



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

“Propiedades físico mecánicas del ladrillo de concreto al sustituir el cemento por cenizas de aserrín en un 10% 15% y 20% Nuevo Chimbote - 2018”.

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**AUTORES:**

Celeste Stefani Ibañez Neciosup

Yoel Kin Rodríguez Morales

**ASESOR:**

Mgrt. Miguel Ángel Solar Jara

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**CHIMBOTE– PERÚ**

**2018**



**ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS**

Código : F07-PP-PR-02.02  
Versión : 09  
Fecha : 23-03-2018  
Página : 1 de 50

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentado por don(a) IBAÑEZ NECIOSUP CELESTE y RODRIGUEZ MORALES, YOEL KIN cuyo título es: PROPIEDADES DEL LADRILLO DE CONCRETO AL SUSTITUIR EL CEMENTO POR CENIZA DE ASERRIN EN UN 10% , 15% Y 20% - NUEVO CHIMBOTE 2018:

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el/los estudiante(s), otorgándole(s) el calificativo de: ...17... (número) .....DIECISIETE..... (letras).

Chimbote, 07 de diciembre de 2018

Dr. CERNA CHAVEZ RIGOBERTO  
PRESIDENTE

Mgtr. SOLAR JARA MIGUEL ANGEL  
SECRETARIO

Ing. VASQUEZ SANCHEZ MARCO ANTONIO  
VOCAL

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

## DEDICATORIA

En es especial a nuestras madres, ya que son las personas que nos encaminó al estudio y gracias a sus enseñanzas y valores somos personas de bien.

Por otro lado, le dedico mi tesis a nuestros padres, ya que son los hombres que están siempre en los buenos y malos momentos brindándonos todo su apoyo.

El presente proyecto de tesis es dedicado a Dios quien nos ha dado salud y vida para poder seguir adelante con nuestras metas y anhelos propuestos.

## AGRADECIMIENTOS

A mis asesores temático y metodológico, Ing. Miguel Ángel Solar Jara y Dr. Rigoberto Cerna, ya que, gracias a sus orientaciones y correcciones, hacen de esta investigación un buen proyecto.

Agradecemos a nuestras madres, ya que, gracias a sus esfuerzos, dedicaciones y sus palabras nos dan fuerzas para seguir luchando día a día y ser un profesional de éxito.

Agradecemos a nuestros padres, ya que, estuvieron apoyándonos en todo momento, en la difícil etapa académica donde se presentaron diversos obstáculos.



## DECLARATORIA DE AUTENCIDAD

Nosotros, IBAÑEZ NECIOSUP CELESTE STEFANI, con DNI N° 70116426 y RODRIGUEZ MORALES YOEL KIN con DNI N° 72497411, a efecto de acatamiento con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil, manifiesto bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, manifestamos también bajo juramento que todos los datos e información que se presentan en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento y omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas de la Universidad César Vallejo.

Nuevo Chimbote, diciembre del 2018

IBAÑEZ NECIOSUP CELESTE STEFANI  
DNI N° 7011642

RODRIGUEZ MORALES YOEL KIN  
DNI N° 72497411

## PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado:

Cumpliendo con las disposiciones vigentes establecidas por el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil, someto a vuestro criterio profesional la evaluación del presente trabajo de investigación titulado: “PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL LADRILLO DE CONCRETO AL SUSTITUIR EL CEMENTO POR CENIZAS DE ASERRÍN EN UN 10% 15% Y 20%”, con el objetivo de determinar cómo influye en las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos de concreto.

En el primer capítulo se desarrolla la introducción que abarca la realidad problemática, antecedentes, teorías relacionadas al tema, formulación del problema, justificación y objetivos de la presente tesis.

En el segundo capítulo se describe la metodología de la investigación, es decir el diseño de la investigación, variables y su operacionalización, población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos que se empleó.

En el tercer capítulo se exponen los resultados obtenidos de cada uno de los ensayos realizados a los especímenes de acuerdo a la normativa técnica peruana 331.017.

En el cuarto capítulo se discutirán los resultados llegando a las conclusiones objetivas y recomendaciones para las futuras investigaciones.

Así mismo el presente estudio es elaborado con el propósito de obtener el título profesional de Ingeniería Civil y realizar con la convicción que se me otorgará el valor justo y mostrando apertura a sus observaciones y recomendaciones, agradezco de antemano las sugerencias y apreciaciones que se brinde a la presente investigación.

El Autor.

## INDICE

<b>PAGINA DEL JURADO</b>	ii
<b>DEDICATORIA</b>	iii
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	iv
<b>DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD</b>	v
<b>PRESENTACIÓN</b>	vi
<b>RESUMEN</b>	xi
<b>ABSTRACT</b>	xii
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	13
1.1. Realidad Problemática	13
1.2. Trabajos previos	15
1.3. Teorías relacionadas al tema	17
1.3.1. Aserrín	17
1.3.1.1. Composición Química de las Cenizas del aserrín	17
1.3.2. Ladrillos de concreto	17
1.3.2.1. Propiedades importantes en un ladrillo de concreto	19
1.3.2.2. Función estructural y arquitectónica	19
1.3.2.3. Ingredientes para la fabricación del ladrillo de concreto	20
1.3.2.4. Proceso de fabricación de ladrillo de concreto	22
1.3.3. Norma	24
1.3.4. Cemento	24
1.3.4.1. Definición	24
1.3.4.2. Clinker	25
1.3.4.3. Componentes fundamentales de la mezcla cruda	25
1.3.4.4. Reacciones de Clinkerización	26
1.3.4.5. Retrogresión y uso de la harina de sílice	27
1.3.5. análisis térmico diferencial	27
1.3.6. fluorescencia de rayos x	28
1.3.7. Propiedades físicas de los ladrillos de concreto	28

1.3.7.1.	Absorción	28
1.3.7.2.	Alabeo	28
1.3.8.	Propiedades mecánicas	29
1.3.8.1.	Resistencia a la compresión	29
1.4.	Formulación del problema	30
1.5.	Justificación de estudio	30
1.6.	Hipótesis	31
1.7.	Objetivos	31
1.7.1.	General	31
1.7.2.	Específicos	31
<b>II.</b>	<b>MÉTODO</b>	31
2.1.	Diseño de investigación: Cuasi - Experimental	31
2.2.	Variables, Operacionalización	33
2.3.	Población y muestra	34
2.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	34
2.5.	Método de análisis de datos	35
2.6.	Aspectos éticos	35
<b>III.</b>	<b>RESULTADOS</b>	36
3.1.	Análisis térmico diferencial	36
3.2.	Fluorescencia de rayos x	37
3.3.	Caracterización de los agregados	38
3.4.	Diseño de mezcla del ladrillo de concreto de 180 kg/cm <sup>2</sup>	48
3.5.	Resistencia a la compresión a los 7 días	48
3.6.	Resistencia a la compresión a los 14 días	50
3.7.	Resistencia a la compresión a los 28 días	52
3.9.	Ensayo de absorción a los 28 días	56
3.10.	Ensayo de alabeo a los 28 días	58
<b>IV.</b>	<b>DISCUSIÓN</b>	62
<b>V.</b>	<b>CONCLUSIÓN</b>	65
<b>VI.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>	66

<b>VII. REFERENCIA</b>	<b>67</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>69</b>
<b>ANEXO N°01 MATRIZ DE CONSISTENCIA</b>	<b>70</b>
<b>ANEXO N°02 PROTOCOLOS</b>	<b>73</b>
<b>ANEXO N°03 NORMAS TECNICAS</b>	<b>134</b>

### **Índice de tablas**

<b>Tabla 1:</b> Clase de unidad de unidad de albañilería para fines estructurales.....	
<b>Tabla 2:</b> Población y muestra .....	<b>34</b>
<b>Tabla 3:</b> Granulometría de la arena gruesa de la cantera la cumbre.....	<b>38</b>
<b>Tabla 4:</b> Granulometría del confitillo de la cantera la carbonera .....	<b>40</b>
<b>Tabla 5:</b> Peso unitario suelto de la arena gruesa de la cantera la cumbre.....	<b>42</b>
<b>Tabla 6:</b> Peso unitario compactado de la arena gruesa de la cantera la cumbre .....	<b>42</b>
<b>Tabla 7:</b> Peso unitario suelto del confitillo de la cantera la carbonera .....	<b>43</b>
<b>Tabla 8:</b> Peso unitario compactado del confitillo de la cantera la carbonera .....	<b>43</b>
<b>Tabla 9:</b> Contenido de humedad de la arena gruesa de la cantera la cumbre .....	<b>44</b>
<b>Tabla 10:</b> Contenido de humedad del confitillo de la cantera la carbonera .....	<b>44</b>
<b>Tabla 11:</b> Peso específico y absorción de la arena gruesa de la cantera la cumbre .....	<b>45</b>
<b>Tabla 12:</b> Peso específico y absorción del confitillo de la cantera la carbonera .....	<b>45</b>
<b>Tabla 13:</b> Peso específico 90% cemento + 10% cenizas.....	<b>46</b>
<b>Tabla 14:</b> Peso específico 85% cemento + 15% cenizas.....	<b>46</b>
<b>Tabla 15:</b> Peso específico 80% cemento + 20% cenizas.....	<b>47</b>
<b>Tabla 16:</b> Resultados de la caracterización de los agregados.....	<b>47</b>
<b>Tabla 17:</b> Dosificaciones de los materiales .....	<b>48</b>
<b>Tabla 18:</b> Resistencia a la compresión a los 7 días (patron).....	<b>48</b>
<b>Tabla 19:</b> Resistencia a la compresión a los 7 días (10 % cenizas).....	<b>49</b>
<b>Tabla 20:</b> Resistencia a la compresión a los 7 días (15 % cenizas).....	<b>49</b>
<b>Tabla 21:</b> Resistencia a la compresión a los 7 días (20 % cenizas).....	<b>50</b>
<b>Tabla 22:</b> Resistencia a la compresión a los 14 días (patron).....	<b>50</b>

