightarrow Entonces:

$$n = \frac{n_0}{1 + \frac{n_0}{N}}$$

$$n = \frac{33}{1 + \frac{33}{36}}$$

$$n = \frac{48}{48}$$

n=18

Por lo tanto, el tamaño de la muestra será de 18 probetas de concreto.

n=18

- Las 18 probetas de hormigon f'c:175 kg/cm²; estarán distribuidos de esta manera; 9 experimentales al 6%, 9 experimentales al 3%, en función a la variable Resistencia a la Compresión, adicional mente se realizará 9 probetas convencionales para ser estudiadas según reglamento.
- En el Reglamento de Edificaciones solo especifica la cantidad mínima de 3 probetas que se deben de realizar por cada edad de ensayo.

La distribución de las muestras quedaría de la siguiente manera:

- Aserrín como agregado fino

TIEMPO DE CURADO (DIAS)	RESISTENCIA DEL CONCRETO		
	CONVENCIONAL	6%	3%
7			
14			
28			

- Para el diseño de mezcla nos guiaremos de NTP 334.082, ASTM C 1157 (CEMENTO PORTLAND).
- Para pruebas de resistencia a la compresión será según la norma técnica peruana (NTP) 334.09.

La técnica que se adoptó fue la observación, ya que la apercepción del material tenía que documentarse de forma cuidadosa y profesional. Se debe registrar todo lo que se observe lo antes posible, si no se puede tomar notas en el mismo momento. Por esta razón, empleamos un sistema para organizar y clasificar la información, por lo que utilizamos la guía de observación integral como herramienta.

Este proyecto de investigación utiliza programas Excel y SPSS para realizar el procesamiento de las mediciones tomadas.

Para la comparación de datos se elaboraron porcentajes, gráficos, tablas, media, análisis de varianzas y pruebas de hipótesis (ANOVA).

Obtención del material experimental

El aserrín se obtuvo de la INDUSTRIAL MADERERA PUCALLPA EIRL que está ubicada en Av. Pardo Nro. 1795 P.j. Miraflores Bajo (Pardo Con Santa Cruz).(ver Foto N°3)

- ✓ La madera con la que trabaja actualmente son tornillo y copaiba, a continuación, se detallara las características de cada especie de madera:

Características de la madera tornillo:

Características de la especie:

Se ubica en el departamento de Madre de Dios, Junín, Ucayali y Loreto, entre 0 y 500 msnm. Esta especie es abundante en el norte de la Amazonía y moderada en el sur de la Amazonía del Perú.

Llega a alcanzar unos 40 m de altura y un ancho de 120 cm de diámetro; tronco recto cilíndrico; aletones no muy desarrollados, gruesos. (ODL, 2011) [33]

Características Técnicas:

Propiedades Físicas

- Densidad básica 0.45 g/cm³
- Peso específico: 0.43
- Contracción tangencial 3.00 %
- Contracción radial 1.00 %
- Contracción volumétrica 3.90 %

Propiedades Mecánicas

- Módulo de elasticidad en flexión 99,000 kg/cm²
- Módulo de rotura en flexión 693.00 kg/cm²
- Compresión paralela (RM) 413.00 kg/cm²
- Compresión perpendicular (ELP) 66.00 kg/cm²
- Corte paralelo a las fibras 87.00 kg/cm²
- Dureza en los lados 373.00 kg/cm²
- Tenacidad (resistencia al choque) 2.88 kg-m

Características de la madera copaiba:

Características de la especie:

Se localiza en el departamento de Ucayali y Loreto, entre 0 y 500 msnm. esta especie es moderada en la Amazonía del Perú.

Puede alcanzar unos 30 m de altura y 60 cm de diámetro. Cresta de brillante verde oscuro. La corteza de la superficie del tallo tiene color amarillo oliva a marrón grisáceo, y tiene un aspecto suave. Corteza viva es de color amarillo; exuda resina, cristalina, abundante. (ODL, 2011) [33]

Características Técnicas:

Propiedades Físicas

- Densidad básica 0.61 g/cm.
- Peso específico: 0.59
- Contracción tangencial 7.00 %
- Contracción radial 3.40 %
- Contracción volumétrica 10.70 %

Propiedades Mecánicas

- Módulo de elasticidad en flexión 112,000 kg/cm²
- Módulo de rotura en flexión 736.00 kg/cm²
- Compresión paralela (RM) 268.00 kg/cm²
- Compresión perpendicular (ELP) 74.00 kg/cm²
- Corte paralelo a las fibras 99.00 kg/cm²

- Dureza en los lados 587.00 kg/cm²
- Tenacidad (resistencia al choque) 3.40 kg-m

Procedimiento de preparación del material experimental

Se tomaron 1 sacos del material con un peso de 20 kg.

Para realizar la mineralización se siguió los siguientes pasos:

- ✓ Se separó el aserrín por bolsas de 1 kg cada una. (ver Foto 4)
- ✓ Por cada bolsa de aserrín se pesó 100 gr de cal. (ver foto 5)
- ✓ Se mezcló el agua con la cal y después se agregó el aserrín dejando el aserrín sumergido por 24 horas para su mineralización. (ver Foto 6)
- ✓ Después de 24 horas se precedió a secar el aserrín al ambiente. (ver Foto 7)
- ✓ El secado fue de 2 días al aire libre, mezclándose cada 6 horas entre sí para un mejor secado.
- ✓ El material ya seco se recolecto en un saco protegiéndolas las del sol. (ver Foto 8)

MARCO TEORICO

Es un área de la ingeniería civil que engloba todo el conocimiento científico de la ingeniería, el empleo práctico y el desempeño del hormigón en la construcción.

Muchas ciencias relacionadas, como la física, las matemáticas, la química y la investigación experimental, están involucradas en su desarrollo y uso.

A diferencia de otras disciplinas de la ingeniería, donde los parámetros involucrados en el fenómeno pueden controlarse significativamente, en la tecnología del hormigón todos los factores interfieren, incluyendo cemento, agua, agregados, aditivos, y las técnicas de elaboración, vaciado, curado y mantenimiento, simbolizan puntos específicos a estudiar y mantener el control de debido a lo cual logren laborar de forma conjunta y eficiente en la ejecución real que necesita.

Principalmente poseemos una secuencia de restricciones referente a cambiar a conveniencia las propiedades de los componentes que participan en el diseño y elaboración del hormigón, por ello cada caso implica un resultado especial, en la que tiene trascendencia influyente la tarea innovadora de los expertos que poseen a su cargo concretar y ejecutar en la práctica, debido a que sorprendentemente, los elementos de un hormigón bueno y uno malo son generalmente los mismos si no comprendemos como aplicarlos correctamente, por ese motivo no es una labor fácil el diseñar y elaborar hormigón de alta calidad. (CARBAJAL E., 2010) [10]

Para realizar este estudio es necesario conocer los siguientes conceptos:

El hormigón es un pseudo-sólido y se ve afectado por los fenómenos fisicoquímicos presentes en una porción de hormigón, por la acción del mismo, como por la estabilidad termodinámica con el ambiente, el hormigón se define como un sistema de dos fases en el que hay una fase, que es la pasta del cemento. (BOCANEGRA, M.; DIAZ, J., 2016) [9]

Las propiedades del hormigón son las siguientes:

Trabajabilidad.

Ésta es una característica principal para varias practicas específicas. Básicamente, los materiales son fáciles de mezclar y la masa resultante se puede manipular, transportar y colocar con mínima pérdida de uniformidad. (BOCANEGRA, M.; DIAZ, J., 2016) [9]

Durabilidad.

El hormigón debe ser capaz de aguantar los elementos que recibe durante su uso, los efectos de los productos químicos y el desgaste. (BOCANEGRA, M.; DIAZ, J., 2016) [9]

Impermeabilidad.

Esta es una propiedad importante del hormigón y, a menudo, se puede mejorar aminorando el exceso de agua en la mezcla. (BOCANEGRA, M.; DIAZ, J., 2016) [9]

Resistencia.

En varios de los casos, son las características del hormigón las que causan preocupación generalmente se define por la resistencia máxima de la muestra bajo compresión. La resistencia a la compresión a los 28 días es la escala más usual de esta característica, ya que el hormigón tiende a aumentar su resistencia con el tiempo. (Velásquez, 2005) [45]

Cemento:

El hormigón es esencialmente una mezcla de dos factores, agregado y masa. Una masa compuesta de cemento Portland y agua que combina agregados (arena y grava o piedra triturada) formando una pasta rocosa a medida que la mezcla se endurece por una acción química entre el agua y el cemento. (Rodriguez, A. , 2011) [38]

Cemento Portland

El cemento Portland es un aglutinante inorgánico hidráulico polifásico artificial obtenido a partir de un proceso intermedio denominado CLINKER, que es una mezcla de carbonato cálcico (CALIZA) y aluminosilicato (Arcilla O MARGAS) u otros elementos de estructura global similar y con suficiente estimulación, anteriormente pulverizados y unificados, se obtiene por cocción, aproximadamente, a 1480 °C, generalmente en hornos rotatorios. En la fase de cocción, se obtiene una unión incompleta y recombinación de los elementos del material básico, produciendo nódulos CLINKER que varían en tamaño de 5 a 50 mm. de diámetro, compuesto principalmente por silicato de calcio hidráulico. Luego, el CLINKER se mezcla con yeso al 5% (sulfato de calcio dihidratado) que se somete a una fase de molienda que conduce a la formación de cemento Portland. (Reglamento Español, 2011) [36]

De acuerdo con la Norma Técnica Peruana NTP 334.009, el cemento Portland es un cemento hidráulico elaborado por acción de la molienda del Clinker que consiste principalmente por silicatos de calcio hidráulicos y generalmente incluye una o más de las formas sulfato de calcio que se agregan durante el proceso de molienda, eso significa:

$$\text{Cemento Portland} = \text{Clinker Portland} + \text{Yeso}$$

El cemento Portland es un polvo verde muy fino. Mezclado con agua forma una pasta muy flexible y manejable (pasta) que, tras condensarse y solidificarse, genera una gran resistencia y durabilidad. (NTP 334.009, 2001) [27]

Materias primas del cemento Pórtland

Los fundamentales materiales básicos necesarios para fabricar cemento Portland son:

Materiales calcáreos: Tendrá un contenido óptimo de carbonato cálcico (Co_3Ca) entre el 60% y el 80% y no deben contener más del 1,5% de magnesio. Aquí tenemos calizas, yesos y margas en general, estos ingredientes aportan óxido de calcio o cal.

Materiales arcillosos: Debe contener entre un 60% y un 70% de sílice. Estos materiales proporcionan dióxido de silicio o sílice, así como aluminio o alúmina, Aquí, generalmente se hallan las pizarras, esquistos y arcillas en común.

Minerales de fierro: Aporta óxido de hierro en mínimas porciones. En algunos casos, vienen con arcilla.

Yeso: Proporciona sulfato de calcio. (Torre, A., 2011) [40]

Composición Química del cemento

El cemento Portland no es una composición pura ya que no es posible atribuir una fórmula química exacta; sin embargo, se compone de varios elementos conocidos que, que, en combinación, obedeciendo a las leyes ponderales de la química pura, es posible disminuir la estructura elemental en una serie de relaciones de estequiometrias, que nos permite comprender, alterar y tener control de sus propiedades durante la producción como cuando se utiliza como material de construcción. (López, 2003) [23]

Durante el proceso de cocción en la producción de clínker de cemento Portland, el óxido de calcio se junta con los elementos ácidos del material básico para crear cuatro elementos básicos que forman el 90% en peso del cemento. También hay yeso y otros materiales. A continuación se muestran los compuestos básicos, sus fórmulas químicas y sus abreviaturas: (Rodríguez, A. , 2011) [38]

Propiedades de los compuestos principales

Silicato tricálcico (C3S).-

Conocida como Alita, esta es la etapa primaria de la mayoría de los clinkers Portland y está hecha de 73,7% de cal y 26,3% de ácido silícico. Este elemento presenta cristales poligonales bien moldeados, de tamaño variable con el grado de cristalización, que se desarrollan bien cuando se calcina a temperaturas suficientemente elevadas y durante un tiempo prolongado, así como en presencia de fases suficientemente líquidas.

El silicato tricálcico aporta muy importante a la resistencia inicial, es su alta tasa de hidratación, por lo que también incrementa su calor de hidratación, se calcula que el calor completo de hidratación del mismo es de 120 cal / gr. (Barriga, P., 2012) [8]

Silicato bicálcico (C2S).-

Conocida como Belita, esta es la etapa secundaria más importante del clinker, que tiene 65,1% de cal y 34,9% de ácido silícico. Este elemento tiene cristales relativamente grandes, con contornos redondeados y tamaños variables.

El silicato dicálcico tiene una tasa de hidratación lenta y plantea una baja térmica, 62 cal / gr, por acción de la tasa de endurecimiento lento, el aporte del silicato dicálcico a la resistencia inicial es muy pequeño, siendo su influencia mínima a la resistencia principal del recurso. Su equilibrio química es suficientemente buena, por lo que se recomienda encarecidamente el uso de cemento con elevada cantidad de silicato dicálcico para la elaboración de hormigón resistente a los sulfatos. (Barriga, P., 2012) [8]

Aluminato tricálcico (C3A).-

El aluminato tricálcico consta de 62,3% de cal y 37,7% de alúmina. Este elemento tiene un color oscuro cuando se ve bajo el microscopio de clínker, después del álcali, el aluminato es el primer compuesto de cemento que reacciona con el agua. Su endurecimiento se produce a una tasa de humedecimiento muy elevada, que ocurre casi instantáneamente, por lo que es necesaria la suma de sulfato de calcio para manejar esta tasa de humedad. El aluminato tricálcico ayuda a incrementar la resistencia en las primeras horas, su temperatura de humedecimiento es muy alta 207 cal / gr. El aluminato tricálcico es muy susceptible a la actividad de los sulfatos y cloruros, gracias a la creación de sales de sulfoaluminato y cloroaluminato, la formación de estas sales es común en la naturaleza y puede hacer que el concreto se agriete y colapse. Su modo de acción se produce por la catálisis del sulfato cálcico con hidroaluminato tricálcico derivado del humedecimiento del aluminato tricálcico, lo que facilita la creación de los denominados bacilos de cemento químicamente sulfoaluminato cálcico hidratados, este compuesto es responsable de las formas más corrosivas del cemento. (Barriga, P., 2012) [8]

Ferroaluminato tetracálcico (C3A).-

El ferroaluminato de tetracalcio contiene 46,1% de cal, 21% de alúmina y 32,9% de óxido de hierro. Se le conoce como Celita clara o Ferrito. Este elemento tiene un valor de humedecimiento de 100 cal / gr y una alto equilibrio químico, estos cementos ricos en compuestos tienen limitaciones específicas de uso en todos los casos donde la resistencia a los agentes químicos es mayor que la resistencia mecánica. (Barriga, P., 2012) [8]

Tipos de cemento portland

Cementos Pórtland estándar (Sin adición)

TIPO I, Los cementos convencionales de uso general se utilizan con mayor frecuencia para estructuras, cuando no se requieren características únicas para los otros cuatro tipos de cementos. (ASTM, Apuntes Ingeniería Civil, 2012) [7]

También se debe de conocer los conceptos, características y propiedades de aserrín:

Es un subproducto del proceso de la transformación de la madera se compone de tres factores primordiales: lignina, celulosa y hemicelulosa. Lignina, que se encuentra evidentemente en los revestimientos de celulosa y hemicelulosa, en capas de xilema y en las paredes fibrosas de las células; que es el factor más tenaz, y de modo que preserva los elementos menos tenaces del polisacárido frente a la actividad microbiana. La lignina es un polímero variado basado en fenilpropano, un "monómero" con radicales aromáticos (fenil) e hidrocarburos alifáticos (propano).

Su primordial virtud de este elemento es su accesibilidad, ya que requiere una elaboración mínima y hay una gran cantidad de residuos de la manufactura forestal. Este elemento es parcialmente hidrófilo, por lo que su área debe modificarse para optimizar la eficacia de permeabilidad. (Jiménez, M.; Padilla, G., 2012) [20]

Particularidades del concreto de aserrín

El hormigón aserrín es un hormigón modificado hecho de cemento gris, áridos ligeros y aserrín. Tiene la particularidad de aportar características muy distintas a distintas especies vegetales. Muchos de ellos contienen cantidades importantes de tanino, sustancia que tiene la propiedad de reaccionar con el cemento. Por ello, para evitar el inconveniente posterior, es mejor eliminar todos los materiales ricos en taninos, como: roble, sauce, pino, olmo, castaño y otros, recomendamos utilizar maderas blandas, como: pino, abeto, pino caducifolio. , chopo, entre otros. (Macuarisma, C; Martinez, A, 2010) [24]

Se ha practicado con éxito el uso de diversos agentes denominados mineralizantes, en los que se impregnan virutas de madera antes de mezclarlas con cemento, para

evitar o reducir la extracción de retardadores de procesos aglomerados. Entre los minerales, se pueden mencionar CaCl_2 , MgSiF_6 , formiato cálcico y acetato cálcico, polietilenglicol, MgSiF_6 , entre otros. Sin embargo, los efectos de estos minerales son limitados y su uso también resulta en medidas adicionales y mayores costos de producción. Para obtener una mayor resistencia mecánica en poco tiempo, la adición de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ y $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Estos dos componentes producen el mineral etringita ($\text{C}_3\text{A} \cdot 3\text{Ca}(\text{SO}_4) \cdot 32-36\text{H}_2\text{O}$) que se precipita debajo de él. para formar cristales largos en forma de aguja y contribuir así a la resistencia mecánica a corto plazo. (Macuarisma, C; Martínez, A, 2010) [24].

El hormigón aserrín se puede utilizar para la construcción de paredes, tabiques y revestimientos de paredes. También se utiliza en productos para suelos mediante el prensado de productos compactos.

El hormigón aserrín se utiliza para el acabado de suelos sin juntas y producir baldosas prefabricadas; su uso en elementos de pared y techo ha tenido un gran éxito en proyectos donde es posible moverse libremente, como estructuras a base de paneles prefabricados moldeados entre los pilares. Con base en la relación de mezcla a volumen, el peso específico del hormigón aserrín se localiza entre 640 y 1600 Kg./M³, con una resistencia a la compresión a 28 días que varía de 18 a 352 Kg / cm². (Hermosilla, G., 2006) [16]

Características naturales de la madera

La madera está compuesta principalmente por materiales orgánicos como: carbono (50%), hidrógeno (6%), oxígeno (44%) y nitrógeno (0,1%). Los componentes básicos de la madera, cuando se combinan con diferentes elementos, suelen formar dos grupos de componentes, constituyendo la pared celular que se ubican las primordiales macromoléculas: celulosa, hemicelulosa (poliosas), lignina e incluso minimas cantidades de elementos pécticos, que están presentes en las maderas; el otro grupo son las componentes de bajo peso molecular, también llamadas componentes extraíbles, que se halla en cantidades más pequeñas. La razón y la constitución química de la lignina y la poliosis difieren entre las maderas coníferas y latidolias,

pero la composición de la celulosa es similar en las maderas. (Jiménez, M.; Padilla, G., 2012) [20]

Celulosa

Reconocido como una de los elementos orgánicos más prolifero en la naturaleza, es uno de los principales tipos de carbohidratos de la madera, especialmente los llamados polisacáridos insolubles en agua, disolventes orgánicos, ácidos diluidos y alcalinos. Es concurrente en el 40 al 60% de la composición de la pared celular. La celulosa puede sufrir dos transformaciones: oxixelulosa e hidroxixelulosa. La oxixelulosa se origina por oxidación parcial de la celulosa por agentes oxidantes como hipoclorito, permanganato o dicromato. La hidroxixelulosa se deriva de la acción de ácidos diluidos. Vale la pena mencionar ambos tipos de celulosa modificada porque su presencia da como producto desperfectos en la madera y una menor resistencia.

Hemicelulosa

Se define como la fracción de celulosa que puede extraerse de la madera mediante álcalis diluido, caliente o frío, e hidrolizarse en componentes ácidos o dulces utilizando ácido diluido. Es un componente deforme compuesto por polisacáridos como manosa, galactosa, arabinosa, xilosa, ácido urónico y algunas veces ramnosa.

Lignina

El termino lignina deriva del latin *lignum*, que equivale a madera; por lo tanto, los árboles que contienen grandes cantidades de lignina se denominan plantas leñosas.

Las ligninas se forman por la extracción irreversible de azúcares del agua, formando compuestos aromáticos. Los polímeros de lignina es un sistema reticulado con un peso molecular de 10.000 amu.

Se representa por ser un compuesto aromático (no carbohidrato) en el que están presentes abundantes sistemas de polímeros. Después de los polisacáridos, la lignina es el polímero orgánico muy presente en el mundo vegetal. Este elemento de madera asegura la rigidez de las paredes celulares. Esto se debe a que el tejido leñoso resiste

el ataque microbiano y evita la penetración de enzimas que dañan la pared celular. (Reyes, 2013) [37]

Composición Mecánica del aserrín

En el siguiente cuadro se observa las propiedades mecánicas más importantes del aserrín para emplearse como agregado que es, su humedad, esto nos indica cuanta humedad tiene el aserrín para poder tener en cuenta en el momento de elaborar el diseño de mezcla, observamos su porosidad que nos indica su cantidad de vacíos que tiene el material. **Ver anexos tabla 2.**

Composición química de la ceniza de aserrín

El siguiente cuadro apreciamos los valores que tendría el aserrín si se activa térmicamente, podemos observar la composición química de diferentes tipos de residuos madereros. **Ver anexos tabla 3.**

Parámetros para definir al aserrín como agregado fino según NTP 400.012

La NTP 400.012 Se aplica a la determinación de las cualidades de los componentes planteados para su empleo como agregado o de los utilizados como tales. Los datos obtenidos se utilizarán para definir la realización de la clasificación de la dimensión de la partícula con las especificaciones y para proporcionar los datos requeridos para verificar el proceso de elaboración de conglomerados.

Los valores de precisión de los agregados finos (ver anexo 4) se obtuvieron con 500 g de la muestra de prueba. La modificación de este procedimiento en 1994 permitió minimizar la muestra a un mínimo de 300 g. Se analizó los productos de las muestras de control de 300 g y 500 g, y las muestras 99 y 100 (las muestras 99 y 100 son en esencia semejantes) obtuvieron los valores de exactitud (**ver anexo Tabla 5**), solo hay una ligera diferencia según el tamaño.

Aserrín como agregado

El aserrín es básicamente celulosa. La madera maciza es más compacta que el agua, la densidad es de grosso modo 1,5 según el tipo de madera. Aun así, la madera seca puede flotar en el agua porque parte de su cuerpo está llena de vacíos de aire. La densidad se perjudica por la cantidad de caucho y resina que puede contener la madera. La densidad del pino blanco, que es la especie más frecuente, oscila entre 0,40 y 0,46. Según la norma de clasificación de agregados, ASTM, el aserrín se considera un agregado liviano: pasa a través de una malla de 9.5 mm, pasa casi por completo a través de la malla de 4.75 mm y la mayor parte se mantiene en una rejilla de 75 μ m. (Monroy, 1999)

El INEI (2015) nos establece que “la producción de madera aserrada en el Perú es de 667153 m³ y en el departamento de Ancash es de 3593 m³”, en Chimbote la obtención este material es muy fácil y es económico.

Productividad, y accesibilidad del aserrín

Según INEI (2015) “la producción de madera aserrada en el Perú es de 667’153 m³ y en el departamento de Ancash es de 3’593 m³”, entonces se puede decir que si hay oferta para este producto, su accesibilidad es muy fácil en Chimbote existen varias madereras y carpinterías que venden este producto por sacos.

También se debe de conocer los tipos de agregados:

Los conglomerados son materiales procedentes de la trituración artificial o natural de rocas que se encuentran en la naturaleza, cuyo tamaño puede variar desde partículas apenas visibles hasta fragmentos de roca sustanciales, a partir de los cuales se generan agregados finos y gruesos. Estos agregados ayudan a fortalecer el hormigón y reducir sus costos internos. (Gonzales, C; Veliz, J, 2015) [15]

El agregado fino

Un agregado fino se precisa como un conglomerado que surge de la descomposición artificial o natural de la roca, pasa por una maya de 9.4 mm (3/8 ") y está sujeto a límites establecidos en las Normas NTP 400.012 ó ASTM C 33. (Universidad Ricardo Palma, 2011) [42]

Propiedades físicas:

Los áridos finos utilizados en el hormigón deben cumplir con diversas condiciones mínimas de calidad de acuerdo con los criterios de la norma peruana. (NTP).

Peso unitario

El peso unitario acata varias limitaciones características del agregado, como la forma, el tamaño y granulometría, y la humedad presente; también obedece a causas externas como la compactación, el máximo tamaño de áridos en proporción al volumen del contenedor, métodos de consolidación, etc.

Peso específico

El peso específico es la proporción entre el peso y volumen del material, su variación con el peso unitario es que no considera el volumen ocupado por el material. Este valor es necesario para elaborar la dosificación de la mezcla y también para comprobar que el agregado corresponde a un material con peso normal.

Contenido de humedad

Esta es la porción de agua presente en el conglomerado fino. Esta cualidad es fundamental porque dependiendo de su estimación (en tanto por ciento), la porción de agua en el hormigón cambia.

Absorción

Es la facultad de los agregados finos de absorber agua cuando esta llega a ellos. Del mismo modo que la humedad, esta característica afecta la porción de agua en la razón agua / cemento en el hormigón.

Granulometría

Medición de partículas que indica a la contextura de partículas de arena. El estudio de las partículas parte la muestra en fracciones de partículas de igual tamaño, dependiendo de la abertura del tamiz utilizado. La norma técnica peruana ha establecido especificaciones granulométricas.

Módulo de finura

Este es un índice próximo y simboliza la dimensión de la partícula promedio del espécimen de arena, que se utiliza para verificar la homogeneidad de las leyes. La norma dispone que la arena tendrá un módulo de finura no menor a 2.35 ni mayor a 3.15.

Superficie específica

Es el sector de la superficie general de las partículas aglomeradas por cantidad de peso, para determinarlo se observan dos hipótesis: el total de las partículas son esféricas y el tamaño promedio de las partículas que pasan por una malla y son detenidas en la otra malla, es igual a la media de las partículas.

El agregado grueso

El conglomerado grueso se puntualiza como elemento de descomposición natural o artificial, que se mantiene en una malla de 4.75 mm (No 4) y está sujeto a restricciones establecidas en la Norma N.T.P. 400.037 ó ASTM C 33. (Universidad Ricardo Palma, 2011) [42]

Propiedades físicas

El agregado grueso utilizado para hacer hormigón de alta resistencia, además de los requisitos mínimos de la norma, debe cumplir con estos requisitos, obtenido a partir de roca ígnea de grano fino, la dureza no es inferior a 7, y la resistencia a la compresión no es inferior al doble de la resistencia lograda en el hormigón. (BOCANEGRA, M.; DIAZ, J., 2016) [9]

Peso unitario

El peso unitario del conglomerado es el peso que logra una cierta unidad de volumen, expresada en Kg/m³. El valor del agregado normalmente está en el rango de 1500 y 1700 Kg/m³.

Peso específico

Este atributo es una señal la naturaleza del conglomerado; Rangos entre 2.5 y 2.8 pertenecen a conglomerados de alto grado, entre tanto los rangos más bajos indican mala calidad (poroso, débil y completamente acuoso, etc.)

Contenido de humedad

Esta es la proporción de agua presente en el conglomerado grueso. Esta característica es primordial porque dependiendo de su estimación (en tanto por ciento), la medida de agua en el hormigón cambia.

Absorción

Es la facultad del conglomerado grueso para absorber el agua que llega a él. Del mismo modo que la humedad, esta característica afecta la porción de agua en la razón agua / cemento en el hormigón.

Granulometría

Medición de partículas que indica la contextura de la partícula de los conglomerados. Para concreto de elevada resistencia, no se recomienda usar toda la granulometría del conglomerado grueso, la investigación ha definido usar el máximo tamaño de roca dentro de un rango para lograr una resistencia a la compresión óptima.

En una mezcla de hormigón es importante el agua, por lo tanto, se debe de conocer lo siguiente:

El agua es un factor esencial en el sector de la ingeniería civil, lo que nos permite desarrollar diversas operaciones, incluida la preparación del hormigón, esto representa del 15 al 20% del volumen de hormigón fresco, dependiendo de la razón agua-cemento de la mezcla utilizada. (Macuarisma, C; Martinez, A, 2010) [24]

Agua de mezclado

El agua ejecuta dos labores importantes en las mezclas de cemento Portland. Primero, responde químicamente con el cemento para formar la porción densa del adhesivo de cemento Portland (HCP), que le da al hormigón su resistencia. Por otro lado, asegura la trabajabilidad de la mezcla, una característica extremadamente importante para la formación de un hormigón homogéneo y bien compactado. Muy poca agua elaborara un hormigón seco, denso, difícil de compactar y homogeneizar, por tanto, lo hace quebradizo. Por otro lado, demasiada agua hará que se formen más vacíos a medida que el agua se evapora, y se producirá la segregación lo que imposibilitará lograr un concreto uniforme, lo que conduce a un concreto frágil. En otras palabras la porción de agua tiene un intervalo, o más bien una dimensión óptima para impedir estar en situaciones límites. (acaceres, 2010) [2]

Requisitos para el agua de mezclado según Norma Técnica Peruana (ver anexo tabla 6)

Diseño de Concreto

El diseño de mezcla se precisa como la técnica para calcular la cantidad de materiales utilizados (cemento, agua, agregados, aditivos) para formar un volumen de concreto fresco de alta calidad que cumpla con los requisitos reglamentarios de la estructura bajo diseño. Por lo tanto, cuando se fabrique, se debe basar en las siguientes pautas básicas:

- Usar un tamaño de grava más grande apropiado para el tamaño de la estructura, el espaciado de las barras de refuerzo, vaciado del concreto y la resistencia de diseño.
- Obtenga la calidad de concreto especificada al menor costo posible. Entre los componentes comunes del hormigón, el cemento es el más caro y tiende a usarse en cantidades mínimas sin comprometer las propiedades requeridas. (uson, 2009) [43]

El diseño concreto es el proceso de seleccionar un material para que tenga buena trabajabilidad y consistencia, y tomar la trabajabilidad como dimensión que lo define como su capacidad para ser vaciado y solidificado, ensayos (Cono de Abrams), que

determina la estabilidad y soltura de la mezcla de diseño, la estabilidad es la condición de soltura, la dureza o suavidad de la mezcla, La ductilidad es la variación de forma y fluidez del hormigón fresco. El exudado es el comportamiento del agua de mezcla que sube a la cara superior durante la fase de endurecimiento.

El diseño del hormigón es un proceso de prueba y error, y aunque hay varias características significativas del hormigón, la mayoría de los procesos de diseño se basan primordialmente en alcanzar la resistencia a la compresión en una cierta edad y la capacidad de trabajo apropiado durante un cierto período de tiempo al poner en marcha una estructura. (BOCANEGRA, M.; DIAZ, J., 2016) [9]

Relación agua cemento

La razón agua / cemento es un variable fundamental en la constitución del concreto. Afecta la resistencia, durabilidad y retracción del hormigón

La razón agua / cemento aumenta al aumentar la porción de agua y disminuye al aumentar la porción de cemento. En cualquier caso, cuanto menor sea la razón agua / cemento, más favorables serán la característica de endurecimiento de la pasta de hormigón.

La importancia de la razón agua / cemento fue investigada por Duff A. Abrams hace 60 años. Abrams, un experto estadounidense, estudió varios tipos de concreto con diferentes composiciones y formuló la ley de que, para ciertos agregados, la resistencia depende solo de la razón agua / cemento. Esta investigación condujo a adelantos considerables porque otras características valiosas del hormigón están sujetas a la razón agua / cemento. (Snitcofsky G., 2010) [39]

Durabilidad del concreto

Precisa a la durabilidad como "la capacidad del hormigón para soportar los efectos de los agentes atmosféricos, acción química, fricción u otra clase de daño".

A varios técnicos les gusta dicen que "es el carácter del hormigón endurecido lo que determina su resistencia a los efectos del entorno circundante; acciones, ya sean químicas, físicas o biológicas, que están comprometidas; a consecuencia de la erosión,

efectos de fuego y radiación: efectos de desgaste y / o cualquier otro medio de desgaste". Comité 201 del Instituto Americano del Concreto (ACI).

Denota que el hormigón está diseñado para tener una resistencia a la compresión mínima. Esta delimitación de la resistencia tiene ciertos límites en el momento que se determina una relación máxima de agua / cemento y una porción condicional de aglutinante.

Es fundamental asegurarse de que las condiciones no sean excluyentes entre sí o que, en pocos casos, la razón agua / material aglutinante se convierta en la característica fundamental para la durabilidad.

Esto conlleva a encontrar que una pasta o mezcla perfecta diseñada para durar no producirá ningún efecto sin los procedimientos de colocación, compactación final, protección y endurecimiento. (BOCANEGRA, M.; DIAZ, J., 2016) [9]

Dosificación de una mezcla de concreto

Demostramos la relación entre los materiales disponibles y la mezcla de hormigón que satisfaga estas propiedades se puede obtener mediante tanteo y error o a través de un método de ajuste y reajuste. Este método implica la preparación de mezclas de hormigón con ratios originales calculados por diferentes métodos.

Se hacen varios estudios de inspección de calidad en la mezcla de prueba, como rendimiento, trabajabilidad, unidad de masa, tiempo de fraguado y resistencia a la compresión.

Estos resultados se verifican con las delimitaciones y si se vuelven inconsistentes o insatisfactorios en términos de calidad, se ajusta la cantidad, la mezcla debe pasar todos los estudios de inspección de calidad, nuevamente, si no califica, es necesario revisar materiales, métodos de diseño y otras mezclas de hormigón para cumplir con las especificaciones. (Barriga, P., 2012) [8]

Datos de los materiales

Se deben conocer las características de los componentes utilizados:

- Granulometría
- Módulo granulométrico de la arena
- Tamaño máximo de la piedra
- Densidad aparente de la piedra y densidad aparente de la arena
- Absorción de la piedra y Absorción de la arena
- Peso unitario compactado de la piedra
- Humedad de los conglomerados antes de hacer las mezclas
- Densidad del cemento

Proceso para el diseño de mezclas de concreto

- Analizar de las delimitaciones de la obra
- Definir la resistencia a la Compresión.
- Seleccionar el asentamiento
- Consideración del aire contenido
- Calcular contenido de agua
- Determinar la razón agua/cemento
- Contenido del cemento
- Confirmar las granulometrías de los conglomerados
- Calculo del conglomerado grueso
- Calculo del conglomerado fino
- Corrección por humedad
- Corrección del diseño de mezcla

Esto muestra que los procedimientos para desarrollar el diseño de mezclas del hormigón van desde métodos empíricos y análisis experimental hasta métodos volumétricos, todos estos procedimientos progresan y conducen a procesos impulsados por las demandas de los diseños y se han evolucionado una serie de guía uniformizadas para cumplir con la calidad del hormigón en obra. Comité 201 del American Concrete Institute (ACI)

Trabajabilidad

Señalan que la capacidad de instalación, solidificación y terminado del hormigón fresco y la calidad de la resistencia a la segregación se conoce como trabajabilidad. El hormigón debe poder trabajarse, pero los componentes no deben disgregarse a lo largo del transporte y la manipulación.