<b>Tabla 23:</b> Resistencia a la compresión a los 14 días (10 % cenizas).....	51
<b>Tabla 24:</b> Resistencia a la compresión a los 14 días (15 % cenizas).....	51
<b>Tabla 25:</b> Resistencia a la compresión a los 14 días (20 % cenizas).....	52
<b>Tabla 26:</b> Resistencia a la compresión a los 28 días (patron).....	52
<b>Tabla 27:</b> Resistencia a la compresión a los 28 días (10 % cenizas).....	53
<b>Tabla 28:</b> Resistencia a la compresión a los 28 días (15 % cenizas).....	53
<b>Tabla 29:</b> Resistencia a la compresión a los 28 días (20 % cenizas).....	54
<b>Tabla 30:</b> Ensayo a la compresión resumen .....	54
<b>Tabla 31:</b> Ensayo de absorcion (patron) .....	56
<b>Tabla 32:</b> Ensayo de absorcion (10 % cenizas) .....	56
<b>Tabla 33:</b> Ensayo de absorcion (15 % cenizas) .....	57
<b>Tabla 34:</b> Ensayo de absorcion (20 % cenizas) .....	57
<b>Tabla 35:</b> Ensayo de alabeo (patron) .....	58
<b>Tabla 36:</b> Ensayo de alabeo (10 % cenizas) .....	59
<b>Tabla 37:</b> Ensayo de alabeo (15 % cenizas) .....	60
<b>Tabla 38:</b> Ensayo de alabeo (20 % cenizas) .....	61

## RESUMEN

La presente tesis se realizó en el Distrito de Chimbote, Provincia del Santa. Esta investigación es de tipo aplicada, teniendo como objetivo general “Determinar cómo influye las cenizas de aserrín en las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos de concreto”, para ello se utilizó una población de 100 ladrillos de concreto y la muestra de 20, 20 y 60 ladrillos se dividió para las edades de 7, 14 y 28 días respectivamente. Los datos fueron obtenidos con el uso de protocolos y procesados mediante el uso de tablas y gráficos utilizando el programa de Microsoft Excel, pretendiendo llegar a la conclusión que la sustitución del cemento por las cenizas de aserrín mejore las propiedades del ladrillo y que cumpla con los requerimientos establecidos en la norma.

**Palabras claves:** Ladrillo de concreto, cenizas de aserrín.

## **ABSTRACT**

This thesis was carried out in the District of Chimbote, Province of Santa. This research is of applied type, having as a general objective "Determine how sawdust ashes influence the physical and mechanical properties of concrete bricks", for this a population of 100 concrete bricks was used and the sample of 20, 20 and 60 bricks were divided for the ages of 7, 14 and 28 days respectively. The data was obtained with the use of protocols and processed through the use of tables and graphs using the Microsoft Excel program, trying to reach the conclusion that the substitution of the cement by sawdust ashes improves the properties of the brick and that it complies with the requirements established in the standard.

**Keywords:** Concrete brick, sawdust ash, physical.



## **I. INTRODUCCIÓN**

### **1.1. Realidad Problemática**

En la actualidad en las viviendas, los precios de construcción son caros y los cuales tienden a incrementar, provocando que la población en su mayor parte en ella no tenga acceso. Los elevados ingresos en los sectores (A y B) existe una sobreoferta de viviendas y para los sectores de bajos recursos del sector (D y E) la vivienda es inalcanzable, sumado a ello la baja calidad de los materiales, como también, se debe tener el respaldo técnico y financiero adecuado, dando paso al crecimiento de la población a una mejor calidad de vida con bajos recursos (Barrera, 2014).

En las construcciones de albañilería de concreto cuando esta se realiza con material de mala calidad, las edificaciones pierden sus beneficios, lo cual se convierte altamente peligrosa ante un posible colapso provocado por un sismo. En la actualidad en Chimbote se realizan unidades de albañilería de concreto que no cumple con los mínimos estándares de calidad. Esto parece ser el reflejo de una problemática política y social, siendo las entidades quienes no tienen conocimiento y no emplean las normas (Castillo y Viera, 2016, p.1).

En Chimbote las construcciones de estructuras de albañilería son autoconstruidas siendo las unidades de concreto y arcillas el material más empleado. Atraves de este se genera la autoconstrucción, provocando que se requieran materiales de baja calidad, mala ejecución de los procesos constructivos y mano de obra no adecuada, por tanto, no laboran ni cumplen conforme el RNE. En la evaluación que se realizó después del sismo del 2016 del 17 de Febrero, brinda como resultado que las construcciones ante eventos sísmicos son vulnerables, en el cual aplicaron unidades concreto artesanal que contaban con una muy mala calidad producido por materiales de baja calidad empleados en los ladrillos de concreto (Radio Programas del Perú, 2016).

En el sur de nuestro país, sigue siendo afectado por constantes sismos; en Chimbote no se da hasta la actualidad un evento sísmico de gran magnitud, este silencio que ya lleva muchos años tendría que poner en alerta al sector constructor para que se hagan diseños pensando en estos eventos tan catastróficos, dado que Los ladrillos de concreto clandestinos se realizan sin ningún control de calidad. Pero se ve que es un tema que ha pasado desapercibido dado que se sigue construyendo con los mismos diseños y materiales los cuales vienen dándonos resultados desfavorables ante los eventos sísmicos (Diario El Peruano, 2015).

Según el Diario Correo menciona que el ingeniero Villavicencio Felipe de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional del Santa (UNS), ha liderado un equipo de trabajo que durante varias semanas se ha dedicado a constatar las condiciones en las que se fabrican los ladrillo de concreto, la durabilidad y firmeza de los mismos en ocho centros de producción. Siendo de cada lugar se han tomado tres muestras y los resultados han sido preocupantes. Según los profesionales se ha determinado que estos (los ladrillos) son usados inclusive como muros portantes, y que ante la presencia de sismos, no estarían respondiendo ante las sollicitaciones sísmicas. La gravedad de esto es que de acuerdo a las Normas Técnicas Peruanas (NTP) cada unidad debe tener una resistencia de comprensión de  $50\text{kg/cm}^2$ , sin embargo el material analizado por la Universidad Nacional del Santa (UNS) apenas llega a  $5.61\text{kg/cm}^2$  como máximo y  $3.74\text{kg/cm}^2$  como mínimo. El aguante de estos productos elaborados artesanalmente no llega ni al 15%. Un riesgo inminente que atenta contra la salud pública. Por último el estudio también especifica que los ladrillos tienen falla por corte y presencia de rajaduras por aplastamiento siendo no aptos para la construcción.

## 1.2. Trabajos previos

Según Llacza, (2014), en su tesis “Proporcionalidad de agregados en la fabricación de un ladrillo de concreto, tuvo como objetivo determinar la caracterización de los agregados, dosificación de mezclas, absorción y resistencia a la compresión de un ladrillo de concreto. En su metodología experimental, llegando a la conclusión que el porcentaje de absorción se reduce conforme aumenta la cantidad de confitillo, por ello se propone la dosificación 1:5:2 como la óptima, esto de acuerdo al comportamiento del ladrillo al ser evaluado en los ensayos realizados.

Según Blas, (2012), en su tesis “Comportamiento de Cenizas y su Impacto en Sistemas de Combustión de Biomasa, tuvo como objetivo la caracterización de la ceniza que deriva de la combustión de biomasa, dando importancia en la química a las transformaciones provocadas al ser sometidas a altas temperaturas. Se desarrolló el análisis térmico diferencial y la eflorescencia de rayos x para obtener los componentes químicos de las cenizas de. Se llegó a la conclusión con recomendaciones sobre el control, prevención de problemas y manejo asociados a cenizas, y se tiene por conclusión que los componentes de cenizas de biomasa está dominada por SiO<sub>2</sub> y CaO, y en menor medida por óxidos de Mg, Al, K y P.”

Según Peña, (2001), en su tesis “Fabricación de bloques de concreto con una mesa vibradora, en los ensayos realizados en su proyecto de investigación con diferentes dosificaciones se usaron cementos Portland tipo I y agregados usuales, se obtuvo como conclusión que la mesa vibradora permite la fabricación de bloques vibra compactados resistentes; como también se propone como mezcla de diseño óptima la dosificación 1.7 que en proporción es 1:5:2 (cemento: arena: piedra) en volumen”

Olave (2017), en su tesis titulada “Influencia del aserrín en la resistencia a la compresión y variación dimensional de ladrillos de arcilla cocida elaborados artesanalmente” en la Universidad César Vallejo, Nuevo Chimbote, para obtener el título de ingeniero civil. Expone como objetivo general determinar la influencia del aserrín en la resistencia a la compresión y variación dimensional de los ladrillos de arcilla cocida elaborados artesanalmente. Como resultado se obtuvieron ladrillos con resistencia adecuada bajo la norma técnica peruana 331.017 pero esa resistencia tendía a bajar conforme aumentaba el porcentaje de aserrín adicionado; por lo que se concluye que el porcentaje de aserrín idóneo para aumentar la resistencia a la compresión y que no afecte las dimensiones finales de los ladrillos es de 3 %.