La calidad de trabajo requerido para colocar correctamente el hormigón está controlada por el método de vaciado, el modelo de consolidación y el tipo de hormigón. Las distintas clases de colocación ordenan distintas clases de maniobrabilidad.

Los elementos que afectan la trabajabilidad del hormigón son: (1) técnica y tiempo de transporte; (2) porción y propiedades del material cementante; (3) estabilidad del hormigón (consistencia en cono de Abrams); (4) la dimensión, estructura y la textura de la superficie de los conglomerados finos y gruesos; (5) aire contenido (aire incorporado); (6) porción de agua de mezcla; (7) temperatura del aire y del hormigón, (8) aditivos.

La partición similar de partículas de conglomerado y la existencia de aire atrapado ayudan a controlar la separación y mejoran la trabajabilidad.

Las propiedades de procesabilidad incluyen consistencia, separabilidad, portabilidad, bombeabilidad, capacidad de sangrado y acabado. La estabilidad se considera buena señal de manejo.

La consistencia, el cono de Abram es usado para medir de la densidad y el contenido de humedad del hormigón. El hormigón de bajo hundimiento tiene una densidad dura o seca. Si la densidad es muy seca y dura, el posicionamiento y compactación del hormigón será difícil y las partículas de agregado más considerables pueden separarse de la mezcla.

Sin embargo, no se debe suponer que es más factible obtener una mezcla más húmeda y líquida. Si la masa está muy húmeda, pueden producirse separaciones y huecos. La densidad debe ser ni tan seca ni tan húmeda para que se pueda seguir utilizando el

equipo de consolidación existente en la colocación. (BOCANEGRA, M.; DIAZ, J., 2016) [9]

Sangrado y asentamiento

El sangrado (exudación) se define como la formación de una capa de agua en la parte superior o sobre el área del hormigón recién vaciado. Es causada por la precipitación (asentamiento) de las partículas sólidas (cemento y conglomerados) y también por el agua que asciende a la cara superior. La exudación es frecuente y no compromete la calidad del hormigón correctamente vaciado, terminado y curado.

Algunos sangrados son útiles para controlar el agrietamiento por contracción plástica. Por otro lado, un aumento excesivo de la razón agua/cemento próximo a la cara superior; se puede formar una capa superficial frágil y de corta duración, especialmente si se termina mientras todavía hay agua. Pueden producirse huecos y bolsas de agua, lo que da como resultado un terminado prematuro en la superficie. (Según Kosmatka 2010).

Una vez que se haya evaporado la totalidad del agua (sangrado), el área sólida estará ligeramente más baja que el área recién vaciada. Esta reducción de nivel desde el momento del vaciado (colocación, vaciado) hasta el comienzo del endurecimiento se denomina reducción por precipitación. La tasa de exudación y la capacidad de asentamiento (sedimentación en su totalidad por porción en peso del hormigón inicial) incrementa con el volumen de agua inicial, nivel del testigo de hormigón y la presión.

La utilización de conglomerado de tamaño adecuado, ciertos aditivos químicos, aire contenido, aglutinantes adicionales y cemento más fino, reducirán la exudación. El hormigón utilizado para llenar huecos, debe soportar e impermeabilizar con buena adherencia debe tener un exudado bajo para evitar bolsas de agua.

Dado que el aserrín se tratará con cal, los detalles son los siguientes:

La cal es una sustancia blanca de óxido de calcio, que se hidrata o apaga al contacto con el agua, liberando calor, y se utiliza principalmente en la fabricación de cemento. (Otero, A., 2011) [35]

Propiedades de las cales

Densidad

El peso específico de la cal es 2,25 kg / dm³. Para la cal hidráulica, varía entre 2,5 y 3,0 kg / dm³. El peso específico total de la cal se puede estimar en alrededor de 0,4 kg / dm³. para cal de aire y 0,5 a 0,9 kg / dm³. para hidráulica.

Fraguado

El endurecimiento de la cal es un grupo de operaciones químicas; que consiste en la reducción del agua sobrante utilizada en el amasado de la masa, seguida por el reemplazo del agua por CO₂ atmosférico, que vuelve a transformar el hidróxido en carbonato cálcico. Dado que el dióxido de carbono seco no se activa con el hidróxido de calcio seco, se necesita humedad. El tiempo de fraguado de la cal aérea no está especificado en la norma, pero se puede decir que es un aglutinante de fraguado lento.

Estabilidad de volumen

La cal aumenta su volumen tras su instalación (después de varios meses). Se ubica en las fracturas transversales del enlucido que corresponden a las juntas del ladrillo.

Resistencia mecánica

La cal tienen una resistencia no superior a 50 Kp / cm² y, por tanto, se utilizan en piezas que no soportan carga. (Otero, A., 2011) [35]

Cal como mineralizante

El tratamiento del aserrín se basa principalmente en el recubrimiento de partículas de cal después de la mezcla mecánica, con el fin de crear una película protectora que evite el impacto de los azúcares en el aserrín. La cantidad de cal utilizada para cada espécimen es proporcional a la masa del aserrín, que se estima en un 10% en este caso. (Macuarisma, C; Martinez, A, 2010) [24]

Para controlar nuestro diseño de concreto se deben de realizar los siguientes ensayos:

Ensayos en el concreto

El hormigón es un elemento primordial en la construcción, por lo que es imprescindible definir su condición y buenas propiedades a las cargas de diseño y durante la construcción, para lo cual a menudo se realizan diversas pruebas de control cuando era fresco y endurecido.

Ensayos en el concreto en estado fresco

Estos exámenes son necesarios para comprobar las propiedades originales del hormigón y la influencia de los aportes sobre la mezcla final, verificando así la colocación en servicio. Se debe verificar las mezclas de diseño o muestras de investigación. El tiempo para realizar las pruebas normalmente no debe exceder los 15 minutos una vez tomada una muestra, se tiene las siguientes condiciones:

Ensayo para la medición del asentamiento (ASTM C143) (NTP 339.035):

Esta prueba es comúnmente utilizada para medir la densidad del hormigón, aunque no determina todos los componentes que aportan a la trabajabilidad, sin embargo, por conveniencia se utiliza como comprobación del control porque da una orientación de la homogeneidad de la mezcla. El cono de Abrams se utiliza para esta prueba y el tiempo de examinación no debe exceder los 2,5 minutos después de tomar la muestra de la mezcla.

Consiste en vaciar un modelo de hormigón recientemente mezclado (compactado con una varilla) en un molde troncocónico. El molde se eleva y el hormigón puede derrumbarse. Se evalúa la distancia vertical desde el centro de desplazamiento y se anota el valor del slump del hormigón en pulgadas. En laboratorio con un control preciso de todos los elementos aglutinantes, el colapso suele ocurrir porque la porción de agua de la mezcla aumenta en proporción directa y, por ende, es proporcionalmente inversa a la resistencia del concreto. (ASTM, Norma ASTM C 143, 2009) [6]

Ensayo para determinar el peso unitario y densidad (ASTM C138)(NTP 339.046):

Este procedimiento determina el peso específico del hormigón fresco y presenta fórmulas para la productividad, la porción de cemento y el aire contenido en el hormigón fresco.

El rendimiento se define como el volumen de hormigón elaborado a partir de una mezcla de materiales con propiedades establecidas.

Para realizar esta prueba se emplea un molde rígido que se llena y compacta cuidadosamente. La masa de hormigón se determina sustrayendo la pasta del molde de la pasta total; Para elaborar la densidad, la pasta del hormigón se divide por la masa del molde. El valor de rendimiento (PU real entre los PU teóricos) debe estar entre 1,00 / - 0,02 para que se considere aceptable. (Valencia & Ibarra, 2013) [44]

Cálculo para la densidad (peso unitario).

Divida el peso real del concreto por el volumen del molde (Vm) para calcular la densidad (D). Calcule el peso neto del concreto (lb o kg) restando el peso del molde hueco (Mm) del peso del molde lleno de concreto (Mc) de la siguiente manera: (ASTM, Norma ASTM C 138, 2009) [5]

$$D = \frac{(M_c - M_m)}{V_m} \quad M_{c\text{neto}} = M_c - M_m$$

Cálculo para el rendimiento.

El rendimiento se calcula de la siguiente manera:

$$Y(\text{yd}^3) = \mathbf{M}/(\mathbf{D} * 27)$$

$$Y(\text{m}^3) = \mathbf{M}/(\mathbf{D})$$

Volumen elaborado (rendimiento): volumen de concreto elaborado por mezcla sabiendo la porción de los agregados incorporados. (ASTM, Norma ASTM C 138, 2009) [5]

Cálculo para el rendimiento relativo.

El rendimiento relativo es la cantidad de volumen real de hormigón adquirido del volumen diseñado por tanda.

$$Ry = \frac{Y}{Y_d}$$

Cálculo para el contenido de cemento.

$$C = \frac{C_b}{Y}$$

Cálculo para el Contenido de aire.

$$A = \left[\frac{(T - D)}{T} \right] * 100$$

$$A = \left[\frac{(Y_f - V)}{Y_f} \right] * 100(\text{pulg.} - ft)$$

$$A = \left[\frac{(Y - V)}{Y} \right] * 100(SI)$$

Donde:

Y = Rendimiento, volumen del concreto elaborado por tanda (yd³ o m³)

M = Peso total de los conglomerados, lb o Kg

D = Densidad del concreto (peso unitario), lb/ft³ o kg/m³

A = Aire incorporado (porcentaje de vacíos) en el concreto

C = Contenido actual de cemento, lb/yd³ o kg/m³

Cb = Peso del cemento por tanda, lb o kg

M = Peso total de los conglomerados por tanda, lb o kg

Mc = Peso del recipiente lleno con concreto, lb o kg

Mm = Peso del medidor vacío, lb o kg

Ry = Rendimiento relativo

T = Peso específico teórica del concreto, lb/ft³ o kg/m³

Yd = Volumen del concreto que se diseña para la elaboración de la tanda, yd³ o m³

Yf = Volumen del concreto elaborado por tanda, ft³

V = Volumen absoluto total de los materiales por tanda, ft³ o m³

Vm = Volumen del medidor, ft³ o m³. (ASTM, Norma ASTM C 138, 2009) [5]

Ensayo para determinar temperatura del concreto (ASTM C 1064)(NTP 339.184):

Esta prueba se usa para probar la temperatura del hormigón recientemente mezclado, se puede usar para confirmar que el concreto cumple con los requisitos definidos de temperatura; Es fundamental ejercer esta inspección porque afecta la velocidad de fraguado inicial del hormigón, que es afectada por la temperatura ambiental y la capacidad calorífica específica del material constituyente; Cuanto mayor sea la temperatura en la inspección, la resistencia inicial y el efecto de retracción aumentaran con el pasar del tiempo, lo que puede reducir la resistencia a largo plazo.

La duración de la prueba será de 5 minutos para realizar la prueba y un mínimo de 2 minutos para que se estabilice la medición. Si el concreto tiene conglomerados mayores a 3 pulgadas, puede tomar unos 20 minutos. (ASTM, Norma ASTM C 138, 2009) [5]

Ensayos en el concreto en estado endurecido

Estas pruebas se realizan para especificar la resistencia y/u otros criterios de condición por medio de ensayos estandarizados, realizados sobre testigos de hormigón endurecido o sobre muestras tomadas de una pieza de hormigón que se pueden realizar en campo o durante una inspección de laboratorio. Están clasificados en:

Ensayos destructivos en el concreto:

Estos ensayos realizados en las probetas de hormigón donde determinan, directamente, determinadas características intrínsecas del elemento, que producen un cambio irreversible en la forma, tamaño y / o composición de su química, se mencionan como ejemplos los siguientes:

- Ensayo de resistencia a compresión
- Ensayo a flexo tracción
- Ensayo a tracción indirecta
- Ensayo petrográfico
- Ensayo de contenido de cloruros (si se evalúa una fracción de hormigón)
- Ensayo del grado de carbonatación (si se evalúa una fracción de hormigón)
- Ensayo de permeabilidad
- Ensayo de humedad
- Ensayo de resistencia a la abrasión

Ensayos no destructivos en el concreto:

Este procedimiento permite probar o verificar ciertas características del hormigón solidificado sin alterar permanentemente su tamaño, facilidad de uso, características mecánicas, físicas o químicas. Cada proceso tiene ventajas y restricciones, frecuentemente las pruebas no destructivas proporcionan cifras menos precisas sobre el estado de la variable evaluada que las pruebas destructivas, por ende, es beneficioso integrar los datos obtenidos de las pruebas no destructivas con las cifras de la prueba destructiva; generalmente es más asequible porque no implica la eliminación del testigo ensayado y la mayoría de testigos permiten realizar múltiples iteraciones.

Ensayo de resistencia a compresión

Normas

Normas ASTM C39 - Método de prueba estándar para resistencia a la compresión de probetas cilíndricas de hormigón.

NTP 339.034 - Método de prueba estándar para la determinación de la resistencia a la compresión del hormigón en probetas cilíndricas.

Definición

Esta prueba implica ejecutar una fuerza de compresión axial a una matriz o molde cilíndrico a una velocidad dentro de un intervalo especificado antes de producirse la falla. La tensión de compresión de la probeta se determina a partir del cociente de la carga máxima obtenida durante la prueba y la sección transversal de la probeta. (Universidad Ricardo Palma, 2011) [42]

Importancia

Los resultados de las pruebas de resistencia a la compresión se utilizan principalmente para determinar que la mezcla de hormigón suministrada cumple con los requisitos de resistencia especificados, $f'c$, del proyecto. (imcyc, 2008) [17]

Los datos de los ensayos de resistencia de las probetas se utilizan para planificar trabajos de construcción, como la inspección de calidad, la aceptación del hormigón, la estimación de la resistencia estructural del hormigón, el retiro de encofrado o analizar la posibilidad del curado y la seguridad que se proporciona a la estructura. Los cilindros sujetos a pruebas de aprobación y verificación de calidad se fabrican y curan de acuerdo con los procesos descritos en las Muestras de referencia de curado de acuerdo con ASTM C31 " Práctica estándar para fabricar y curar cilindros de prueba de concreto en campo". Para evaluar la resistencia del concreto en campo, ASTM C31 está desarrollando un procedimiento para pruebas de endurecimiento en campo. Los testigos cilíndricos se evalúan conforme con ASTM C39, "Ensayo de evaluación estándar para resistencia a la compresión de probetas cilíndricas de hormigón" (nrmca, 2006) [26]

Equipos

El aparato de ensayo debe ser de capacidad adecuada, operado eléctricamente (no operado manualmente) y con una tasa de carga de la muestra de 0.25 ± 0.05 MPa / s, continuamente, sin interrupciones ni paradas.

El equipo para la evaluación debe estar contener dos bloques de acero de lados sólidos, uno de ellos descansará sobre una rotula, lo que le permitirá acomodar el lado de la cubierta de la muestra, y la contraparte descansará en la base sólida sobre la cual descansará su trasfondo. Las caras del bloque serán paralelas durante la prueba y tendrán dimensiones al menos un 3% mayores que el diámetro de la probeta. (Valencia & Ibarra, 2013) [44]

Especímenes para ensayo

La prueba se puede realizar en muestras obtenidas en las condiciones que se detallan:

- Testigos curados y diseñados, de acuerdo con la ASTM C31, de un patrón de concreto fresco.
- Testigos Retirados o cortados de una estructura de hormigón endurecido, conforme con la ASTM C42.
- Testigos elaborados con moldes de cilindros vaciados in situ (embebidos en la estructura), conforme con la ASTM C873.

Procedimiento de ensayo

Los testigos para la evaluación de verificación deberán medir 6 x 12 pulgadas (150 x 300 mm) o 4 x 8 pulgadas (100 x 200 mm), cuando se especifique. Las muestras con menor tamaño son más fáciles de fabricar y procesar in situ y en el laboratorio. El diámetro del cilindro deberá tener al menos tres veces la media nominal máximo del conglomerado grueso empleado en el hormigón. (nrmca, 2006)

De acuerdo con ASTM C39 y NTP 339.034, las muestras deberán inspeccionarse lo antes posible después de ser retiradas del curado, es decir, deben probarse en condiciones de superficie húmeda y seca. (Valencia & Ibarra, 2013) [44]

El diámetro del cilindro deberá medirse en dos puntos perpendiculares entre sí a la mitad del tamaño de la muestra y debe promediarse para determinar la sección transversal. Si al medirse los diámetros estos son diferentes al 2%, la prueba del cilindro no es necesaria. (imcyc, 2008) [17]

Antes de colocar la muestra entre los extremos del probador, limpie el área que tendrán contacto con los bloques de acero, superior e inferior y la muestra, evalúe si la aplicación de cubiertas, recubrimientos o el uso de juntas de goma sintética en las tapas son prácticos o no. Los ejes del testigo deben estar alineados con el centro de presión de la máquina para evitar excentricidades.

Compruebe si el marcador de fuerza del equipo está en 0, si no es así, debe reajustarse. Luego, la fuerza se aplica sin pausas y equitativamente, hasta el punto de ruptura la muestra, al final se registra la fuerza máxima y la clase de ruptura que la muestra puede soportar antes de romperse.