Ortega (2011), en su tesis titulada “análisis termogravimétrico y térmico diferencial de diferentes biomásas vegetales, para obtener el título de ingeniero químico. Expone como objetivo general determinar el análisis térmico diferencial a diferentes biomásas. Como resultado se obtuvieron El aserrín de pino se descompuso en un 67,75 % entre 200 y 400 °C; mientras que entre 580 y 650 °C tuvo lugar la descomposición de un 20,5% de la biomasa. En la descomposición de cascarilla de café ocurrió una pérdida de 44 % de masa, entre 200 y 400 °C; y entre 580 y 650 °C se descompuso un 34,86 % de la biomasa. En el caso del bagazo de caña el 70 % se descompuso entre los 262°C y 350 °C, ocurriendo la mayor pérdida de masa a 325 °C; mientras que un 17 % se descompuso entre 620 y 650 °C.

### **1.3. Teorías relacionadas al tema**

#### **1.3.1. Aserrín**

El aserrín es una composición de residuos del cepillado de distintas maderas, este material es de fácil acceso ya que es el desperdicio de las maderas que están siendo moldadas para la creación de objetos a base de madera, este material se puede encontrar en industrias grandes de madera o incluso en carpinterías. El costo de este material es muy bajo en ciertas madereras son de costo gratuito mientras que en otras el costo va de acuerdo al dueño. El aserrín de madera se compone principalmente de fibras de lignina unidas con celulosa. Según análisis, su composición media es de un 42% de oxígeno (O), un 50% de carbono (C), un 2% de nitrógeno (N) y un 6% de hidrógeno (H) junto a otros elementos (Basauré, 2008, p.5).

##### **1.3.1.1. Composición Química de las Cenizas del aserrín**

Los componentes de las cenizas de aserrín está dada por CaO y SiO<sub>2</sub>, y en porcentajes más bajos está compuesta por óxidos de Fósforo, Magnesio, Potasio, Aluminio (Blas, 2012, p.72).

#### **1.3.2. Ladrillos de concreto**

Son ladrillos de concreto fabricados con agua, agregados y cemento portland, las cuales se pueden manipular con una sola mano, estos ladrillos son fabricados solo para albañilería confinada y armada.

De acuerdo a la NTP 399.601 Los ladrillos de concreto estarán de acuerdo a los cuatro tipos, tal como sigue:

- Tipo 24: Se podrá usar para muros exteriores sin revestimiento y enchape arquitectónico, como también para darle resistencia a la penetración de la humedad, alta resistencia a la compresión y a la acción severa del frío.
- Tipo 17: Se podrá usar donde se requiere moderada resistencia a la penetración de la humedad, resistencia a la acción del frío y compresión.
- Tipo 14: Se podrá hacer un uso generalizado donde se necesite resistencia a la compresión.
- Tipo 10: Se podrá hacer un uso general donde se necesite resistencia a la compresión.

Nota: Tipos de ladrillos de concreto son aplicables a unidades de revestimiento de gran tamaño de ladrillo y enchapes de concreto macizo.

De acuerdo con la NTP 399.601 las máximas dimensiones de los ladrillos de concreto serán menores de 120 mm. (Ancho), 290 mm. (Largo) y 190 mm. (Largo). Para la realización de este proyecto se tomara las medidas de 140 mm. (Ancho), 240 mm. (Largo) y 90 mm. (Castillo y Viera, 2016, p.4).

### **Clasificación para fines estructurales**

Para efectos del diseño estructural, las unidades de albañilería tendrán las características indicadas en la Tabla 1.

**Tabla N1.** Clase de unidad de unidad de albañilería para fines estructurales

CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSION (máxima en porcentaje)			ALABEO (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN $f'_b$ mínimo en MPa (kg/cm <sup>2</sup> ) sobre área bruta
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm		
	<b>Ladrillo I</b>	±8	±6	±4	10
<b>Ladrillo II</b>	±7	±6	±4	8	6,9 (70)
<b>Ladrillo III</b>	±5	±4	±3	6	9,3 (95)
<b>Ladrillo IV</b>	±4	±3	±2	4	12,7 (130)
<b>Ladrillo V</b>	±3	±2	±1	2	17,6 (180)
<b>Bloque P (1)</b>	±4	±3	±2	4	4,9 (50)
<b>Bloque NP (2)</b>	±7	±6	±4	8	2,0 (20)

Fuente. Norma Técnica E.070 Albañilería

(1) Bloque usado en la construcción de muros portantes

(2) Bloque usado en la construcción de muros no portantes

El ladrillo se clasificará en los siguientes tipos de acuerdo a sus propiedades.

Tipo I: Resistencia y durabilidad muy bajas. Aptos para construcciones de albañilería en condiciones de servicio con exigencias mínimas.

Tipo II: Resistencia y durabilidad bajas. Aptos para construcciones de albañilería en condiciones de servicio moderado.

Tipo III: Resistencia y durabilidad media. Aptos para construcciones de albañilería de uso general.

Tipo IV: Resistencia y durabilidad alta. Aptos para construcciones de albañilería en condiciones de servicio riguroso.

Tipo V: Resistencia y durabilidad muy altas. Aptos para construcciones de albañilería en condiciones de servicio particularmente rigurosas.

#### **1.3.2.1. Propiedades importantes en un ladrillo de concreto**

El ladrillo de concreto cuenta con resistencia a la compresión siendo una importante propiedad mecánica, lo cual se relaciona directamente con el muro ante la resistencia que proporciona. Las propiedades físicas como la absorción y geometría, también influyen en la resistencia del elemento estructural (Mas y Kirschbaum, 2010, p.10).

#### **1.3.2.2. Función estructural y arquitectónica**

##### **a) Estructural**

La estructura tiene la capacidad de soportar cargas en los muros, siendo variante al de su mismo peso, por lo que se tendrán los siguientes tipos de mampostería:

- No portante o Carga Muerta: Sirve para dividir espacios, lo cual no tiene función objetiva o tácita para soportar niveles superiores o techo, la mampostería de este tipo conforma la fachada o particiones en edificios con sistemas de concreto portantes en pórticos, incluso madera o acero.
- Portante o Carga Viva: Es una resistencia superior tendiente a la necesidad en los elementos, esto debe tener una suficiente resistencia con el fin poder soportar las cargas, o que tenga una resistencia la estructura bajo su diseño (Castillo y Viera, 2016, p.4).

## **b) Arquitectónicas**

Las funciones arquitectónicas pueden estar ligadas o no a la estructura de la mampostería de concreto, si no estos pueden estar ligados a las unidades en su forma física en la que se haya dado. Entre ellas se tiene: con acabados y sencilla (Castillo y Viera, 2016, p.4).

### **1.3.2.3. Ingredientes para la fabricación del ladrillo de concreto**

La mezcla semidura de cemento Portland es el concreto fresco, agua y arena (Agregado fino). Por intermedio de este proceso de hidratación, las partículas del cemento generan la reacción química ante el agua y la mezcla endureciendo el concreto y se vuelve un material de larga vida útil. Cuando se realiza la mezcla, después se realiza el vaciado y posterior a curarlo de manera adecuada, el concreto empieza a formar solidas estructuras que son capaces de soportar las altas temperaturas de las estaciones de verano y de invierno sin dar mucho mantenimiento.

En ellos el material que se emplea en la elaboración del concreto puede afectar la facilidad con el cual pueda vaciarse y brindar el acabado necesario; esto influiría también en lo que demora en endurecer como también la obtención de la resistencia y lo correcto en sus funciones para lo que fue realizado (Arias, Fuentes y Granados, 2013, p.21).

### **Cemento**

El cemento es como un pegamento ya que al contacto con el agua tiene la función de unirse firmemente, este es un polvo fino. El nombre más popular o común de este producto es cemento, pero su nombre técnico es cemento portland, este nombre lo lleva hace más de ciento cincuenta años por su creador Joseph aspdin. Este nombre da honor a las islas portland (Inglaterra) ya que el color de las rocas de este lugar es muy parecido al cemento, estas rocas fueron muy usadas en las construcciones de esos tiempos. Las materias primas del cemento son



yeso, arcilla, caliza y otros materiales conocidos como adiciones. Su elaboración exige grandes y complejas instalaciones industriales, con la inclusión de un horno giratorio que llega a tener temperaturas aproximadas a los 1500°C. (Arias, Fuentes y Granados, 2013, p.21).

### **Arena**

Este es parte del concreto el cual es el pasante por el tamiz de 4.75 mm que en este caso es el tamiz número cuatro y al mismo tiempo se retiene en el tamiz número 0.08 mm que en este caso es el tamiz número doscientos. A este se le somete al ensayo de Granulometría de los agregados: este consiste en la gradación de los materiales para que así determinar de acuerdo al tamaño si es adecuado echar este agregado al concreto. (Arias, Fuentes y Granados, 2013, p.23).