Calcule la resistencia a la compresión (R_c) dividiendo la fuerza máxima por el área de sección transversal promedio. (Universidad Ricardo Palma, 2011) [42]

$$R_c = \frac{4P}{\pi D^2} = \frac{P}{A}$$

Consideraciones en el ensayo

Registre como datos de edad de la muestra analizada, el intervalo entre la fecha de la prueba y la fecha de fabricación. Tenga en cuenta las siguientes tolerancias para los tiempos de prueba: (Universidad Ricardo Palma, 2011) [42]. **(Ver anexo tabla 7)**

Para una muestra de prueba de 6 "x 12", el promedio de los resultados de las 2 muestras se tomará como el valor de resistencia del diseño propuesto, y para un tamaño de 4 "x 8" el promedio de las 3 muestras respectivamente, teniendo en cuenta para cada caso el valor máximo de dispersión: (Valencia & Ibarra, 2013) [44]. **(Ver anexo tabla 8)**

Fuente principal de variación

Tener en cuenta el impacto de las variables que resultan del ensayo a la resistencia a la compresión:

Tabla 1: Variación en resultados de resistencia a la compresión.

Alteraciones a causa de las características del concreto	Debido a deficiencias en los métodos de prueba
<ul style="list-style-type: none">1) Alteración en la razón Agua/Cemento<ul style="list-style-type: none">a) Mal control del agua.<ul style="list-style-type: none">a) Mal control del agua de mezcla.b) Modificación de humedad en los conglomerados.c) Llenar con agua en el sitio2) Variación en los requisitos de agua de mezcla.<ul style="list-style-type: none">a) Clasificación, absorción y forma de los agregados.b) Propiedades del Cemento y Aditivos.c) Aire contenido.d) Tiempos de entrega y temperaturas.3) Cambios en las propiedades y cantidades de los elementos.<ul style="list-style-type: none">a) Agregados.b) Cemento.c) Puzolanas.d) Aditivos4) Fluctuaciones debidas al transporte, posicionamiento y compactación.5) Variación en la temperatura y curado.	<ul style="list-style-type: none">1) El procedimiento de muestreo no es adecuado.2) Dispersión debida a los métodos de elaboración, manipulación y curado de las probetas de prueba3) Mala condición del molde del cilindro de prueba.4) Trastorno de curado:<ul style="list-style-type: none">a) Cambio de temperaturab) Cambios de humedad.c) Retraso en el envío del cilindro al laboratorio.5) Mal proceso de prueba<ul style="list-style-type: none">a) En la autorización (capping) de los cilindros.b) En la prueba de compresión.

Fuente: Elaboración propia.

Procedimiento de la experimentación

Se realizará un análisis de las propiedades del agregado grueso, agregado fino, aserrín tratado con cal y piedra. Después se realizará los cálculos necesarios con los resultados que se obtuvieron en laboratorio, en el laboratorio de suelos se procederá a realizar la mezcla del concreto convencional y modificado para elaborar las probetas de concreto se realizarán los ensayos de asentamiento, temperatura, las probetas pasarán por un proceso de curado y ensayos de absorción, las probetas serán puestas al ensayo de compresión a los 7, 14 y 28 días según norma peruana.

Se analizarán los datos obtenidos para elaborar un cuadro comparativo y elaborar las conclusiones.

RESULTADOS

ACERCA DE LAS PRUEBAS REALIZADAS

Analizando en detalle las tablas que presentaremos a continuación, podemos constatar que, en el campo del laboratorio de mecánica de suelos para la preparación de hormigones y sus estudios, se ha implementado en su totalidad una actividad de ingeniería especializada; Constatando y chequeando satisfactoriamente los resultados

Para desarrollar el laboratorio aplicamos correctamente la norma técnica del Perú y A.S.T.M. Son parámetros que superan la norma establecida para la fabricación de hormigón normal, por lo que se considera idóneos.

A. AGREGADO FINO

- El tamaño de partícula del conglomerado fino está dentro de los intervalos especificados por ASTM C-33, por tal, se considera óptimo, incluso en ausencia de mica y arcilla.
- Su módulo de fineza es 2.60, el cual es aceptable, ya que estamos empleando un módulo de fineza mayor al intervalo menor (2.35 – 3.15).
- La densidad de A.F es de 2.65 gr / cm³, se puede catalogar como conglomerado normal porque se encuentra dentro de los límites del intervalo de PE (2.5-2.8).
- Al evaluar la prueba de absorción se obtuvo 1.11% resultado que se debe de considerar en el diseño de mezcla.

B. AGREGADO GRUESO

- Se midió el tamaño de una roca como conglomerado grueso dentro de los intervalos especificados por ASTM C-33 por tal, se define como forma subangular y rugosa.
- En la prueba de absorción se obtuvo 0.64% resultado muy bueno, siendo requerido el resultado menor del 1%, respecto a que las rocas presentan poca porosidad.
- Se determina probando la densidad del conglomerado grueso que el resultado conseguido 2.85g / cm³ está en el intervalo de densidad.
- El tamaño máximo nominal del conglomerado fue de ¾”.

C. ASERRÍN

- ✓ Se determinó que el peso específico del aserrín tiene un valor promedio de 0.51gr/cm³, está dentro del rango de maderas pesadas. (Ver tabla 9)
- ✓ Los estudios elaborados por el laboratorio COLECBI S.A.C. nos dan un valor promedio de PH= 6.64 para el aserrín sin tratar, para la cal nos da un PH=12.71 y para el aserrín tratado con cal nos da un PH=10.24. Este valor de PH=10.24 está en la zona básica según la escala de la Figura 1 adjunta, y en artículo de (Ing. Ycaza, 2011) [18] nos dice que: “un pH alto actúa en protección del acero, por otro lado si el pH comienza a disminuir, da como resultado un medio ácido que ejerce un continuo y continuo efecto de corrosión en el acero.”, por lo cual podemos decir que el PH del aserrín tratado contribuiría a la protección del acero.

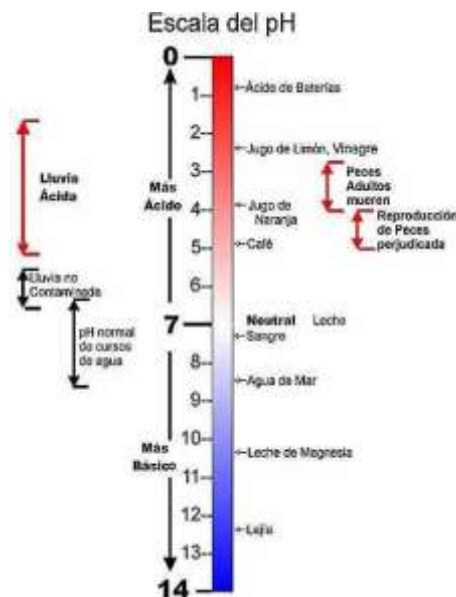


Figura 1. Escala de PH. El azul simboliza pH base, mientras el rojo ácido.

Tabla 9: Clasificación de la madera según el peso específico

Clases		
Madera liviana	G	Menor 0.36
Madera moderadamente liviana o moderadamente pesada	G	0.36-0.50
Madera pesada	G	Mayor a 0.50

Fuente: (Ulbadó, 2016)

D. DISEÑO DE MEZCLA

- El diseño de mezcla en proporción en peso para concreto convencional nos arrojó:
 - Cemento: 1
 - Agregado fino: 3.25
 - Agregado grueso: 3.71
 - Agua: 32.94 lts/bolsa
- Teniendo una razón agua-cemento de **0.75**
- El diseño de mezcla en proporción en peso para 3% de aserrín nos dio:
 - Cemento: 1
 - Agregado fino: 3.15
 - Aserrín: 0.10
 - Agregado grueso: 3.71
 - Agua: 32.31 lts/bolsa
- Teniendo una razón agua-cemento de **0.74**
- El diseño de mezcla en proporción en peso para 6% de aserrín nos dio:
 - Cemento: 1
 - Agregado fino: 3.05
 - Aserrín: 0.19
 - Agregado grueso: 3.71
 - Agua: 33.53 lts/bolsa
- Teniendo una razón agua-cemento de **0.76**

RESISTENCIA A LA COMPRESION PARA PROBETAS PATRON

En la **Tabla 10** se presentan los resultados de resistencia a la compresión para el caso de concreto convencional. Los resultados experimentales son satisfactorios para los casos de 7, 14 y 28 días, cuyas relaciones de resistencia de compresión promedio de 77.68, 94.22 y 105.14%, respectivamente, superan los valores límite establecidos por el instituto Americano de Concreto (ACI) [3] que los caracterizan al concreto en su estado de maduración con el pasar los días el cual debe de oscilar como indica en la **Tabla 11**.

Tabla 10. Edad vs Resistencia esperada para concretos normales.

Concretos normales curados	
Edad (Días)	F'c
7	50-70%
14	80%
21	90%
28	100%

Fuente: American Concret Institute

Tabla 11. Resultados de ensayo de resistencia a la compresión (kg/cm²) logradas según probetas patrón.

	PATRON		
	EDAD (días)		
	7	14	28
	135,73	160,70	185,28
	138,32	169,13	181,69
	133,77	164,83	184,99
PROMEDIO	135,94	164,89	183,99
DESV. MEDIA	1,59	2,83	1,53
FC/F'C (%)	77,68	94,22	105,14

Fuente: Prueba de Compresión. Laboratorio de Mec. De Suelos de la Univ. San Pedro
 FC/F'C: Relación entre el ensayo de resistencia promedio y la resistencia de compresión de referencia (175 kg/cm²)

En la **Figura 2** se ha representado la conexión entre la resistencia a la compresión respecto de los días de curado. Según esta relación se puede apreciar que a partir del día n° 28, se sobre pasa el valor de referencia buscado en este estudio: 175 kg/cm².



Figura 2. Gráfico de resistencia a la compresión patrón versus la edad.

RESISTENCIA A LA COMPRESION PARA PROBETAS SUSTITUYENDO AGREGADO FINO POR ASERRÍN AL 3%

En la **Tabla 12** se detallan los resultados de resistencia a la compresión para el caso de concreto sustituyendo agregado fino por aserrín al 3%. En los días de ensayados de 7, 14 y 28 días la relación de resistencia a la compresión promedio es óptima (91,78%; 101,95 %; 114,90%), al estar por encima del valor límite establecidos por el instituto Americano de Concreto.

Tabla 12. Resultados de prueba de resistencia a la compresión (kg/cm²) obtenidos según probetas sustituyendo agregado fino por aserrín al 3%.

ASERRIN (3%)			
EDAD (días)			
	7	14	28
	156,17	178,62	199,05
	162,05	178,08	202,58
	163,65	178,56	201,58
PROMEDIO	160,62	178,42	201,07
DESV. MEDIA	2,97	0,23	1,35
FC/F'C (%)	91,78	101,95	114,90

Fuente: Prueba de Compresión. Laboratorio de Mec. De Suelos de la Univ. San Pedro
 FC/F'C: Relación entre el ensayo de resistencia promedio y la resistencia de compresión de referencia (175 kg/cm²)

En la **Figura 3** se presenta la conexión entre la resistencia a la compresión respecto de los días de curado. Hay un comportamiento destacado en esta curva: el primero es que existe una pendiente pronunciada entre los días 7, 14 y 28, observándose un cambio en la resistencia a la compresión de 160,62 a 178,42 y llegando a un máximo de 201,07 kg/cm², respectivamente. En todos los casos fue posible llegar al valor de referencia establecido por el ACI. Se puede observar que a los 14 días supero el valor de referencia buscado en este estudio.

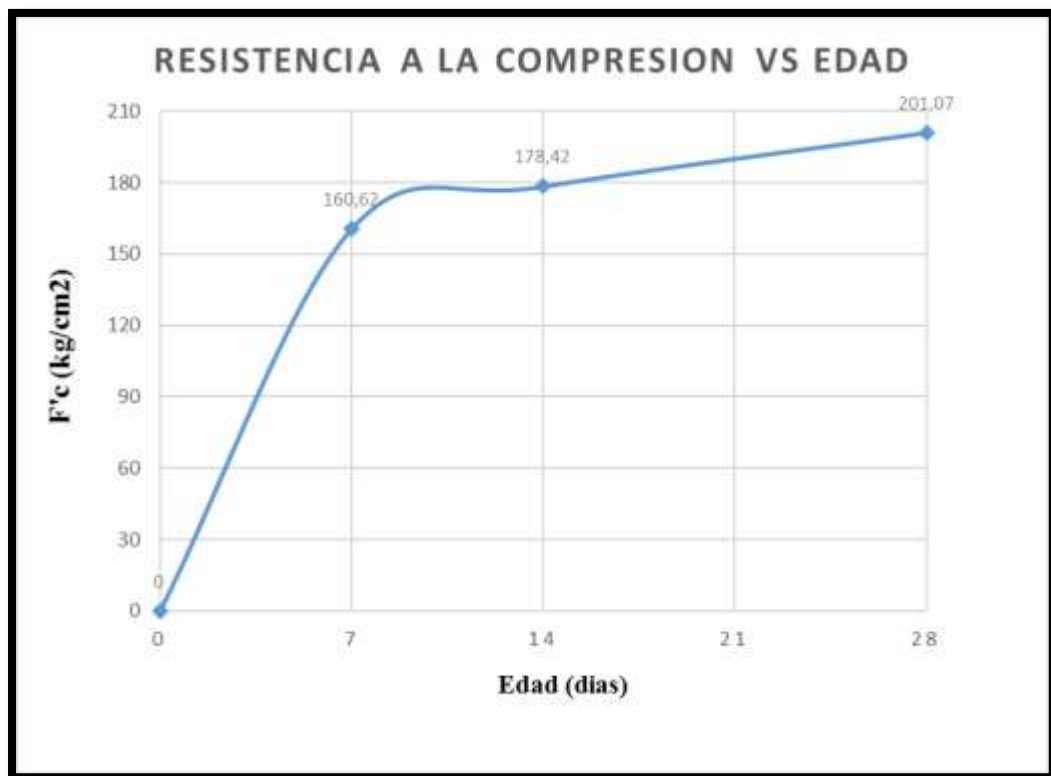


Figura 3. Gráfico de resistencia a la compresión para el caso de concreto sustituyendo agregado fino por aserrín al 3% versus la edad.

RESISTENCIA A LA COMPRESION PARA PROBETAS SUSTITUYENDO AGREGADO FINO POR ASERRÍN AL 6%

En la **Tabla 13** se presentan los resultados de resistencia a la compresión para el caso de concreto sustituyendo agregado fino por aserrín al 6%. En los tres casos para los días 7, 14 las relaciones de resistencia a la compresión promedio son óptimas al estar por encima de sus límites de referencia (75,35% > 70%, 85,70 > 80% respectivamente), en el día 28 no llega al límite esperado (98,39% < 100%). El valor promedio de la resistencia a la compresión más bajos es el resultado para 28 días (172,19 kg/cm²) representa el 98,39 % del valor de la resistencia definida como referencia en este trabajo (175 kg/cm²).

Tabla 13. Resultados de ensayo de resistencia a la compresión (kg/cm²) obtenidos según probetas sustituyendo agregado fino por aserrín al 6 %.

ASERRIN (6%)			
EDAD (días)			
	7	14	28
	133,78	146,89	171,46
	129,23	157,25	176,88
	132,58	145,76	168,23
PROMEDIO	131,86	149,97	172,19
DESV. MEDIA	1,76	4,86	3,13
FC/F'C (%)	75,35	85,70	98,39

Fuente: Prueba de Compresión. Laboratorio de Mec. De Suelos de la Univ. San Pedro
 FC/F'C: Relación entre el ensayo de resistencia promedio y la resistencia de compresión de referencia (175 kg/cm²)

En la **Figura 4** se presenta la conexión entre la resistencia a la compresión respecto de los días de curado. Si bien se aprecia una pendiente de crecimiento acentuada, no obstante, en el día 28 el valor de la resistencia a la compresión es bajo ($172,19 \text{ kg/cm}^2$). Estos resultados están influenciados por la presencia de vacíos originados por el esponjamiento del aserrín, que debilitan la resistencia a la compresión. Otro factor que ha afectado este ensayo ha sido el agua adicional, donde el aserrín por su capacidad de absorción de agua incrementa su volumen.



Figura 4. Gráfico de resistencia a la compresión para el caso de concreto sustituyendo agregado fino por aserrín al 6 % versus la edad.

COMPARACIONES DE LOS DATOS OBTENIDOS SEGÚN PROBETAS PATRÓN Y PROBETAS SUSTITUYENDO AGREGADO FINO POR ASERRÍN AL 3%

Para los primeros 7 días de ensayo las relaciones de resistencia de compresión promedio (FC/F'C) para las probetas patrón y probetas sustituyendo agregado fino por aserrín al 3 % donde se aprecia que hay una diferencia de 14,10%. No obstante, a medida que los días transcurren esta diferencia se reduce, alcanzándose una máxima diferencia el día 28: 9,76 %, respectivamente (véase Tabla 14 y Figura 5). Una de las causas principales para esta diferencia es adecuado control de vacíos y la adición de agua en las probetas con aserrín.

Tabla 14. Resultados de las pruebas de resistencia a la compresión obtenidos según probetas patrón y sustituyendo agregado fino por aserrín al 3 %.