### **Confitillo**

Se llama confitillo a las rocas formadas por clastos y estas tienen un tamaño de 3/8". Estas se producen por el hombre mediante el caso piedra partida. A estas se les puede realizar la prueba de abrasión. Esta prueba consiste en colocar una cierta cantidad de grava en la Máquina de Los Ángeles, donde esto va a girar y dentro de esto se encuentran esferas de acero con un determinado tamaño para así triturar a esta para poder determinar su desgaste y al impacto, la otra prueba que se le realiza es la granulometría la cual consiste en la gradación de los tamaños. (Arias, Fuentes y Granados, 2013, p.24).

### **Agua**

Es uno de los elementos de poca importancia se toma en una construcción, pero está en realidad es de vital importancia. Esta agua que se utilice debe estar limpia o mejor dicho que sea bebible ya que así lo estipula la norma, no alterando las propiedades químicas en este caso

del ladrillo de concreto. Esta agua también es utilizada para curar el concreto. (Arias, Fuentes y Granados, 2013, p.25).

#### **1.3.2.4. Proceso de fabricación de ladrillo de concreto**

##### **a) Dosificación**

Dosificación es el término que se utiliza para definir las proporciones de agregados, agua cemento que conforma la mezcla para la elaboración de la unidad. La dosificación o proporcionamiento de los materiales se hará por volumen, utilizando latas, parihuelas o cajones de madera, carretillas o lampadas, tratando de evitar este último sistema.

##### **b) Mezclado**

**Mezclado manual:** Definido el proporcionamiento de la mezcla, se acarrea los materiales al área de mezclado. En primer lugar se dispondrá de arena, luego, encima el agregado grueso; seguidamente se agregará el cemento, realizando el mezclado en seco empleando lampa. Será preciso realizar por lo menos dos vueltas de los materiales. Después del mezclado se incorpora el agua en el centro del hoyo de la mezcla, luego se cubre el agua con el material seco de los costados, para luego mezclar todo uniformemente. La mezcla húmeda debe voltearse por lo menos tres vueltas.

**Mezclado mecánico:** Para mezclar el material utilizando mezcladora (tipo trompo o de tolva) se debe iniciar mezclando previamente en seco el cemento y los agregados en el tambor, hasta obtener una mezcla de color uniforme; luego se agrega agua y se continua la mezcla húmeda durante 3 a 6 minutos. Si los agregados son muy absorbentes, incorporar a los agregados la mitad o los  $\frac{2}{3}$  partes de agua necesaria para la mezcla antes de añadir el cemento; finalmente agregar el cemento y el resto del agua, continuando la operación de 2 a 3 minutos.

### **c) Moldeado**

Obtenida la mezcla se procede a vaciarla dentro del molde metálico colocado sobre la mesa vibradora; el método de llenado se debe realizar en capas y con la ayuda de una varilla se puede acomodar la mezcla. El vibrado se mantiene hasta que aparezca una película de agua en la superficie, luego del mismo se retira el molde de la mesa y se lleva al área de fraguado, con la ayuda de pie y en forma vertical se desmolda el bloque.

### **d) Fraguado**

Una vez fabricados los ladrillos, éstos deben permanecer en un lugar que les garantice protección del sol y de los vientos, con la finalidad de que puedan fraguar sin secarse. El periodo de fraguado debe ser de 4 a 8 horas, pero se recomienda dejar los bloques de un día para otro.

Si los bloques se dejarán expuestos al sol o a vientos fuertes se ocasionaría una pérdida rápida del agua de la mezcla, o sea un secado prematuro, que reducirá la resistencia final de los bloques y provocará fisuramiento del concreto. Luego de ese tiempo, los bloques pueden ser retirados y ser colocados en rumas para su curado.

### **e) Curado**

El curado de los ladrillos consiste en mantener los ladrillos húmedos para permitir que continúe la reacción química del cemento, con el fin de obtener una buena calidad y resistencia especificada. Por esto es necesario curar los ladrillos como cualquier otro producto de concreto.

Los ladrillos se deben colocar en rumas de máximo cuatro unidades y dejando una separación horizontal entre ellas de dos centímetros, como mínimo, para que se puedan humedecer totalmente por todos los lados y se permitan la circulación de aire. Para curar los ladrillos se riega periódicamente con agua durante siete días. Se humedecen los ladrillos al menos tres veces al día o lo necesario para que no se comiencen a

secar en los bordes. Se les puede cubrir con plásticos, papeles o costales húmedos para evitar que se evapore fácilmente el agua. El curado se puede realizar también sumergiendo los ladrillos en un pozo o piscina llena de agua saturada con cal, durante un periodo de tres días. Lo más recomendado para el proceso de curado, y también para el almacenamiento, es hacer un entarimado de madera, que permita utilizar mejor el espacio y al mismo tiempo evitar daños en los ladrillos.

#### **f) Secado Y Almacenamiento**

La zona destinada para el almacenamiento de los ladrillos debe ser suficiente para mantener la producción de aproximadamente dos semanas y permitir que después del curado los ladrillos se sequen lentamente.

La zona de almacenamiento debe ser totalmente cubierta para que los ladrillos no se humedezcan con lluvia antes de los 28 días, que es su período de endurecimiento. Si no se dispone de una cubierta o techo, se debe proteger con plástico. Aunque los ladrillos fabricados siguiendo todas las recomendaciones, presentan una buena resistencia, se debe tener cuidado en su manejo y transporte.

Los ladrillos no se deben tirar, sino que deben ser manipulados y colocados de una manera organizada, sin afectar su forma final.

### **1.3.3. Norma**

Los ladrillos serán realizados conforme con las NP N° 339.005 y N° 339.007: “Elementos de concreto. Ladrillos y bloques usados en albañilería”, satisfaciendo las dimensiones modulares para muros y tabiques así como requisitos de resistencia, alabeo y absorción (Freyre y Deza, 2001, p.15).

### **1.3.4. Cemento**

#### **1.3.4.1. Definición**

El cemento es como un pegamento, que al contacto con el agua tiene la función de unirse firmemente formando una mezcla que endurece y desarrolla resistencia, este es un polvo fino. El nombre más popular o común de este producto es cemento (Arias, Fuentes y Granados, 2013, p.21).

#### **1.3.4.2. Clinker**

La mezcla de los materiales crudos como el sílice, aluminio, calcio y hierro esto nos da El clinker de cemento portland. Con la composición correcta de esta mezcla y someterla a temperatura de clinkerización o sinterización a una temperatura de 1450°C, esto lleva a formarse nuevos minerales, estas tienen propiedades hidráulicas. Después de esto nace la necesidad de realizar una mezcla cruda que sea apta para crear cemento y que sea conveniente en el horno ser quemado, de esta forma obtener los mejores resultados (Prato, 2007, p.21).

#### **1.3.4.3. Componentes fundamentales de la mezcla cruda**

##### **a) Cal – Calcio - Oxido de calcio - C**

En la antigüedad la cal tenía como función ser un conglomerante. Su descubrimiento se debe a la comprensión de los siguientes hechos:

- Piedra caliza más calor esto nos da cal viva.
- Cal viva más agua esto nos da cal apagada.

La resistencia del mortero de cal es sumamente baja, pero esta tiene una gran elasticidad (Prato, 2007, p.23).

##### **b) Oxido de Silicio - Sílice - S**

En la corteza terrestre el mineral más abundante es El óxido de silicio, esta se encuentra en las rocas en variadas formas cristalinas. Cuando se encuentra en una forma no reactiva estas se presentan en arena de cuarzo, cuarcita, arenisca. Esta forma es rotundamente insoluble resiste al ataque de los ácidos y en agua, con excepción del ácido fluorhídrico. Normalmente se encuentra finamente dividida como en el ópalo, calcedonia, y presenta una reactividad importante en la tierra de diatomáceas. Por ultimo las puzolanas que son tierras que presentan sílice de origen volcánico normalmente reactiva. Esta también se puede transformar a activa sometiéndola a muy altas temperaturas (Prato, 2007, p.24).

### **c) Alúmina - Oxido de aluminio – A**

En la gran parte de arcilla podemos encontrar La alúmina, esta esta mezclada con otros componentes, como el óxido férrico y sílice. La bauxita es el mineral más rico en alúmina, esta está conformada normalmente óxido de aluminio hidratado (Prato, 2007, p.25).

### **d) Oxido férrico – F**

El mineral terricos más importante es el óxido terrico. En las arcillas se puede encontrar grandes cantidades del óxido terrico, este compuesto se presenta siempre en los cementos hidráulicos. Excluyendo en el cemento blanco ya que este debe estar prácticamente libre del mismo (Prato, 2007, p.26).

#### **1.3.4.4. Reacciones de Clinkerización**

La formación de Clinker se da por varios procesos en la que el material crudo sufre evoluciones importantes las cuales permiten tener como resultado un producto con las propiedades esperadas. Cuando el sílice reacciona con el calcio forman componentes con propiedades hidráulicas a estos se les llama silicatos cálcicos.

Para que esto se lleve a cabo es necesario someterlos a temperaturas muy altas (1900°C).

Por ellos es necesario utilizar materiales fundentes o correctores, el cual permita que esta fusión sea a temperaturas bajas.

Para que cuando se alcancen temperaturas mayores a 1250 °C ocurra la fusión de la mezcla que permita la reacción del sílice con el calcio, el óxido férrico y la alúmina, para obtener los minerales o etapas del clinker. Estas reacciones en la etapa semisólida se le llaman reacciones de sinterización o clinkerización (Prato, 2007, p.28).

Las mismas son:

- 2C más S nos da C2S también conocida como belita (silicato dicalcico)
- C2S más C nos da C3S también conocida como alita (silicato tricalcico)
- 4C más F más A nos da C4AF también conocida como ferroaluminatotetracalcico
- 3C más A nos da C3A también conocida como aluminato tricíclico

#### **1.3.4.5. Retrogresión y uso de la harina de sílice**

El cemento pierde sus propiedades físicas a temperatura mayor a los 110 C° (230 F°) como también en la resistencia a la compresión, esto provoca que no llegue a los estándares necesarios para dicho material. A ello se denomina el fenómeno de retrogresión. Dicho fenómeno se da debido a la metamorfosis que provoca el periodo de silicato de calcio hidratado, lo que presenta en un nuevo periodo llamada alfa silicato di cálcico hidratado. Siendo elevadamente cristalino y más consistente, que el de la fase de silicato de calcio hidratado, cuando se eleva su porosidad es cuando está mucho más compacto. Ello tiene tal resultado la disminución de la resistencia a la compresión e incremento a la permeabilidad

La dificultad logra ser provisto por la disminución de la relación SiO<sub>2</sub> / CaO, logrando sustituir al cemento por cuarzo molido (material puzolanico). El cemento fraguado consiguiente obtiene una alta resistencia a la compresión, baja permeabilidad y menor importe de Ca (OH)<sub>2</sub> libre, siendo más resistente a los sulfatos y otros fluidos corrosivos. La harina sílice se utiliza en cementación de pozos en el cual las temperaturas están por encima a 110 C° (230 F°) (Jutten, 1987, p.81).

#### **1.3.5. Análisis térmico diferencial**

Análisis térmico diferencial (DTA), es una técnica con la que se mide la diferencia de temperatura entre una sustancia y un material de referencia en función de la temperatura cuando la sustancia y el material de referencia se

someten a un ciclo de temperatura controlado. Con esta técnica se detectan los fenómenos que se producen en una sustancia a una temperatura determinada, como pueden ser los de fusión y solidificación, fenómenos de descomposición térmica, oxidación...etc. Normalmente, el ciclo de temperatura implica el calentamiento de la muestra y del material de referencia, de tal manera que la temperatura de la muestra aumenta linealmente con el tiempo. La diferencia de temperatura  $\Delta T$  entre la temperatura de la muestra y la temperatura del material de referencia se controla y se representa en el eje de ordenadas, dando lugar a un termograma diferencial (lasanta, 2013, p. 9).

### **1.3.6. Fluorescencia de rayos x**

La fluorescencia de rayos X (FRX) es una técnica analítica instrumental no destructiva que mide la composición elemental de una sustancia generalmente sólida al ser expuesta a una radiación de rayos-X.

Los rayos X poseen una energía tal que al incidir sobre la muestra pueden ionizarla expulsando electrones de las capas más internas. Estos iones son altamente inestables y esas vacantes son ocupadas por electrones de capas superiores en cascada. Estos saltos de electrones de un nivel de mayor energía a uno de menor desprenden una radiación característica que es la fluorescencia de rayos X. El conjunto de los saltos electrónicos entre capas de un elemento forma el espectro característico del elemento y es único (Gutiérrez, 2010, p.109)

### **1.3.7. Propiedades físicas de los ladrillos de concreto**

#### **1.3.7.1. Absorción**

La impermeabilidad es medida según la absorción máxima del ladrillo de concreto, la norma nos indica valores máximos los cuales se deben aplicar de acuerdo al uso y condición en que se va a utilizar ya sea que el ladrillo estará en directo contacto con el terreno o con el agua sin algún recubrimiento que lo proteja. En los agregados gruesos y finos su



absorción está determinada mediante la NTP 400.017 y 400.022 (Pérez, 2016, p.16).

#### **1.3.7.2. Alabeo**

Hablando de manera general los ladrillos no están dimensionados con respecto a las especificadas dimensiones. Existen muchas diferencias de alto, largo y ancho, así como también en la superficie las deformaciones asimilables a concavidades o convexas. Las consecuencias geométricas de estas imperfecciones en las edificaciones de albañilería se revelan la necesidad de hacer mayores juntas de mortero que las normales. A más imperfecciones más espesores de juntas.

En conclusión, que los ladrillo inciden en la resistencia según las geométricas imperfecciones de esta, en la albañilería. Mientras sean muchas las imperfecciones más baja va a ser la resistencia de la albañilería (Pérez, 2016, p.16)

### **1.3.8. Propiedades mecánicas**

#### **1.3.8.1. Resistencia a la compresión**

En las propiedades mecánicas tenemos lo que es la resistencia a la compresión lo cual nos va a determinar el índice de calidad y la resistencia de los elementos estructurales que se encuentren dentro de los rangos establecidos de la norma técnica peruana (NTP).

La resistencia a la compresión axial (NTP 339.007) se evalúa por medio de la acción de una fuerza de compresión por encima de la unidad bajo una sola dirección en la que interactúa el muro. Durante el ensayo se debe tener como recomendación que la cara en contacto sean enrazadas por la cabeza ante la prensa de compresión, buscando la fuerza e distribución uniforme (Freyre y Deza, 2001, p. 14).

#### **1.4. Formulación del problema**

¿Cómo influye las cenizas de aserrín en un 10%, 15% y 20% en las propiedades físico mecánicas en los ladrillos de concreto al sustituir al cemento?

#### **1.5. Justificación de estudio**

Al llegar a obtener una resistencia estable, de larga vida, con las medidas proporcionadas aprovechando al mismo tiempo el aserrín, es el objetivo primordial de este estudio, dado que esto es lo que se debe lograr de un buen ladrillo de concreto.

En este presente proyecto de investigación propone plasmar un estudio cuasi experimental que permita aprovechar un recurso que en este caso es el aserrín ya que tiene un bajo costo, porque es desperdicio de las industrias madereras e incluirlo como un sustituto en parte del cemento ya que las cenizas del aserrín en este caso nos brindaría componentes puzolamicos como oxido de sílice y esto proporcionaría una mejora en la resistencia a la comprensión del ladrillo de concreto, cumpliendo con las especificaciones de las Normas Técnica Peruana N° 339.007 y N° 339.005; al determinar sus resistencia mecánicas y físicas y poder cumplir con la seguridad y calidad requerida (Castillo y Viera, 2016, p.7)

Lo ideal de este proyecto de investigación es encontrar la relación cenizas de aserrín con el cemento sobre las propiedades mecánicas y físicas de una unidad de ladrillo. Asimismo lograr los más óptimos resultados que cumplan con la norma técnica de edificación E. 070 Albañilería. Así mismo brindar una alternativa a la comunidad de mejorar sus unidades de concreto con una mejor eficiencia y costo bajo. Lo importante de este proyecto de investigación es la construcción frente a un proceso de desarrollo, aportando al conocimiento y elaboración de nuevas técnicas, siendo de provecho para la sociedad.

## **1.6. Hipótesis**

Las cenizas de aserrín influyen mejorando las propiedades físicas y mecánicas en los ladrillos de concreto al sustituir al cemento.

## **1.7. Objetivos**

### **1.7.1. General**

Determinar cómo influyen las cenizas de aserrín en un 10%, 15% y 20% en las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos de concreto al sustituir al cemento.

### **1.7.2. Específicos**

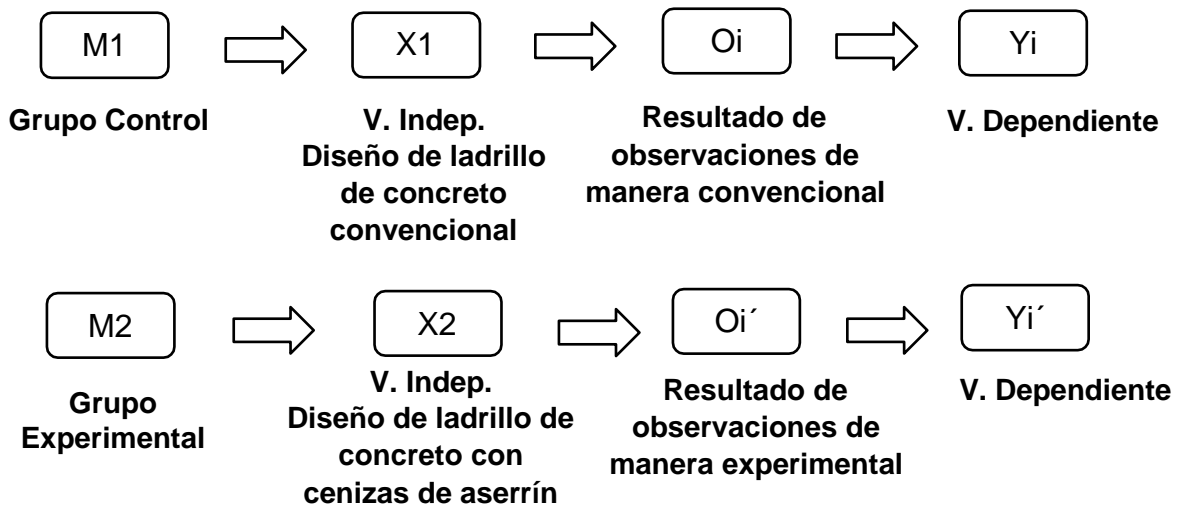
- Determinar la temperatura de calcinación del aserrín mediante el ATD (Análisis térmico diferencial)
- Determinar los componentes químicos de las cenizas de aserrín mediante FRX (Fluorescencia de rayos x)
- Caracterización de los agregados
- Determinar la dosificación y relación agua cemento de la mezcla para elaborar el ladrillo de concreto
- Determinar la resistencia a la compresión, absorción y alabeo del ladrillo experimental y patrón.