Edad (días)	Patrón		Aserrín 3%	
	Resistencia (Kg/cm²)	FC/F'C (%)	Resistencia (Kg/cm²)	FC/F'C (%)
7	135,94	77,68	160,62	91,78
14	164,89	94,22	178,42	101,95
28	183,99	105,14	201,07	114,90

Fuente: Prueba de Compresión. Laboratorio de Mec. De Suelos de la Univ. San Pedro
 FC/F'C: Relación entre el ensayo de resistencia promedio y la resistencia de compresión de referencia (175 kg/cm²)

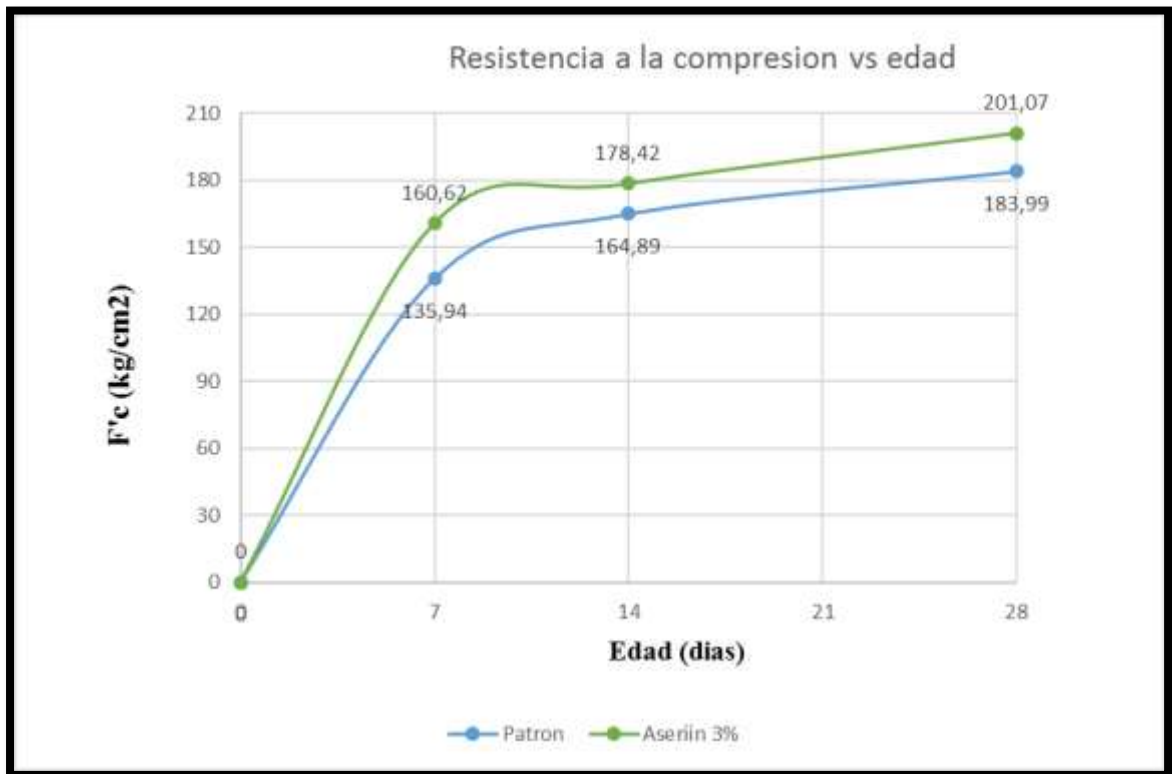


Figura 5. Gráfico de resistencia a la compresión para los casos de probeta patrón y sustituyendo agregado fino por aserrín al 3% versus la edad

COMPARACIONES DE LOS DATOS OBTENIDOS SEGÚN PROBETAS PATRÓN Y PROBETAS SUSTITUYENDO AGREGADO FINO POR ASERRÍN AL 6%

Para los primeros 7 días de ensayo se aprecia una pequeña diferencia entre las relaciones de resistencia de compresión promedio (FC/F'C) para las probetas patrón y probetas sustituyendo agregado fino por aserrín al 6%: 2.33%, respectivamente. Para el día 14 la diferencia entre la resistencia patrón y experimental es de 8,52%, reportándose un valor bajo de 85.70% para la resistencia experimental. Para el día 28, los valores del FC/F'C para las probetas patrón y experimental presenta una diferencia de 6,75 %, obteniéndose una resistencia promedio de 172.19 kg/cm² para la muestra experimental (véase Tabla 15 y Figura 6). Este comportamiento para el caso del aserrín está influenciado por la presencia de vacíos producto del esponjamiento del aserrín, que ocasiona una disminución notable en la resistencia a la compresión en comparación a las probetas patrón.

Tabla 15. Resultados de los ensayos de resistencia a la compresión obtenidos según probetas patrón y sustituyendo agregado fino por aserrín al 6 %.

	Patrón		Aserrín 6%	
Edad	Resistencia	FC/F'C	Resistencia	FC/F'C
(días)	(Kg/cm²)	(%)	(Kg/cm²)	(%)
7	135,94	77,68	131,86	75,35
14	164,89	94,22	149,97	85,70
28	183,99	105,14	172,19	98,39

Fuente: Prueba de Compresión. Laboratorio de Mec. De Suelos de la Univ. San Pedro
 FC/F'C: Relación entre el ensayo de resistencia promedio y la resistencia de compresión de referencia (175 kg/cm²)

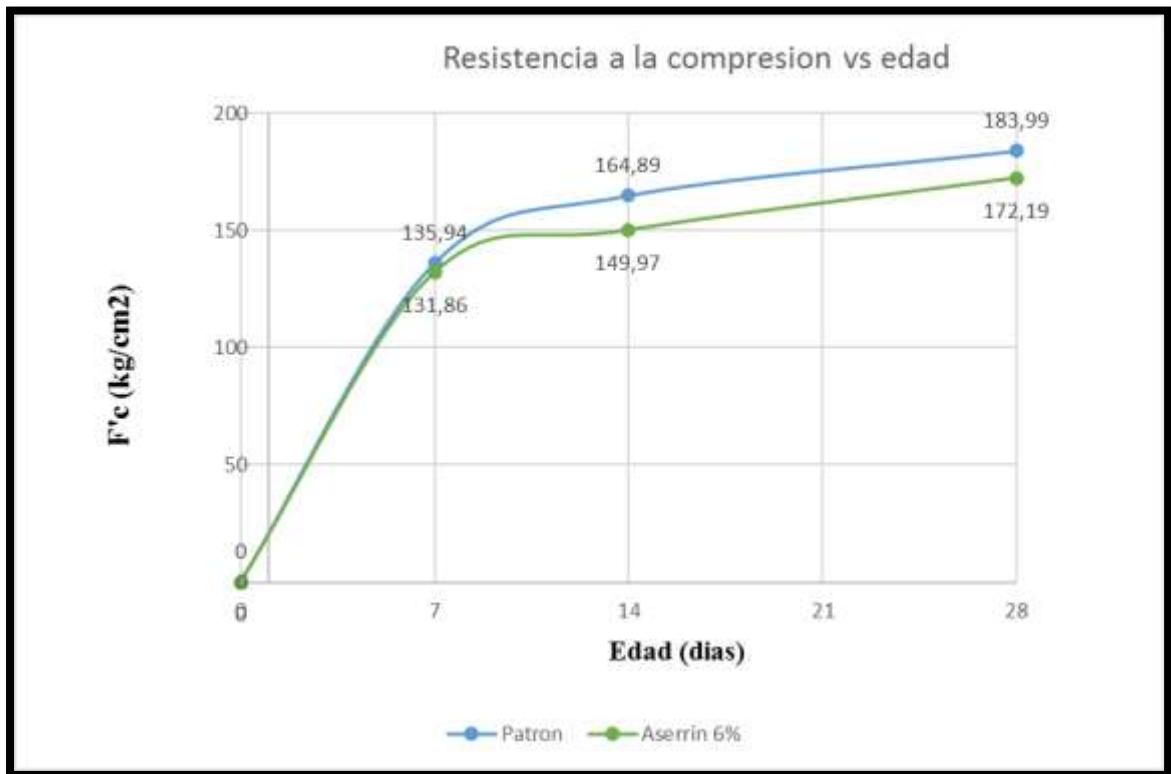


Figura 6. Gráfico de resistencia a la compresión para los casos de probeta patrón y sustituyendo agregado fino por aserrín al 6% versus la edad.

COMPARACIONES DE LOS DATOS OBTENIDOS SEGÚN PROBETAS PATRÓN Y PROBETAS SUSTITUYENDO AGREGADO FINO POR ASERRÍN AL 3 y 6%

En la **Tabla 17** se observa que en el día 7 la muestra patrón con la muestra experimental al 6% tiene una pendiente parecida, a diferencia de la muestra experimental al 3% que su pendiente es mayor a las anteriores (**Figura 7**).

La diferencia entre las relaciones de resistencia de compresión promedio (FC/F'C) para las probetas experimental 3% y probetas experimentales al 6% es de 16,43%, aumentando mínimamente esta diferencia a los 28 días (16,51%).

Tabla 17. Resultados de las pruebas de resistencia a la compresión obtenidos según probetas patrón y sustituyendo agregado fino por aserrín al 6 %.

Edad (días)	Patrón		Aserrín 3%		Aserrín 6%	
	Resistencia (Kg/cm ²)	FC/F'C (%)	Resistencia (Kg/cm ²)	FC/F'C (%)	Resistencia (Kg/cm ²)	FC/F'C (%)
7	135,94	77,68	160,62	91,78	131,86	75,35
14	164,89	94,22	178,42	101,95	149,97	85,70
28	183,99	105,14	201,07	114,90	172,19	98,39

Fuente: Prueba de Compresión. Laboratorio de Mec. De Suelos de la Univ. San Pedro
 FC/F'C: Relación entre el ensayo de resistencia promedio y la resistencia de compresión de referencia (175 kg/cm²)

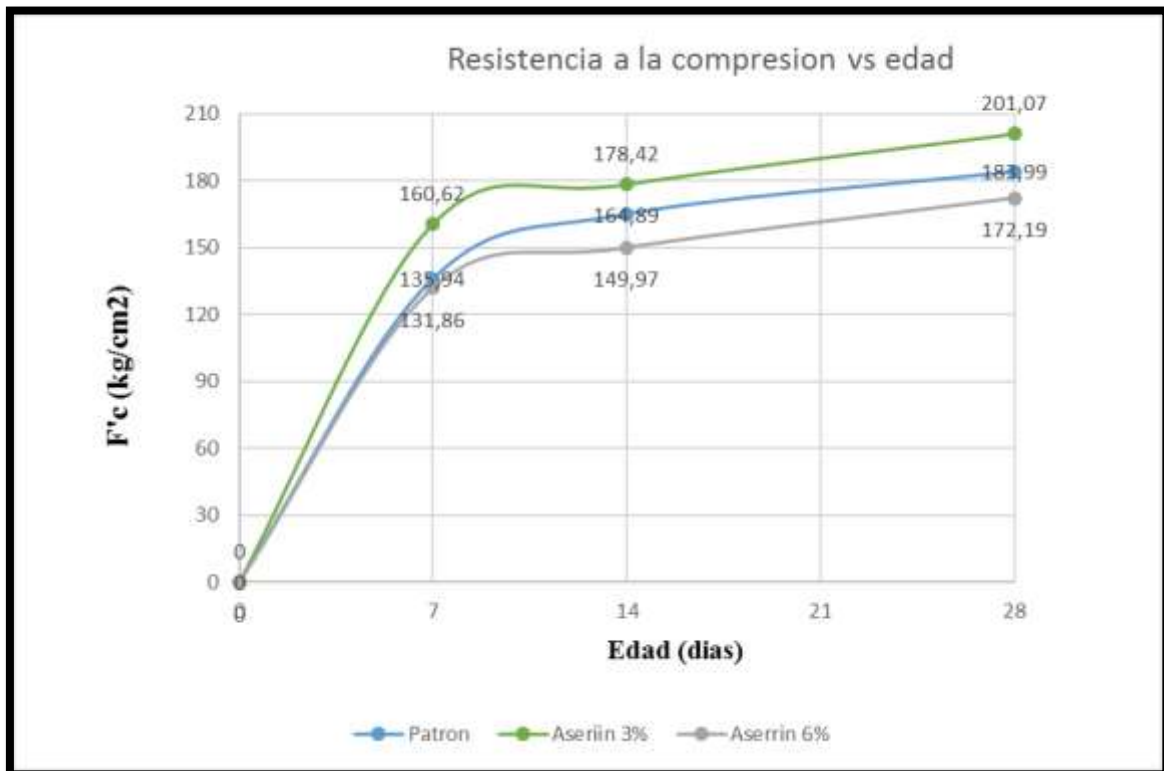


Figura 7. Gráfico de resistencia a la compresión para los casos de probeta patrón y sustituyendo agregado fino por aserrín en 3 y 6% versus la edad.

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

En los ensayos experimentales estudiados se puede apreciar que al sustituir el 6% de agregado fino por aserrín, no se logra alcanzar la resistencia de $F'c=175 \text{ Kg/cm}^2$, que ha sido el valor de la resistencia propuesta como objetivo en este trabajo. En particular, los resultados para el caso de aserrín al 6% son relativamente más bajos, comparados a los otros ensayos (véase **Tabla 16**). Este comportamiento es debido en parte a que el proceso de elaboración del concreto se ha visto afectado por a la absorción y esponjamiento del aserrín.

Tabla 18. Resultados de las pruebas de resistencia a la compresión obtenidos según probetas patrón y sustituyendo agregado fino por aserrín al 3 y 6%.

Edad (Días)	Patrón (kg/cm²)	Aserrín 3% (kg/cm²)	Aserrín 6% (kg/cm²)
7	135,94	160,62	131,86
14	164,89	178,42	149,97
28	183,99	201,07	172,19

Como se puede apreciar en las secciones anteriores, para el caso de sustituir el 3% del agregado fino por aserrín, se obtienen valores altos de resistencia en comparación a los resultados de 6%. Este comportamiento se debe a que se tuvo un control adecuado en el aserrín evitando que se esponje al reducir su relación a/c, como consecuencia no genera demasiados vacíos, evitando el debilitamiento al concreto. Hay que tener en cuenta que a más expansión del aserrín mayor vacíos genera, este esponjamiento se basa en la cantidad de agua que se adicione al momento de mezclar.

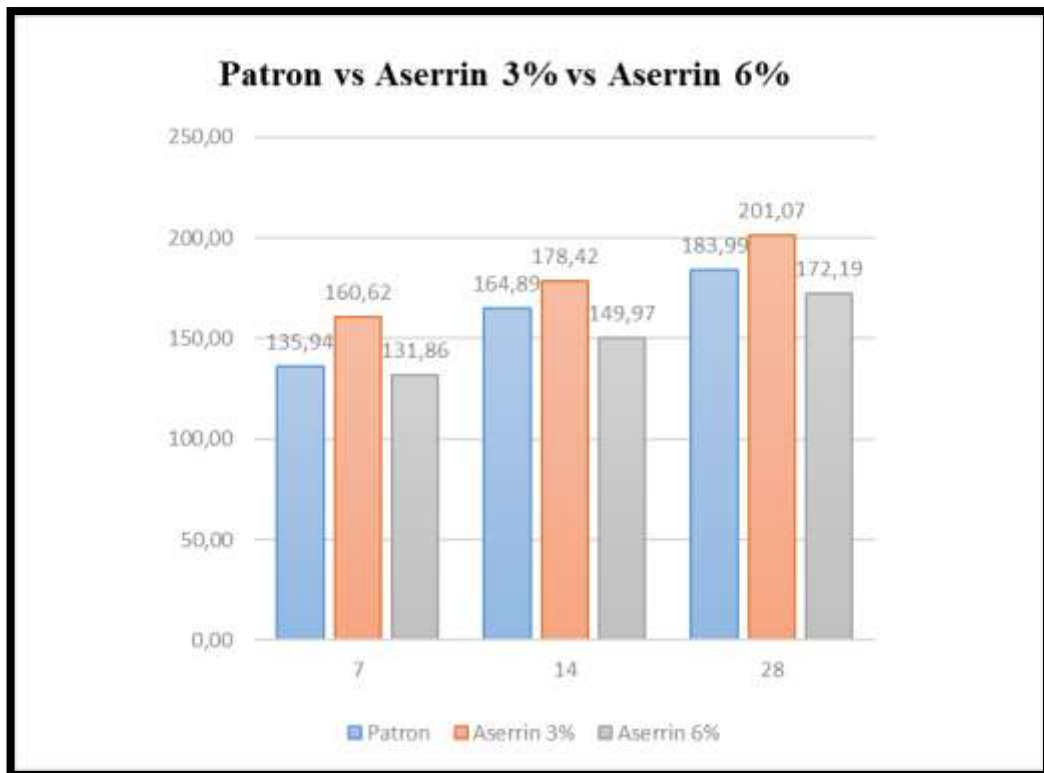


Figura 7. Gráfico de barras para las resistencias a la compresión (kg/cm²), para los casos de probeta patrón y sustituyendo agregado fino por aserrín al 3 y 6%.

En la Figura 7 se aprecia una gráfica de barras comparativa para las resistencias patrón, y aserrín al 3 y 6%. Se puede observar que las resistencias para el caso de aserrín al 6% son bajas comparadas a los otros dos casos.

Hay algunos aspectos relevantes a destacar, que sucedieron durante los ensayos y que han debido influir en los resultados presentados:

- ✓ En la elaboración de probetas experimentales de aserrín al 6%, se observó que al tener una relación a/c un poco mayor, lo que significa una adición de agua, esta acción provoca un aumento de volumen en el aserrín, el cual se expande, esta acción generó vacíos en las probetas viéndose plasmado en la reducción de la resistencia a la compresión.
- ✓ Se observó que las probetas de aserrín al 6% están próximas a la resistencia de diseño.
- ✓ En la elaboración de probetas al 3% se tuvo una relación a/c menor a los otros diseños, esto significa una menor adición de agua. Es decir, se tuvo un mayor control de la absorción y esponjamiento del aserrín.
- ✓ Las probetas de aserrín al 3% ensayadas superaron el diseño patrón.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

En este proyecto se ha estudiado experimentalmente de qué modo afecta la resistencia a la compresión de un concreto de 175 kg/cm², al sustituir parcialmente el agregado fino por aserrín tratado en un 3% y 6%. Ambos porcentajes seleccionados han sido ensayados para edades de 7, 14 y 28 días.