## **II. MÉTODO**

### **2.1. Diseño de investigación: Cuasi - Experimental**

El diseño que le correspondió a esta investigación fue experimental de nivel Cuasi Experimental, porque se evaluó las muestras mediante ensayos, donde se obtuvo los resultados de dos grupos de estudio denominados: Grupo Control y Grupo Experimental, en donde se utilizó como material las cenizas de aserrín en relación al proceso de un ladrillo de concreto experimental con el de un ladrillo de concreto convencional.

Siendo el esquema del diseño de investigación el siguiente:



Dónde:

- **M1:** Muestra 1 de Elementos en Grupo control (ladrillos de concreto convencional).
- **M2:** Muestra 2 de Elementos en Grupo Experimental (ladrillos de concreto elaborados de manera experimental, adicionando cenizas de aserrín).
- **X<sub>i</sub>:** Variable independiente (Diseño de ladrillo de concreto elaborado de manera convencional (propiedades)).
- **X<sub>i</sub>':** Variable independiente (Diseño de ladrillo de concreto adicionándole cenizas de aserrín: dosificaciones, propiedades)
- **Y<sub>i</sub>:** Variable dependiente (resistencia a la compresión, alabeo y absorción de un ladrillo de concreto elaborado de manera convencional).
- **Y<sub>i</sub>':** Variable dependiente (resistencia a la compresión, alabeo y absorción en un ladrillo de concreto modificado).
- **O<sub>i</sub>:** Observaciones (resultados) posibles de obtenerse en grupo control.
- **O<sub>i</sub>':** Observaciones (resultados) posibles de obtenerse en grupo experimental.

## 2.2. Variables, Operacionalización

VARIABLE	DEFINICION	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA
<b>PROPIEDADES FISICO MÉCANICAS</b>	"En ingeniería, las propiedades mecánicas de los materiales son las características inherentes, que permiten diferenciar un material de otro. Las propiedades físicas son aquellas que logran cambiar la materia sin alterar su composición" (Morales, 2016, p.30).	Se realizaran las propiedades físicas de los ladrillos modulares, realizando los ensayos de absorción y alabeo, de acuerdo a la norma técnica peruana E. 070 albañilería.	Propiedades Físicas	Absorción	Razón
				Alabeo	Nominal
		Se realizaran las propiedades mecánicas de los ladrillos modulares, realizando los ensayos de resistencia a la compresión, de acuerdo a la norma técnica peruana E. 070 albañilería.	Propiedades Mecánicas	Resistencia a la compresión	Nominal
<b>CENIZAS DE ASERRIN</b>	La composición de cenizas está dominada por SiO <sub>2</sub> y CaO, y en menor medida por óxidos de Magnesio, Aluminio, Potasio y Fósforo" (Blas, 2012, p.72).	Se realizara la dosificación utilizando cemento, gravilla, arena y agua para la elaboración del ladrillo modular , adicionándole el 10%, 15% y 20% de cenizas de aserrín	Porcentaje de cenizas de aserrín	10% del volumen de cemento	Razón
				15% del volumen de cemento	
				20% del volumen de cemento	
		Se realizara un análisis térmico en un laboratorio, llevando una muestra de aserrín, para saber la temperatura adecuada de calcinación	Temperatura	Análisis térmico diferencial	
	Se realizara un análisis químico en un laboratorio, llevando una muestra de cenizas de aserrín, para saber su composición	Propiedades químicas	Fluorescencia de rayos x		

### 2.3. Población y muestra

La población y muestra fue de 60 ladrillos modulares para ensayos de la propiedad mecánica y 40 ladrillos para ensayo de propiedades físicas, tales como en propiedades mecánicas tenemos a resistencia a la compresión y en las propiedades físicas tenemos absorción y alabeo de acuerdo al cuadro presentado a continuación:

TABLA N° 02. Población y muestra.

Ensayos		Resistencia a la compresión			Absorción	Alabeo
Nombre	Cenizas de aserrín	7 Días	14 Días	28 Días	28 Días	28 Días
Ladrillo patrón	0%	5	5	5	5	5
Ladrillo con 10 %	10%	5	5	5	5	5
Ladrillo con 15 %	15%	5	5	5	5	5
Ladrillo con 20 %	20%	5	5	5	5	5
<b>TOTAL</b>				<b>100 MUESTRAS</b>		

### 2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

**Técnica:** se aplicó la técnica de observación porque permite recoger los datos de los ensayos realizados en el laboratorio mediante la utilización de protocolos.

**Instrumentos:** se usaron los protocolos establecidos en la norma E. 0.70 de albañilería y (NTP 339.604), esta normativa indica los pasos a seguir para la correcta aplicación del ensayo de un ladrillo, ya que no hay ninguna norma técnica establecida que este fundamentada para el diseño de un ladrillo modular es por ello que asumimos las normas para un diseño de un ladrillo de concreto, la cual nos permitió recoger los resultados de manera directa y confiable de los ensayos realizados.

**Validez y confiabilidad:** no requirió de validación por juicio de expertos debido a que son formatos estandarizados según la norma E. 070 de albañilería y (NTP 339.604) y norma técnica ITINTEC 331.081.

## 2.5. Método de análisis de datos

**Análisis ligado a la hipótesis:** se obtuvo los resultados de los ensayos mediante el uso de protocolos ya establecidos, que son instrumentos confiables que permiten recoger los hechos tal y como muestran en la realidad sin alterarlos, los ensayos son: resistencia a la compresión en las propiedades mecánicas y absorción y alabeo en propiedades físicas, con los resultados obtenidos se dio un contraste con la hipótesis planteada, determinando la influencia de la adición de las cenizas de aserrín en reemplazo porcentual del volumen de cemento. Para el procesamiento de los datos se elaboraron cuadros y gráficos mediante el uso del programa Microsoft Excel.

## 2.6. Aspectos éticos

En la presente investigación, nosotros los investigadores cumplimos los siguientes compromisos éticos:

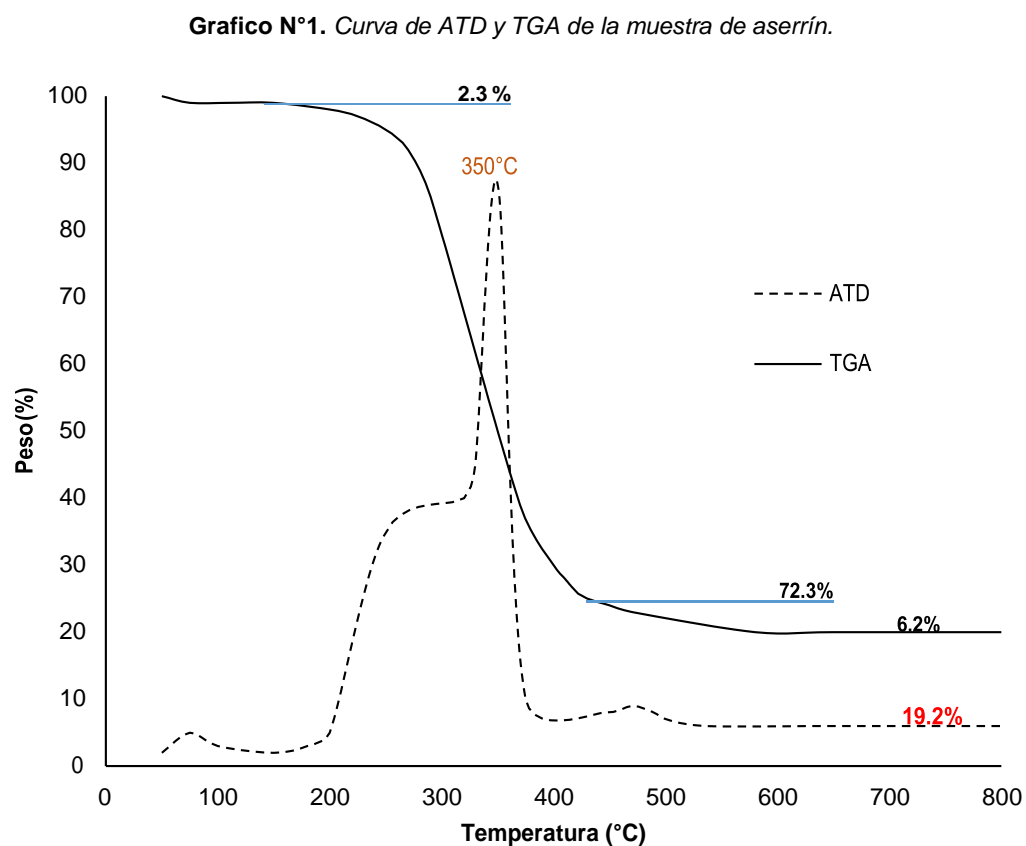
Nos comprometemos a respetar la veracidad de los resultados, la confiabilidad de los datos suministrados y la identidad de los individuos que participen en el estudio.

- ✓ Se garantiza la veracidad de los resultados lo que implica que no ser copiado de otros investigadores ni extraído de otras fuentes sin ser citados.
- ✓ Se garantiza la originalidad del presente estudio.
- ✓ Se garantiza que no existe plagio en el presente estudio.
- ✓ La presente investigación se realizara con honestidad, humildad, responsabilidad, confidencialidad y perseverancia en cuanto a la información aburrída.

### III. RESULTADOS

#### 3.1. TEMPERATURA DE CALCINACIÓN DEL ASERRIN

##### 3.1.1. Análisis térmico diferencial



Fuente. Laboratorio lasaci – UNT

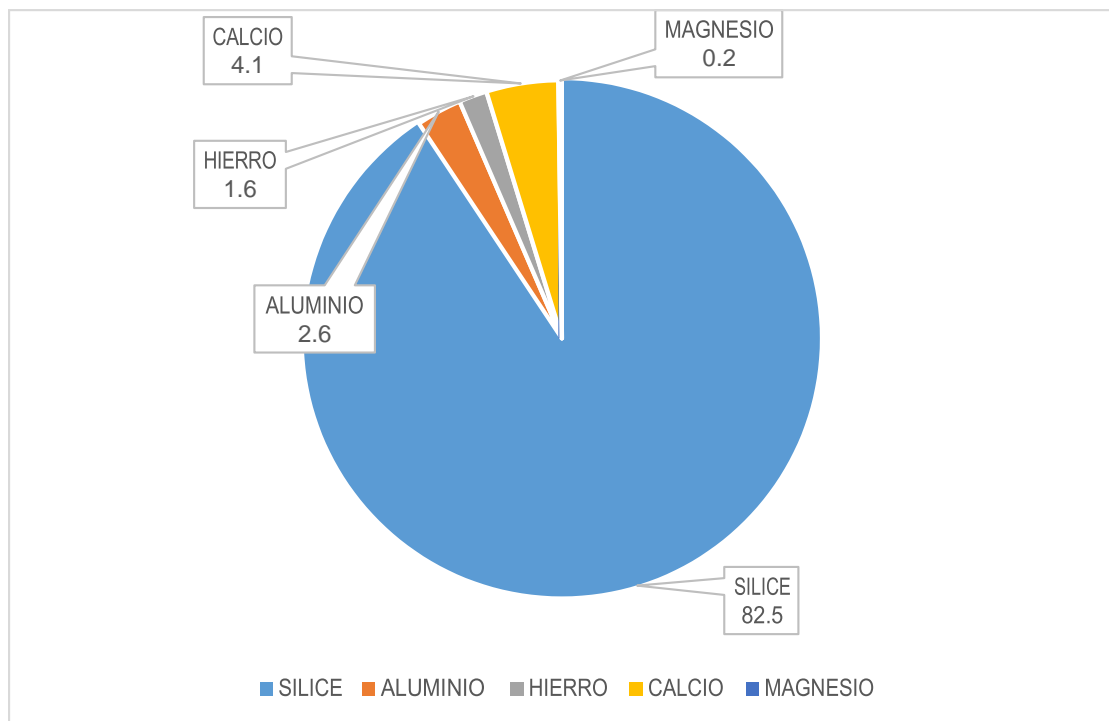
**Interpretación:** El análisis termogravimétrico de aserrín indica que la pérdida fundamental de masa, 72.3 %, ocurrió entre 200 y 420 °C; con un pico de temperatura máxima de 350°C por un periodo de tiempo de 2hr. Entre 420 y 580 °C ocurre la descomposición de un 6.2 % de la biomasa.



## 3.2. PROPIEDADES QUIMICAS

### 3.2.1. Espectro de fluorescencia de rayos X

**Grafico N°2.** Estimación de los elementos porcentual de los elementos químicos de cenizas de aserrín.



Fuente. Laboratorio lasaci – UNT

**Interpretación:** Al realizar la comparación del espectro de la muestra analizada con las energías características de los elementos de la tabla periódica a partir del sodio (Na), se encontraron principalmente sílice (Si) con una cantidad superior a los 4/5. Y en menores porcentajes se encontró; aluminio (Al), hierro (Fe), calcio (Ca) y magnesio (Mg).

### 3.3. CARACTERIZACIÓN DE LOS AGREGADOS

#### 3.3.1. GRANULOMETRIA DE LOS AGREGADOS

##### 3.3.1.1. Granulometría de la arena gruesa de la cantera la cumbre

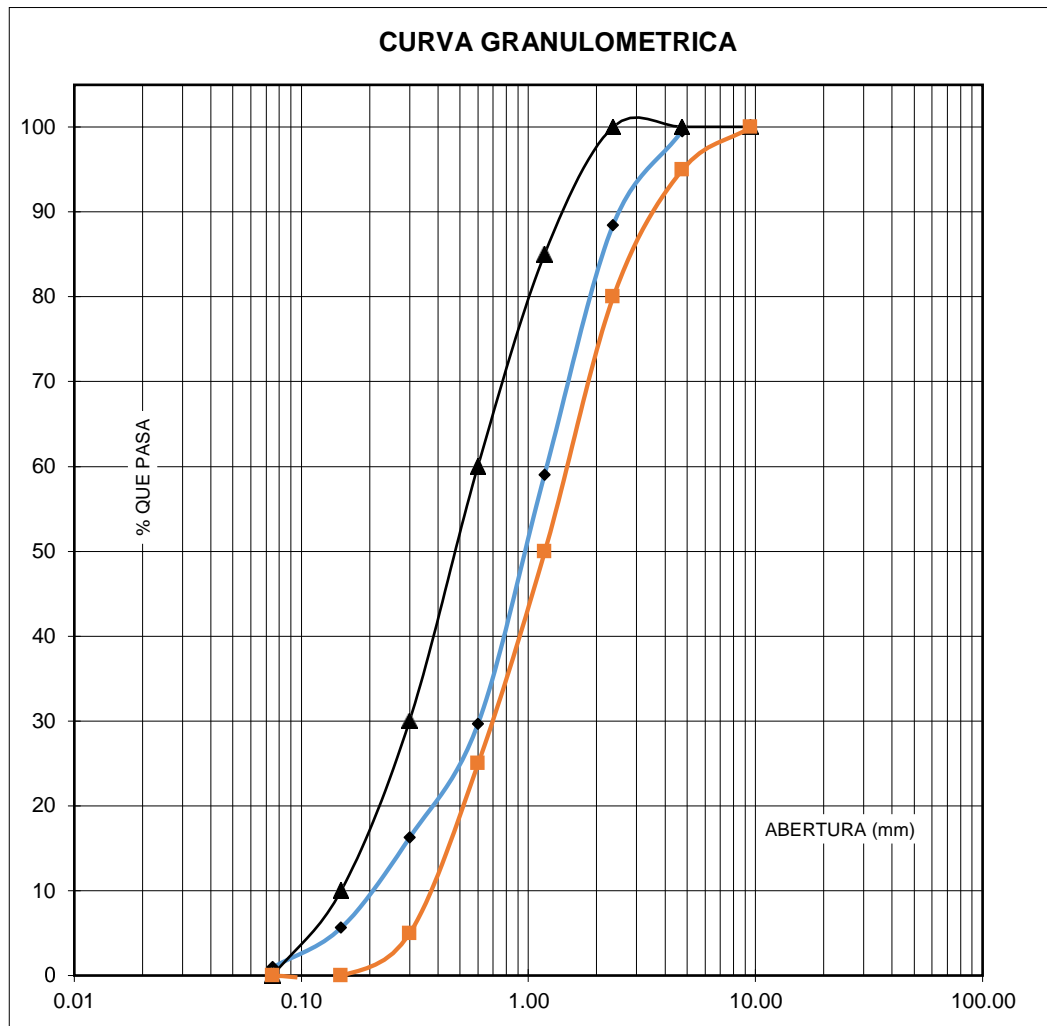
Tabla N3. Granulometría de la arena gruesa de la cantera la cumbre

TAMIZ		PESO	% RETENIDO	% RETENIDO	% PASANTE
Nº	Abert. (mm)	RETENIDO (gr)	PARCIAL (%)	ACUMULADO (%)	(gr)
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2 ½"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 ½"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
¾"	19.10	0.00	0.00	0.00	100.00
½"	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00
⅜"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº 4	4.76	0.38	0.13	0.13	99.87
Nº8	2.36	33.30	11.23	11.36	88.64
Nº10	2.00	22.65	7.64	19.00	81.00
Nº 16	1.18	64.49	21.75	40.75	59.25
Nº 20	0.85	36.65	12.36	53.11	46.89
Nº 30	0.60	51.10	17.23	70.34	29.66
Nº50	0.30	40.14	13.54	83.88	16.12
Nº 100	0.15	31.88	10.75	94.63	5.37
Nº 200	0.08	12.97	4.37	99.00	1.00
Plato		2.96	1.00	100.00	0.00
		296.50	100.00		

Fuente. Laboratorio de M.S – UCV

**Interpretación:** en la siguiente tabla se puede dar referencia de los porcentajes q pasan y los porcentajes acumulados, así mismo los diámetros de las mallas correspondientes, donde el módulo de fineza es de 3.01 de acuerdo a la suma de los porcentajes acumulados de los tamiz nº 4, 8, 16, 30, 50, 100 dividido la suma de todos estos entre 100.