El procedimiento utilizado en esta investigación ha sido experimental de nivel Cuasi Experimental, porque se han evaluado las dos muestras mediante pruebas, obteniendo los datos en dos grupos de estudio denominados: Grupo Control y Grupo Experimental, donde se utiliza como componente el aserrín en la elaboración de un hormigón experimental de $F_c=175\text{Kg/cm}^2$, con relación respecto a hormigón tradicional.

El primer resultado concluyente es que para la muestra con porcentaje de aserrín al 3% ha logrado superar la resistencia del concreto convencional $F_c = 175 \text{ Kg/cm}^2$, por otro lado, la muestra con porcentaje de aserrín al 6% no ha logrado superar la resistencia de diseño.

Debido a sus múltiples beneficios, en este trabajo se ha seleccionado el aserrín como material orgánico integrado en la mezcla inorgánica (concreto), a fin de intentar obtener una mezcla igual de eficiente que un concreto convencional. Las ventajas del uso del aserrín están justificadas por muchos estudios, según se ha adjuntado en la revisión bibliográfica en este trabajo: resultará en bloques de menor peso, posibilidad de un concreto más económico, aporte al reciclado de madera desechada, etc.

Los valores de PH obtenidos del aserrín mineralizado con cal han resultado ser alcalinos (10.24); esta característica es adecuada para la realización del concreto, esta característica proporcionara una protección del acero, también en la tesis de (LEÓN RIVERA & REYES LOZANO, 2018) [22] concluye que: *“en un medio con pH alto genera un avance para alcanzar la resistencia de concreto deseada, por lo tanto la diferencia del pH del agua de mezclado si infliere en la resistencia a la compresión del concreto hidráulico”*, por lo cual vemos que la influencia del pH ayuda a alcanzar la resistencia de concreto de diseño, como es en el caso de en el porcentaje de aserrín al

3%, en el caso de las probeta con aserrín al 6% está muy próximo a la resistencia de concreto deseada.

Comparando las 2 muestras experimentales el concreto más óptimo fue el que se sustituyó por 3% el agregado fino por aserrín, alcanzando una resistencia de $f'c=201,07 \text{ kg/cm}^2$.

Debemos tener en cuenta que para la realización de la muestra experimental de 6% cada m^3 le adicionará 0.59lt de agua, con respecto al diseño patrón, para la realización de la muestra experimental al 3% por cada m^3 de mezcla se tendrá una diferencia de 0.63lt. de agua, con respecto al diseño patrón, esto se debe a si se agrega más aserrín este material al ser poroso absorberá más agua, generado mayor expansión del aserrín el cual debilita la resistencia de concreto.

RECOMENDACIONES

Si bien los resultados de las resistencias para porcentajes de aserrín al 6% ha estado por debajo la resistencia del concreto convencional $F_c = 175 \text{ Kg/cm}^2$, se propone para el futuro realizar estudios más detallados para ver en qué medida, bajo nuevas condiciones, se puedan obtener valores más cercanos o iguales a la concreto convencional $F_c = 175 \text{ Kg/cm}^2$. Se sugiere implementar un mejor control en la adición de agua.

Por otro lado, las resistencias obtenidas para porcentajes de 3% han superado el diseño patrón de $F_c = 175 \text{ kg/cm}^2$, pero se propone para el futuro realizar estudios bajo nuevas condiciones en el aserrín, para generar una resistencia cercana o igual a un concreto convencional $F_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Los valores de resistencia a la compresión dependen de las características del aserrín. Si bien los parámetros de PH obtenidos han sido correctos, se recomienda realizar nuevos ensayos utilizando otros porcentajes de aserrín.

Por otro lado, debido a la capacidad de absorción de agua del aserrín por su característica porosa, se recomienda tener precaución con la relación agua-cemento y ejercer un mejor control con el aumento de volumen.

La resistencia a la compresión disminuye como consecuencia de una elevada absorción de agua por parte del aserrín y su consecuente expansión. Este problema ha sido acentuado para el caso de las probetas experimentales al 6 %, y con una menor incidencia para el caso de aserrín al 3%. Según las experiencias habidas en este trabajo, se recomienda tener un mejor control en la generación de vacíos y aumento de volumen de aserrín.

AGRADECIMIENTO

Doy gracias a Dios por bendecirme y permitir que haya alcanzado las metas trazadas. Doy gracias también a mis padres y familiares por darme la confianza de seguir adelante y enseñarme que nada es inalcanzable por mucho que se vea distante.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Asociación Colombiana de Productores de Concreto. (15 de junio de 2015). *BLOG 360° EN CONCRETO*. Obtenido de <http://blog.360gradosenconcreto.com/control-de-las-temperaturas-en-el-concreto/>
- [2] acaceres. (2010). *acaceres*. Obtenido de acaceres: http://www.acaceres.addr.com/student_access/RelacionAguaCemento.pdf
- [3] ACI. (2011). *Cement and Concrete Terminology*.
- [4] ASTM. (2009). *Norma ASTM C 1064*. UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA.
- [5] ASTM. (2009). *Norma ASTM C 138*. UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA.
- [6] ASTM. (2009). *Norma ASTM C 143*. UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA.
- [7] ASTM. (2012). *Apuntes Ingenieria Civil*. Obtenido de <http://apuntesingenierocivil.blogspot.pe/2010/10/tipos-de-cemento-portland.html>
- [8] Barriga, P. (2012). *Tecnología Del concreto de alto desempeño*. Arequipa.
- [9] BOCANEGRA, M.; DIAZ, J. (2016). *RESISTENCIA DE UN CONCRETO FC'210 Kg/cm2 CON ADICION DE POLVO DE ROCAS GABRO, CALIZA Y MARMOL*. Chimbote: Universidad Sanpedro.
- [10] CARBAJAL E. (2010). *TÓPICOS DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO EN EL PERÚ*. Lima. Obtenido de <https://ingjohnnygarciaupn.wordpress.com/2013/02/09/conceptos-generales-sobre-el-concreto-y-los-materiales-para-su-elaboracion/>
- [11] *Constructor Civil*. (2011). Obtenido de <http://www.elconstructorcivil.com/2011/01/endurecimiento-del-cemento.html>
- [12] Eliseo Antonini, V. F., & Zuccoli Bergomi, L. (2008). *MANUAL DE COMBUSTIBLES DE MADERA*. España: Asociación Española de Valorización Energética de la Biomasa.
- [13] FREDER NUÑEZ, N. A. (2014). *EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE UNA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE*. SANTIAGO DE CHILE: UNIVERSIDAD DE CHILE.
- [14] Garces Ritto, L. E. (2004). *Hormigon de Aserrín*. Chile.
- [15] Gonzales, C; Veliz, J. (2015). *Análisis de tres mezclas experimentales utilizando como agregados materiales de desecho de las industrias madereras/ metalurgicas, y basandonos en la resistencia plantear posibles usos en la industria de la constucción*. UIniversidad Nueva Esaparta.
- [16] Hermosilla, G. (2006). *ENSAYOS EN ALBAÑILERÍA DE BLOQUE Y TABLEROS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN DE ASERRÍN*. Universidad Austral de Chile.

- [17] imcyc. (2008). *imcyc*. Obtenido de <http://www.imcyc.com/ct2006/junio06/PROBLEMAS.pdf>
- [18] Ing. Ycaza, X. (2 de 10 de 2011). *civilgeeks.com Ingenieria y Construccion*. Obtenido de <https://civilgeeks.com/2011/10/02/la-carbonatacion-el-primer-cancer-del-hormigon-i/>
- [19] *Ingenieria Civil*. (2012). Obtenido de <http://www.ingenierocivilinfo.com/2012/04/adsorcion-y-permeabilidad-del-hormigon.html>
- [20] Jiménez, M.; Padilla, G. (2012). *Evaluacion del Potencial de adsorcion del aserrin para remover aceites pesados en cuerpos de agua a escala de laboratorio*. Cartagena: Universidad de Cartagena.
- [21] Lector Chang, J. K. (2017). *RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO $F'_{C}=175\text{KG}/\text{CM}^2$ SUSTITUYENDO AL AGREGADO FINO POR ASERRÍN TRATADO EN UN 6%, 3%*. Chimbote: Universidad San Pedro.
- [22] LEÓN RIVERA, A. F., & REYES LOZANO, C. E. (2018). *INCIDENCIA DEL PH DEL AGUA DE MEZCLADO EN LA RESISTENCIA A LA*. BOGOTÁ: Universidad Catolica de Colombia.
- [23] López, L. G. (2003). *El concreto y otros Materiales para la constucción*. UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA.
- [24] Macuarisma, C; Martinez, A. (2010). *Estudio de la resistencia a la compresión en bloques huecos de cemento, arena y aserrín de pino Caribe*. Universidad de Oriente Núcleo de Bolívar.
- [25] Monroy, A. (1999). *Integracion de aserrín en la fabricacion de bloques de concreto-Única*. Monterrey: Instituto Tecnologico y de estudios superiores de Monterrey.
- [26] nrmca. (2006). *nrmca*. Obtenido de <http://www.nrmca.org/aboutconcrete/cips/cip35es.pdf>
- [27] NTP 334.009. (2001). *Cementos. Cemento Pórtland. Requisitos*.
- [28] NTP 339.034. (s.f.). *Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas*.
- [29] NTP 339.088. (2001). *REQUISITOS DE CALIDAD DEL AGUA PARA EL CONCRETO*.
- [30] NTP 400.012. (2001). *Agregados. Analisis Granulometrico del agregado fino, grueso y global*.
- [31] NTP 400.037. (2001). *Agregados. Analisis Granulometrico del agregado grueso*.
- [32] NUÑEZ, N. A. (2014). *EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE UNA PLANTA DE PRODUCCIÓN*. SANTIAGO DE CHILE: UNIVERSIDAD DE CHILE.

- [33] ODL, M. (2011). *MADERAS O.D.L.* Obtenido de MADERAS O.D.L.:
<http://www.maderasperu.com/especies>
- [34] Orozco, J. O. (s.f.). *POROSIDAD DEL CONCRETO*. UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.
- [35] Otero, A. (2011). *Ciencia y Tecnología de los Materiales*.
- [36] Reglamento Español. (2011). *Uniovi*. Obtenido de Uniovi:
<http://www6.uniovi.es/usr/fblanco/Leccion1.CementoPortland.GENERALIDADES.B.pdf>
- [37] Reyes, J. (2013). *REACCIÓN ASISTIDA POR MICROONDAS PARA LA OBTENCIÓN*. Quito: UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR .
- [38] Rodríguez, A. . (2011). *Manual de practicas de laboratorio de concreto*. Mexico: Universidad Autónoma de Chihuahua.
- [39] Snitcofsky G. (2010). *arquitectogustavo*. Obtenido de
<http://www.arquitectogustavo.com.ar/Archs/relacion%20agua%20cemento-ICPA.pdf>
- [40] Torre, A. (2011). *Tecnología Del Concreto Para Ingenieros civiles*. Lima: UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA.
- [41] Ulbado, D. (29 de 11 de 2016). *slideshare*. Obtenido de
<https://es.slideshare.net/deyvisubaldoyaurivilca/d-y-g-de-la-madera>
- [42] Universidad Ricardo Palma. (2011). *cybertesis*. Obtenido de cybertesis:
http://cybertesis.urp.edu.pe/urp/2008/millones_aa/pdf/millones_aa-TH.2.pdf
- [43] uson, t. (2009). *tesis uson*. Obtenido de
<http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/3033/Capitulo2.pdf>
- [44] Valencia, G., & Ibarra, M. (2013). *Estudio Experimental para determinar patrones de correlación entre la resistencia a compresion y la velocidad de pulso ultrasonico en concreto simple*. Lima: Universidad Católica del Perú.
- [45] Velásquez, B. I. (2005). *Rendimiento y elaboracion de concreto de alta resistencia usando rocas igneas sacadas de las canteras de chimbote*. Nuevo Chimbote: Universidad Nacional Del Santa.
- [46] Vélez, L. M. (2011). *Permeabilidad y Porosidad en Concreto*. INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO.

ANEXO I
TABLAS

TABLA 2: CARACTERIZACIÓN DEL ASERRÍN PARA COMBUSTIBLE BIOMASICO

Característica	Unidad	Valor
Poder Calorífico Inferior	Kcal/Kg	3.948 (Con humedad del 10%)
	Kcal/Kg	1.474 (Con humedad del 56%)
Poder Calorífico Superior	Kcal/Kg	4.800 (seco)
Humedad	% en peso	25-40 (Base húmeda)
Densidad Básica	Kg/m ³	400 (Con 30% de Humedad)
Densidad Aparente	Kg/m ³	167 (Son 15.5% de humedad)
Porosidad	% en volumen	75-90

Fuente: (FREDES NUÑEZ, 2014)

TABLA 3: COMPOSICIÓN QUÍMICA DE DIVERSAS CENIZAS DE BIOMASA

Elementos	m.u	Corteza	Astillas	Serrín	Paja	
pH	en CaCl ₂	12.7	12.8	12.5	11.2	
C _(Org)	% peso (seco)	0.8	1.3	5.9	5.2	
CO ₂		4	7.2	12.5	1	
P ₂ O ₅		1.7	3.6	2.5	2.7	
K ₂ O		5.1	6.7	7.1	11.5	
CaO		42.2	44.7	35.5	7.4	
MgO		6.5	4.8	5.7	3.8	
Na ₂ O		0.8	0.6	0.5	0.3	
Al ₂ O ₃		7.1	4.6	2.3	1.2	
SiO ₂		26	25	25	54	
SO ₃		0.6	1.9	2.4	1.2	
Fe ₂ O ₃		3.5	2.3	3.7	1	
MnO		1.5	1.7	2.6	0.1	
Cu		mg/kg (seco)	87.8	126.8	177.8	23.2
Zn			618.6	375.7	1429.8	234.6
CO ₂	23.9		15.3	16.7	1.5	
Mo	4.8		1.7	3.4	7.1	
As	11.4		8.2	7.8	5.4	
Ni	94.1		61.5	71.9	3.9	
Cr	132.6		54.1	137.2	12.3	
Pb	25.3		25.4	35.6	7.7	
Cd	3.9		4.8	16.8	0.7	
V	58.4		42	26.7	5.5	

Fuente: (Eliseo Antonini & Zuccoli Bergomi, 2008)

TABLA 4: PRECISIÓN

	Porcentaje total de material que pasa		Desviación Típica (1s)%	Rango aceptable de dos resultados (d2s) %
Agregado Grueso:				
Precisión de un operador	<100	>95	0.32	0.9
	<95	>85	0.81	2.3
	<85	>80	1.34	3.8
	<80	>60	2.25	6.4
	<60	>20	1.32	3.7
	<20	>15	0.96	2.7
	<15	>10	1.00	2.8
	<10	>5	0.75	2.1
	<5	>2	0.53	1.5
	<2	>0	0.27	0.8
Precisión Multilaboratorio	<100	>95	0.35	1.0
	<95	>85	1.37	3.9
	<85	>80	1.92	5.4
	<80	>60	2.85	8.0
	<60	>20	1.97	5.6
	<20	>15	1.60	4.5
	<15	>10	1.48	4.2
	<10	>5	1.22	3.4
	<5	>2	1.05	3.0
	<2	>0	0.45	1.3
Agregado Fino:				
Precisión de un operador	<100	>95	0.26	0.7
	<95	>60	0.55	1.6
	<60	>20	0.83	2.4
	<20	>15	0.54	1.5
	<15	>10	0.36	1.0
	<10	>2	0.37	1.1
	<2	>0	0.14	0.4
Precisión Multilaboratorio	<100	>95	0.23	0.6
	<95	>60	0.77	2.2
	<60	>20	1.41	4.0
	<20	>15	1.10	3.1
	<15	>10	0.79	2.1
	<10	>2	0.65	1.8
	<2	>0	0.31	0.9

Fuente: (NTP 400.012, 2001)

TABLA 5: PRECISIÓN PARA MUESTRAS DE ENSAYO DE 300 G Y 500 G

Muestra de referencia de agregado fino				En el laboratorio		Entre laboratorios	
Resultados de los ensayos	Cantidad de muestra	Numero de laboratorios	Promedio	1s	d2s	1s	d2s
ASTM C 136 / AASHTO T 27							
Material total que pasa el tamiz No. 4(%)	500 g	285	99,922	0,027	0,066	0,037	0,104
	300 g	276	99,990	0,021	0,060	0,042	0,117
Material total que pasa el tamiz No. 8(%)	500 g	281	84,10	0,43	1,21	0,63	1,76
	300 g	274	84,320	0,39	1,090	0,69	1,92
Material total que pasa el tamiz No. 16(%)	500 g	286	70,11	0,53	1,49	0,75	2,10
	300 g	272	70,00	0,62	1,74	0,76	2,12
Material total que pasa el tamiz No. 30(%)	500 g	287	48,54	0,75	2,10	1,33	3,73
	300 g	276	48,44	0,87	2,44	1,36	3,79
Material total que pasa el tamiz No. 50(%)	500 g	2,86	13,52	0,42	1,17	0,98	2,73
	300 g	275	13,51	0,45	1,25	0,99	2,76
Material total que pasa el tamiz No. 100(%)	500 g	287	2,55	0,15	0,42	0,37	1,03
	300 g	270	2,52	0,18	0,52	0,32	0,89
Material total que pasa el tamiz No. 100(%)	500 g	278	1,32	0,11	0,32	0,31	0,85
	300 g	266	1,30	0,14	0,39	0,31	0,85

Fuente: (NTP 400.012, 2001)

TABLA 6: LÍMITES QUÍMICOS OPCIONALES PARA EL AGUA DE MEZCLA COMBINADA

Descripción	Limite Permisible
Cloruros	300ppm.
Sulfatos	300ppm.
Sales de magnesio	150ppm.
Sales solubles totales	1500ppm.
pH	Mayor de 7
Sólidos en suspensión	1500ppm.
Materia Orgánica	10ppm.

Fuente: (NTP 339.088, 2001)

TABLA 7: TOLERANCIA PERMISIBLE

Edad de ensayo	Tolerancia Permisible
24h	+ - 0.5 h o 2.1%
3d	+ - 2.0 h o 2.1%
7d	+ - 6.0 h o 2.1%
28d	+ - 20.0 h o 2.1%
90d	+ - 2.0 d o 2.1%

Fuente: (NTP 339.034)

TABLA 8: RANGO ACEPTABLE DE RESISTENCIAS INDIVIDUALES POR CILINDRO

				Coeficiente de variacion
6" x 12" (150mm x 300mm)				
Condiciones de laboratorio	2,4%		6,6%	7,8%
Condiciones de campo	2,9%	8,0%	10%	
4" x 8" (100mm x 200mm)				
Condiciones de laboratorio	3,2%		9,0%	10,6%

Fuente: (NTP 339.034)

ANEXO II
PANEL FOTOGRAFICO

PANEL FOTOGRÁFICO

RECOLECCIÓN DEL AGREGADO FINO

- **FOTO N°1:** El material se recogió de la Cantera Vesique



RECOLECCIÓN DEL AGREGADO GRUESO

- **FOTO N°2:** El material se recogió de la Cantera La sorpresa



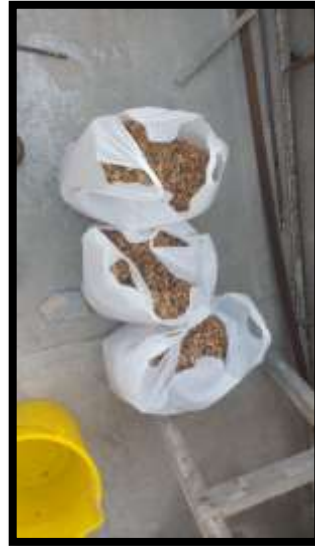
OBTENCIÓN DEL ASERRÍN

- **FOTO N°3:** El aserrín se obtuvo de la INDUSTRIAL MADERERA PUCALLPA EIRL que está ubicada en Av. Pardo Nro. 1795 P.j. Miraflores Bajo (pardo Con Santa Cruz).
- La madera con la que trabaja actualmente son tornillo y copaiba.
- Este material proviene de Taraporto y Pucallpa.



MINERALIZACIÓN DEL ASERRÍN

- **FOTO N°4:** Se separó el aserrín por bolsas de 1 kg cada una



- **FOTO N°5:** Por cada bolsa de aserrín se 100 gr de cal



- **FOTO N°6:** Se mezcló el agua con la cal y después se agregó el aserrín



- **FOTO N°7:** El aserrín húmedo se extiende para su secado.
El aserrín se mezcla entre sí para que tenga un secado parejo.



- **FOTO N°8:** Se recogió el material ya seco.



PROCEDIMIENTO

PESO UNITARIO SUELTO

- **FOTO N°9:** Para realizar el ensayo de pesos unitarios del agregado fino se realizó el cuarteo de la muestra. Se deja caer la muestra de agregado fino al molde desde una distancia aproximada de 5 cm., luego se pesa el molde con la muestra esta operación se repite 3 veces.



- **FOTO N°10:** Para realizar el ensayo de pesos unitarios del agregado grueso se realizó el cuarteo de la muestra. Se deja caer la muestra de agregado fino al molde desde una distancia aproximada de 5 cm., luego se pesa el molde con la muestra esta operación se repite 3 veces.



PESO UNITARIO COMPACTADO

- **FOTO N°11:** Se deja caer la muestra de agregado fino al molde desde una distancia aproximada de 5 cm., luego se golpea 25 veces en cada capa, en total son 3 capas, luego se pesa el molde con la muestra esta operación se repite 3 veces.



- **FOTO N°12:** Se deja caer la muestra de agregado grueso al molde desde una distancia aproximada de 5 cm., luego se golpea 25 veces en cada capa, en total son 3 capas, luego se pesa el molde con la muestra esta operación se repite 3 veces.



CONTENIDO DE HUMEDAD

- **FOTO N°13:** Para elaborar este ensayo se procedió a colocar la muestra en 2 taras para agregado fino y agregado grueso, después se pesó cada muestra, colocándose luego al horno dejando en el horno hasta el día siguiente.



ENSAYO DE GRANULOMETRÍA

- **FOTO N°14:** Para elaborar la granulometría del agregado fino se utilizaron las mallas N° 4, 8, 16, 30, 50, 100, 200. Para elaborar la granulometría del agregado grueso se utilizaron las mallas N° 1", ¾", ½", 3/8"



ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN EN AGREGADO FINO

- Para elaborar este ensayo se deja muestras de arena y agua por 24 horas, luego de este tiempo con la ayuda de una cocina se procede al secado del agregado.
- **FOTO N°15:** Se procede a utilizar la prueba del cono de la superficie de humedad, luego de llenar el molde se dan 25 golpes.



- **FOTO N°16:** Luego se pesa 300g para usar en la fiola, la fiola se pesa con agua, luego se conecta por 15 minutos a una bomba de succión de vacíos, para eliminar los vacíos.
- Al final se pesa la fiola con el material más el agua.



ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN EN AGREGADO GRUESO

- **FOTO N°17:** Para elaborar este ensayo se deja muestras de piedra y agua por 24 horas, pasado este tiempo se procede a secar la superficie de las piedras.
- Se separan 2 muestras.
- Luego se procede a determinar su peso de material saturado



- **FOTO N°18:** Para terminar los ensayos de gravedad específica y absorción se procede a secar el agregado fino y grueso en la estufa.
- Luego se procede a determinar sus respectivos pesos.



Muestra 1

Muestra 2

ANEXO III
ENSAYOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO



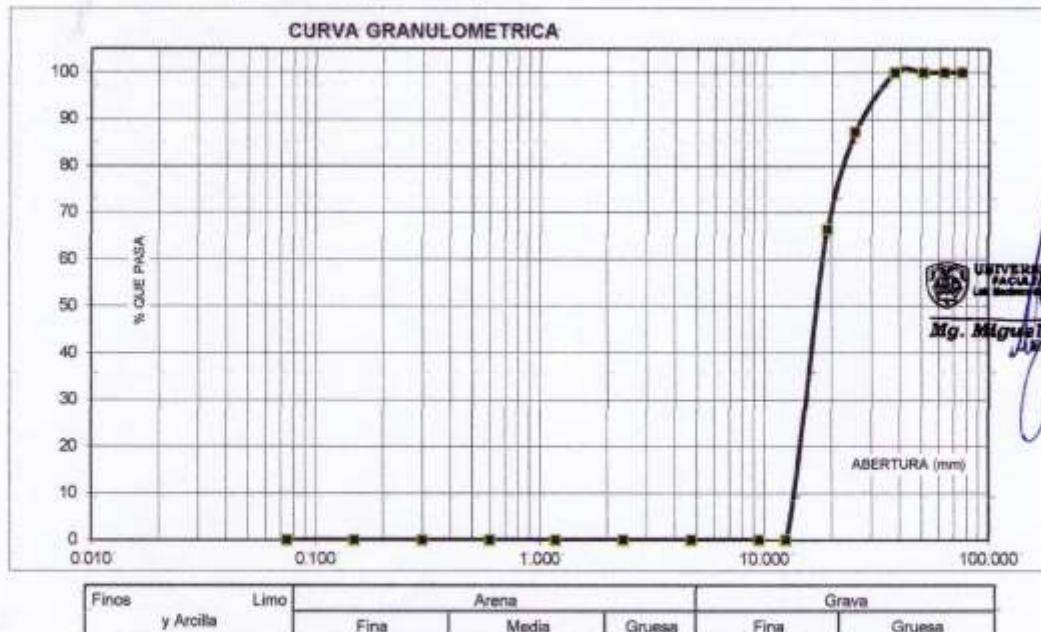
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO GRUESO
(ASTM C 136-05)

SOLICITA : Lector Chang Jesús Kevin Jampier
 TESIS : Resistencia a la compresión de un concreto $f_c=175\text{kg/cm}^2$ sustituyendo al
 agregado fino por aserrín tratado en un 6% y 3%
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
 CANTERA : RUBEN
 MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
 FECHA : 17/05/2021

TAMIZ		Peso retenido	% ret. Parcial	% ret. Acumu.	% Que pasa
N°	Abert.(mm)	(gr.)	(%)	(%)	(gr.)
3"	76.200	0.0	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.800	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.400	125.0	12.7	12.7	87.3
3/4"	19.100	205.0	20.9	33.6	66.4
1/2"	12.500	652.0	66.4	100.0	0.0
3/8"	9.520	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 4	4.760	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 8	2.360	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 16	1.180	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 30	0.600	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 50	0.300	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 100	0.150	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 200	0.075	0.0	0.0	100.0	0.0
PLATO	ASTM C-117-04	0	0.0	100.0	0.0
TOTAL		982.0	100.0		

PROPIEDADES FÍSICAS	
Tamaño Máximo Nominal	3/4"
Huso	N° 5 Ref. (ASTM C-33)

OBSERVACIONES
La Muestra tomada identificada por el solicitante.





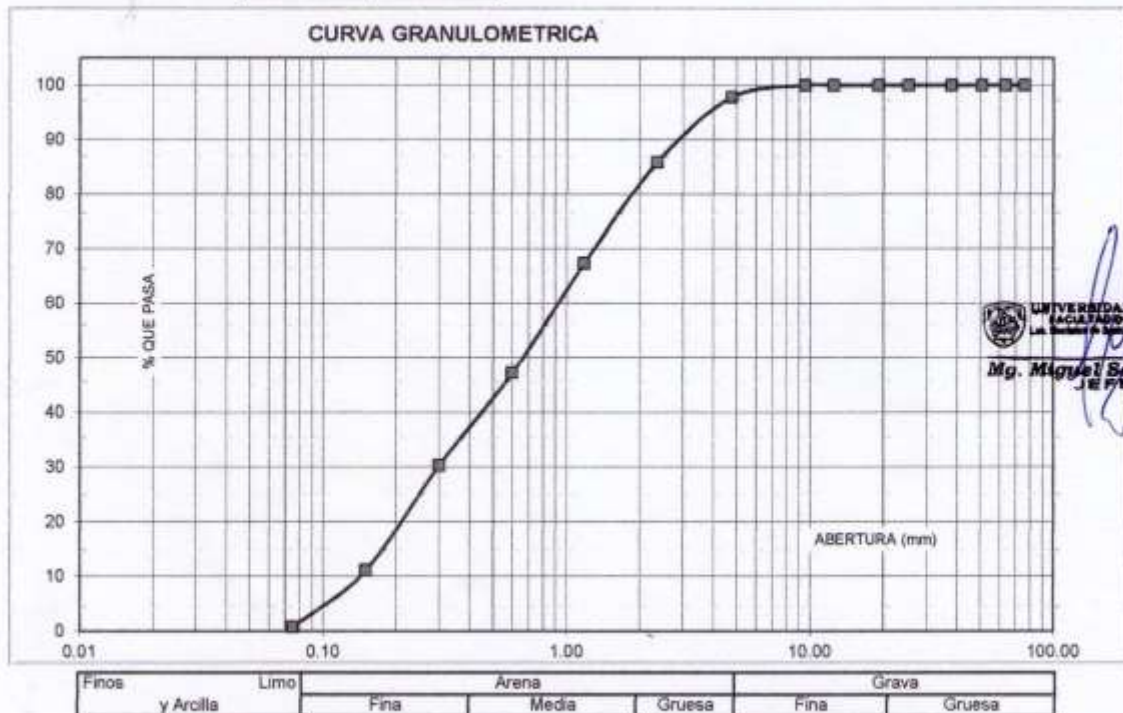
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO
(ASTM C 136-06)

SOLICITA : Lector Chang Jesús Kevin Jampier
 TESIS : Resistencia a la compresión de un concreto $f_c=175\text{kg/cm}^2$ sustituyendo al agregado fino por aserrín tratado en un 6% y 3%
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
 CANTERA : RUBEN
 MATERIAL : ARENA GRUESA
 FECHA : 17/05/2021

TAMIZ	Abert.(mm)	Peso retenido (gr.)	% ret. Parcial (%)	% ret. Acumu. (%)	% Que pasa (gr.)
N° 3"	76.20	0.0	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	63.50	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.80	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.40	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.10	0.0	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.50	0.0	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.52	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 4	4.76	22.6	2.2	2.2	97.8
N° 8	2.36	123.2	11.9	14.1	85.9
N° 16	1.18	192.9	18.6	32.7	67.3
N° 30	0.60	207.7	20.0	52.7	47.3
N° 50	0.30	175.7	16.9	69.6	30.4
N° 100	0.15	199.6	19.2	88.9	11.1
N° 200	0.08	107.8	10.4	99.3	0.7
PLATO ASTM C-117-04		7.5	0.7	100.0	0.0
TOTAL		1037.0	100.0		

PROPIEDADES FÍSICAS	
Módulo de Fineza	2.60

OBSERVACIONES
La Muestra tomada identificada por el solicitante.



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 La. Escuela de Ingeniería (Escuela de Ingeniería)
Mg. Miguel Soler Jara
 JEFE

DISEÑO DE MEZCLA



PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO

SOLICITA : Lector Chang Jesús Kevin Jampier
TESIS : Resistencia a la compresión de un concreto $f_c=175\text{kg/cm}^2$ sustituyendo al
agregado fino por aserrín tratado en un 6% y 3%
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
CANTERA : RUBEN
MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
FECHA : 17/05/2021

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	18300	18500	18550
Peso de molde	5100	5100	5100
Peso de muestra	13200	13400	13450
Volumen de molde	9354	9354	9354
Peso unitario (Kg/m ³)	1411	1433	1438
Peso unitario prom. (Kg/m ³)	1427		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1419		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	19900	20000	19900
Peso de molde	5100	5100	5100
Peso de muestra	14800	14900	14800
Volumen de molde	9354	9354	9354
Peso unitario (Kg/m ³)	1582	1593	1582
Peso unitario prom. (Kg/m ³)	1586		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1577		



PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO

SOLICITA : Lector Chang Jesús Kevin Jampier
TESIS : Resistencia a la compresión de un concreto $f_c=175\text{kg/cm}^2$ sustituyendo al agregado fino por aserrín tratado en un 5% y 3%
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
CANTERA : RUBEN
MATERIAL : ARENA GRUESA
FECHA : 17/05/2021

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	7650	7600	7650
Peso de molde	3360	3360	3360
Peso de muestra	4290	4240	4290
Volumen de molde	2788	2788	2788
Peso unitario (Kg/m ³)	1539	1521	1539
Peso unitario prom. (Kg/m ³)	1533		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1526		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	8350	8350	8300
Peso de molde	3360	3360	3360
Peso de muestra	4990	4990	4940
Volumen de molde	2788	2788	2788
Peso unitario (Kg/m ³)	1790	1790	1772
Peso unitario prom. (Kg/m ³)	1784		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1776		


Mg. Miguel Solar Jara
JEFE



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

SOLICITA : Lector Chang Jesús Kevin Jampier
TESIS : Resistencia a la compresión de un concreto $f_c=175\text{kg/cm}^2$ sustituyendo al
agregado fino por aserrín tratado en un 6% y 3%
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
CANTERA : RUBEN
MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
FECHA : 17/05/2021

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	1444.50	1390.90
B	Peso de material saturado superficialmente seco (agua)	939.90	905.40
C	Volumen de masa + volumen de vacíos (A-B)	504.60	485.50
D	Peso de material seco en estufa	1435.40	1381.90
E	Volumen de masa (C-(A-D))	495.50	476.50
G	P.e. Bulk (Base Seca) D/C	2.845	2.846
H	P.e. Bulk (Base Saturada) A/C	2.863	2.865
I	P.e. Aparente (Base Seca) D/E	2.897	2.900
F	Absorción (%) $((D-A/A)\times 100)$	0.63	0.65

P.e. Bulk (Base Seca) : 2.845
P.e. Bulk (Base Saturada) : 2.864
P.e. Aparente (Base Seca) : 2.898
Absorción (%) : 0.64


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
LAB. MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
Mg. Miguel Solar Jara
JEFE

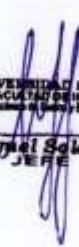



GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION AGREGADO FINO
(Según norma ASTM C-127)

SOLICITA : Lector Chang Jesús Kevin Jampier
TESIS : Resistencia a la compresión de un concreto $f_c=175\text{kg/cm}^2$ sustituyendo al
agregado fino por aserrín tratado en un 6% y 3%
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
CANTERA : RUBEN
MATERIAL : ARENA GRUESA
FECHA : 17/05/2021

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire) gr.	300.00	300.00
B	Peso de picnometro + agua gr.	669.00	669.00
C	Volumen de masa + volumen de vacios (A+B) cm^3	969.00	969.00
D	Peso de picnometro + agua + material gr.	857.20	857.20
E	Volumen de masa + volumen de vacios (C-D) cm^3	111.80	111.80
F	Peso de material seco en estufa gr.	296.70	296.70
G	Volumen de masa (E-(A-F))	108.50	108.50
H	P.e. Bulk (Base Seca) F/E	2.654	2.654
I	P.e. Bulk (Base Saturada) A/E	2.683	2.683
J	P.e. Aparente (Base Seca) F/E	2.735	2.735
K	Absorción (%) ((D-A/A)x100)	1.11	1.11

P.e. Bulk (Base Seca) : 2.654
P.e. Bulk (Base Saturada) : 2.683
P.e. Aparente (Base Seca) : 2.735
Absorción (%) : 1.11




 UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
LAB. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Mg. Miguel Salar Jara
J.E.F.E.



CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO GRUESO
(ASTM D-2216)

SOLICITA : Lector Chang Jesús Kevin Jampier
TESIS : Resistencia a la compresión de un concreto $f_c=175\text{kg/cm}^2$ sustituyendo al
agregado fino por aserrín tratado en un 6% y 3%
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
CANTERA : RUBEN
MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
FECHA : 17/05/2021

PRUEBA N°	01	02
TARA N°		
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	1110	1025.6
TARA + SUELO SECO (gr)	1103.9	1020.1
PESO DEL AGUA (gr)	6.1	5.5
PESO DE LA TARA (gr)	0	0
PESO DEL SUELO SECO (gr)	1103.9	1020.1
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.55	0.54
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)	0.55	


**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**
FACULTAD DE INGENIERÍA
Las Escuelas de Ingeniería y Arquitectura
Mg. Miguel Solar Jara
J.E.F.M.

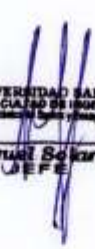


CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO FINO

(ASTM D-2216)

SOLICITA : Lector Chang Jesús Kevin Jampier
TESIS : Resistencia a la compresión de un concreto $f_c=175\text{kg/cm}^2$ sustituyendo al
agregado fino por aserrín tratado en un 6% y 3%
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
CANTERA : RUBEN
MATERIAL : ARENA GRUESA
FECHA : 17/05/2021

PRUEBA N°	01	02
TARA N°		
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	901.4	901.4
TARA + SUELO SECO (gr)	898.2	898.4
PESO DEL AGUA (gr)	3.2	3.0
PESO DE LA TARA (gr)	201.4	201.4
PESO DEL SUELO SECO (gr)	696.8	697
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.46	0.43
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)	0.44	


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
Mg. Miguel Soler Jara
JEFE



DISEÑO DE MEZCLA

SOLICITA : Lector Chang Jesús Kevin Jampier
 TESIS : Resistencia a la compresión de un concreto $f_c=175\text{kg/cm}^2$ sustituyendo al
 agregado fino por aserrín tratado en un 6% y 3%
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
 FECHA : 17/05/2021

ESPECIFICACIONES

- La selección de las proporciones se hará empleando el metodo del ACI
- La resistencia en compresión de diseño especificada es de 175 kg/cm^2 , a los 28 días.

MATERIALES

A.- Cemento :

- Tipo I "Pacasmayo"
- Peso especifico 3.12

B.- Agua :

- Potable, de la zona.

C.- Agregado Fino :

CANTERA : RUBEN

- Peso especifico de masa 2.65
- Peso unitario suelto 1526 kg/m^3
- Peso unitario compactado 1776 kg/m^3
- Contenido de humedad 0.44 %
- Absorción 1.11 %
- Módulo de fineza 2.60

D.- Agregado grueso

CANTERA : RUBEN

- Piedra, perfil angular
- Tamaño Máximo Nominal 3/4"
- Peso especifico de masa 2.85
- Peso unitario suelto 1419 kg/m^3
- Peso unitario compactado 1577 kg/m^3
- Contenido de humedad 0.55 %
- Absorción 0.64 %

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 Los Recintos de Gestión / Espacios de Innovación
Mg. Miguel Solar Jara
 JEFE



SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

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

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 3" a 4" , sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 3/4" , el volumen unitario de agua es de 205 lt/m³ .

RELACIÓN AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua - cemento de 0.750

FACTOR DE CEMENTO

F.C. : 205 / 0.750 = 273.333 kg/m³ = 6.43 bolsas / m³

VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS

Cemento.....	273.333	kg/m ³
Agua efectiva.....	211.869	lts/m ³
Agregado fino.....	886.863	kg/m ³
Agregado grueso.....	1014.803	kg/m ³

PROPORCIONES EN PESO

$$\frac{273.33}{273.33} : \frac{886.863}{273.33} : \frac{1014.80}{273.33}$$

1 : 3.25 : 3.71 : 32.94 lts / bolsa

PROPORCIONES EN VOLUMEN

1 : 3.18 : 3.90 : 32.94 lts / bolsa


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
C.A. Nicolás de Piérola y Pío del Huanan
Mg. Miguel Belar Jara
JEFE



DISEÑO DE MEZCLA
(3% SUSTITUCION DEL AGREGADO FINO)

SOLICITA : Lector Chang Jesús Kevin Jampier
TESIS : Resistencia a la compresión de un concreto $f_c=175\text{kg/cm}^2$ sustituyendo al
agregado fino por aserrín tratado en un 6% y 3%
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
FECHA : 27/05/2021

ESPECIFICACIONES

- La selección de las proporciones se hará empleando el metodo del ACI
- La resistencia en compresión de diseño promedio 210 kg/cm^2 , a los 28 días.

MATERIALES

A.- Cemento :

- Tipo I "Pacasmayo"
- Peso específico 3.12

B.- Agua :

- Potable, de la zona.

C.-Agregado Fino :

CANTERA : RUBEN

- Peso específico de masa 2.65
- Peso unitario suelto 1526 kg/m^3
- Peso unitario compactado 1776 kg/m^3
- Contenido de humedad 0.44 %
- Absorción 1.11 %
- Módulo de fineza 2.60

D.- Agregado grueso

CANTERA : RUBEN

- Piedra, perfil angular
- Tamaño Máximo Nominal 3/4"
- Peso específico de masa 2.85
- Peso unitario suelto 1419 kg/m^3
- Peso unitario compactado 1577 kg/m^3
- Contenido de humedad 0.55 %
- Absorción 0.64 %


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Los Huérfanos de Santa y Calle de Huancayo
Mg. Miguel Belar Jara
JEFE



SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

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

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 3" a 4", sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 3/4", el volumen unitario de agua es de 205 lt/m³.

RELACIÓN AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua - cemento de 0.750

VOLUMENES ABSOLUTOS

Cemento.....	(m ³)	0.088
3% Aserrín tratado.....	(m ³)	0.009
Agua efectiva.....	(m ³)	0.205
Agregado fino.....	(m ³)	0.323
Agregado grueso.....	(m ³)	0.355
Aire.....	(m ³)	0.020
		1.000 m ³

PESOS SECOS

Cemento.....	273.33	kg/m ³
3% Aserrín tratado.....	26.488	kg/m ³
Agua efectiva.....	205.00	lts/m ³
Agregado fino.....	856.45	kg/m ³
Agregado grueso.....	1009.29	kg/m ³

PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento.....	273.33	kg/m ³
3% Aserrín tratado.....	26.605	kg/m ³
Agua efectiva.....	211.87	lts/m ³
Agregado fino.....	860.26	kg/m ³
Agregado grueso.....	1014.80	kg/m ³



Mg. Miguel Betar Jara
JEFE

PROPORCIONES EN VOLUMEN

$$\frac{273.33}{273.33} : \frac{26.605}{273.33} : \frac{860.26}{273.33} : \frac{1014.80}{273.33}$$

$$1 : 0.10 : 3.15 : 3.71 \quad 32.31 \text{ lts / bolsa}$$



DISEÑO DE MEZCLA

(6% SUSTITUCION DEL AGREGADO FINO)

SOLICITA : Lector Chang Jesús Kevin Jampier
TESIS : Resistencia a la compresión de un concreto $f'c=175\text{kg/cm}^2$ sustituyendo al
agregado fino por aserrín tratado en un 6% y 3%
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
FECHA : 27/05/2021

ESPECIFICACIONES

- La selección de las proporciones se hará empleando el metodo del ACI
- La resistencia en compresión de diseño promedio 210 kg/cm^2 , a los 28 días.

MATERIALES

A.- Cemento :

- Tipo I "Pacasmayo"
- Peso especifico 3.12

B.- Agua :

- Potable, de la zona.

C.-Agregado Fino :

CANtera : RUBEN

- Peso especifico de masa 2.65
- Peso unitario suelto 1526 kg/m^3
- Peso unitario compactado 1776 kg/m^3
- Contenido de humedad 0.44 %
- Absorción 1.11 %
- Módulo de fineza 2.60

D.- Agregado grueso

CANtera : RUBEN

- Piedra, perfil angular
- Tamaño Máximo Nominal 3/4"
- Peso especifico de masa 2.85
- Peso unitario suelto 1419 kg/m^3
- Peso unitario compactado 1577 kg/m^3
- Contenido de humedad 0.55 %
- Absorción 0.64 %


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
Lab. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Mg. Miguel Sotár Jara
JEFE



SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

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

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 3" a 4" , sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 3/4" , el volumen unitario de agua es de 205 lt/m³ .

RELACIÓN AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua - cemento de 0.750

VOLUMENES ABSOLUTOS

Cemento.....	(m ³)	0.088
6% Aserrin tratado.....	(m ³)	0.019
Agua efectiva.....	(m ³)	0.205
Agregado fino.....	(m ³)	0.313
Agregado grueso.....	(m ³)	0.355
Aire.....	(m ³)	0.020
		1.000 m³

PESOS SECOS

Cemento.....	273.33 kg/m ³
6% Aserrin tratado.....	52.976 kg/m ³
Agua efectiva.....	205.00 lts/m ³
Agregado fino.....	829.95 kg/m ³
Agregado grueso.....	1009.29 kg/m ³

PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento.....	273.33 kg/m ³
6% Aserrin tratado.....	53.211 kg/m ³
Agua efectiva.....	215.60 lts/m ³
Agregado fino.....	833.65 kg/m ³
Agregado grueso.....	1014.80 kg/m ³


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
LAB. MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
Mg. Miguel Belar Jara
JEFE

PROPORCIONES EN VOLUMEN

$$\frac{273.33}{273.33} : \frac{53.211}{273.33} : \frac{833.65}{273.33} : \frac{1014.80}{273.33}$$

$$1 : 0.19 : 3.05 : 3.71 \quad 33.53 \text{ lts / bolsa}$$

ANÁLISIS DE PH



CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES

“COLECBI” S.A.C.

REGISTRADO EN LA DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICAS Y DESARROLLO PESQUERO - PRODUCE

INFORME DE ENSAYO N° 20210408-001

Pág. 1 de 1

SOLICITADO POR : JESÚS KEVIN LECTOR CHANG.
 DIRECCIÓN : José Carlos Mariategui L3-45 Nuevo Chimbote.
 NOMBRE DEL CONTACTO DEL CUENTE : NO APLICA
 PRODUCTO DECLARADO : ABAJO INDICADOS
 LUGAR DE MUESTREO : NO APLICA
 MÉTODO DE MUESTREO : NO APLICA
 PLAN DE MUESTREO : NO APLICA
 CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE EL MUESTREO : NO APLICA
 FECHA DE MUESTREO : NO APLICA
 CANTIDAD DE MUESTRA : 03 muestras.
 PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA : En bolsa de polietileno, cerrada.
 CONDICIÓN DE LA MUESTRA : En buen estado
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2021-04-08
 FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 2021-04-08
 FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO : 2021-04-08
 LUGAR REALIZADO DE LOS ENSAYOS : Laboratorio Físico Químico.
 CÓDIGO COLECBI : SS 210408-1

RESULTADOS

MUESTRAS	ENSAYO
	pH
ASERRÍN	6,64
ASERRIN + 10% CAL	10,24
CAL	12,71

METODOLOGIA EMPLEADA

pH : Potenciométrico

NOTA:

- Informe de ensayo emitido en base a resultados de nuestro Laboratorio sobre muestras :
 Proporcionadas por el Solicitante (X) Muestras por COLECBI S.A.C. ()
- Los resultados presentados corresponden solo a la muestra/s ensayada/s.
- Estos resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- No afecta al proceso de Denuncia por su perechabilidad y/o muestra única.
- El informe incluye diagrama, croquis o fotografías : SI () NO (X)
- Cuando el informe de ensayo ya emitido se haga una corrección o modificación se emitirá un nuevo informe de ensayo completo que haga referencia al informe que reemplaza. Los cambios se identificarán con letra negra y cursiva.

Fecha de Emisión: Nuevo Chimbote, Abril 09 del 2021.
GVR/jms

LC-MP-HRIE
Rev. 06
Fecha 2010-07-01

A. Gustavo Vargas Ramos
Gerente de Laboratorio
0037700266@colecbi.com.pe
L 8 P 18

COLECBI S.A.C. EL INFORME NO SE DEBE REPRODUCIR SIN LA APROBACIÓN DEL LABORATORIO, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD

FIN DEL INFORME

CIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES S.A.C.

**RESULTADOS DEL ENSAYO A LA
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

SOLICITA : Lector Chang Jesús Kevin Jampier
TESIS : Resistencia a la compresión de un concreto $f_c=175\text{kg/cm}^2$ sustituyendo al
agregado fino por aserrín tratado en un 6% y 3%
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
FECHA : 27/05/2021

F C : 175 Kg/cm²

N°	TESTIGO ELEMENTO	SLUMP (")	FECHA		EDAD DIAS	FC Kg/Cm ²	FC/F.C. (%)
			MOLDEO	ROTURA			
01	PATRON	-	22/03/2021	29/03/2021	7	135.73	77.56
02	PATRON	-	22/03/2021	29/03/2021	7	138.32	79.04
03	PATRON	-	22/03/2021	29/03/2021	7	133.77	76.44
04	PATRON	-	22/03/2021	05/04/2021	14	160.70	91.83
05	PATRON	-	22/03/2021	05/04/2021	14	169.13	96.65
06	PATRON	-	22/03/2021	05/04/2021	14	164.83	94.19
07	PATRON	-	22/03/2021	19/04/2021	28	185.28	105.87
08	PATRON	-	22/03/2021	19/04/2021	28	181.09	103.83
09	PATRON	-	22/03/2021	19/04/2021	28	184.99	105.71

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

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

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
LAB. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Mg. Miguel Belar Jara
JEPB



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION - EXPERIMENTAL 3%

SOLICITA : Lector Chang Jesús Kevin Jampier
TESIS : Resistencia a la compresión de un concreto $f_c=175\text{kg/cm}^2$ sustituyendo al
agregado fino por aserrín tratado en un 6% y 3%
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
FECHA : 27/05/2021

F' C : 175 Kg/cm²

N°	TESTIGO	SLUMP (")	FECHA		EDAD DIAS	FC Kg/Cm ²	FC/F' C (%)
	ELEMENTO		MOLDEO	ROTURA			
01	EXPERIMENTAL	-	27/04/2021	04/05/2021	7	156.17	89.24
02	EXPERIMENTAL	-	27/04/2021	04/05/2021	7	162.05	92.60
03	EXPERIMENTAL	-	27/04/2021	04/05/2021	7	163.65	93.51
04	EXPERIMENTAL	-	27/04/2021	11/05/2021	14	178.62	102.07
05	EXPERIMENTAL	-	27/04/2021	11/05/2021	14	178.08	101.76
06	EXPERIMENTAL	-	27/04/2021	11/05/2021	14	178.56	102.03
07	EXPERIMENTAL	-	27/04/2021	25/05/2021	28	199.05	113.74
08	EXPERIMENTAL	-	27/04/2021	25/05/2021	28	202.58	115.76
09	EXPERIMENTAL	-	27/04/2021	25/05/2021	28	201.88	115.36

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

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


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
LAB. MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
Mg. Miguel Sotelo Jara
JEFE



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION- EXPERIMENTAL 6%

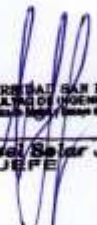
SOLICITA : Lector Chang Jesús Kevin Jampier
TESIS : Resistencia a la compresión de un concreto $f_c=175\text{kg/cm}^2$ sustituyendo al
agregado fino por aserrín tratado en un 6% y 3%
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
FECHA : 27/05/2021

F C : 175 Kg/cm²

N°	TESTIGO	SLUMP (")	FECHA		EDAD	F _C Kg/Cm ²	F _C /F _C (%)
	ELEMENTO		MOLDEO	ROTURA	DIAS		
01	EXPERIMENTAL	-	27/04/2021	04/05/2021	7	133.78	76.45
02	EXPERIMENTAL	-	27/04/2021	04/05/2021	7	129.23	73.85
03	EXPERIMENTAL	-	27/04/2021	04/05/2021	7	132.58	75.76
04	EXPERIMENTAL	-	27/04/2021	11/05/2021	14	146.89	83.94
05	EXPERIMENTAL	-	27/04/2021	11/05/2021	14	157.25	89.86
06	EXPERIMENTAL	-	27/04/2021	11/05/2021	14	145.76	83.29
07	EXPERIMENTAL	-	27/04/2021	25/05/2021	28	171.46	97.98
08	EXPERIMENTAL	-	27/04/2021	25/05/2021	28	176.88	101.07
09	EXPERIMENTAL	-	27/04/2021	25/05/2021	28	168.23	96.13

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

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


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Lab. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Mg. Miguel Soler Jara
JEFE