Grafico N°3. Curva granulométrica de la arena gruesa



Fuente. Laboratorio de M.S – UCV

**Interpretación:** la curva granulométrica representa los porcentajes de arena gruesa que pasan de acuerdo a las aberturas de los tamices.

### 3.3.1.2. Granulometría del confitillo de la cantera la carbonera

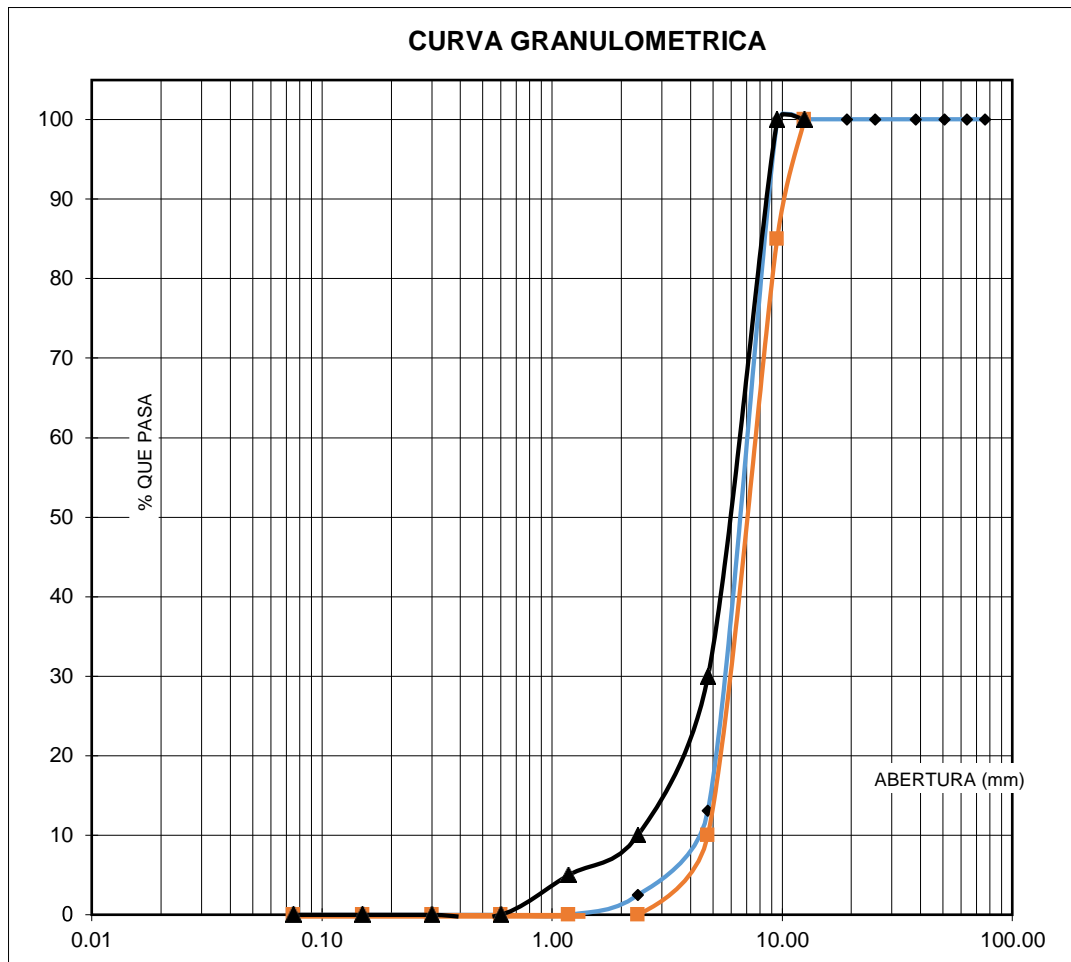
Tabla N4. Granulometría del confitillo de la cantera la carbonera

TAMIZ		PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE
N°	Abert. (mm)	(gr)	(%)	(%)	(gr)
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2 ½"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 ½"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
¾"	19.10	0.00	0.00	0.00	100.00
½"	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00
⅜"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.76	989.01	100.00	100.00	0.00
N°8	2.36	0.00	0.00	100.00	0.00
N° 16	1.18	0.00	0.00	100.00	0.00
N° 30	0.60	0.00	0.00	100.00	0.00
N°50	0.30	0.00	0.00	100.00	0.00
N° 100	0.15	0.00	0.00	100.00	0.00
N° 200	0.08	0.00	0.00	100.00	0.00
Plato		0.01	0.00	100	0.00
		989.01	100.00		

Fuente. Laboratorio de M.S – UCV

**Interpretación:** En la siguiente tabla se puede dar referencia de los porcentajes que pasan y los porcentajes acumulados, así mismo el tamaño máximo nominal que en este caso sería de 3/8.

Grafico N°4. Curva granulométrica del confitillo



Fuente. Laboratorio de M.S – UCV

**Interpretación:** La curva granulométrica representa los porcentajes que pasan de confitillo de acuerdo a las aberturas de los tamices.

### 3.3.2. PESOS UNITARIOS DE LOS AGREGADOS

#### 3.3.2.1. Peso unitario de la arena gruesa de la cantera la cumbre

Tabla N5. Peso unitario suelto de la arena gruesa de la cantera la cumbre

PESO UNITARIO SUELTO			
ENSAYO N°	1	2	3
Peso de molde (gr)	2330	2330	2330
Peso de molde + muestra (gr)	7675.10	7599.4	7625.2
Peso de muestra (gr)	5345.10	5269.4	5295.2
Volumen de molde (cm <sup>3</sup> )	3265.92	3266.92	3267.92
Peso Unitario (kg/m <sup>3</sup> )	1636.63	1612.96	1620.36
<b>Peso Unitario Prom. (kg/m<sup>3</sup>)</b>		1623.31	
Corrección por Humedad		1619.82	

Fuente. Laboratorio de M.S – UCV

**Interpretación:** la tabla muestra los resultados del ensayo de peso unitario suelto obteniendo un resultado de 1619.82 kg/m<sup>3</sup>

Tabla N6. Peso unitario compactado de la arena gruesa de la cantera la cumbre

PESO UNITARIO COMPACTADO			
ENSAYO N°	1	2	3
Peso de molde (gr)	2330	2330	2330
Peso de molde + muestra (gr)	8181	8219	8143.3
Peso de muestra (gr)	5851	5889	5813.3
Volumen de molde (cm <sup>3</sup> )	3265.92	3266.92	3266.92
Peso Unitario (kg/m <sup>3</sup> )	1791.53	1802.62	1779.44
<b>Peso Unitario Prom. (kg/m<sup>3</sup>)</b>		1791.20	
Corrección por Humedad		1787.34	

Fuente. Laboratorio de M.S – UCV

**Interpretación:** la tabla muestra los resultados del ensayo de peso unitario compactado obteniendo un resultado de 1787.34 kg/m<sup>3</sup>.

### 3.3.2.2. Peso unitario del confitillo de la cantera la carbonera

Tabla N7. *Peso unitario suelto del confitillo de la cantera la carbonera*

<b>PESO UNITARIO SUELTO</b>			
<b>ENSAYO N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Peso de molde (gr)	2800.60	2800.60	2800.60
Peso de molde + muestra (gr)	10670.40	10623.00	10655.00
Peso de muestra (gr)	7869.80	7822.40	7854.40
Volumen de molde (cm <sup>3</sup> )	6100.00	6100.00	6100.00
Peso Unitario (kg/m <sup>3</sup> )	1290.13	1282.36	1287.61
<b>Peso Unitario Prom. (kg/m<sup>3</sup>)</b>		1286.70	
Corrección por Humedad		1283.93	

Fuente. Laboratorio de M.S – UCV

**Interpretación:** la tabla muestra los resultados del ensayo de peso unitario suelto obteniendo un resultado de 1283.93 kg/m<sup>3</sup>

Tabla N8. *Peso unitario compactado del confitillo de la cantera la carbonera*

<b>PESO UNITARIO COMPACTADO</b>			
<b>ENSAYO N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Peso de molde (gr)	2800.60	2800.60	2800.60
Peso de molde + muestra (gr)	11860.90	11925.10	11576.20
Peso de muestra (gr)	9060.30	9124.50	8775.60
Volumen de molde (cm <sup>3</sup> )	6100.00	6100.00	6100.00
Peso Unitario (kg/m <sup>3</sup> )	1485.30	1495.82	1438.62
<b>Peso Unitario Prom. (kg/m<sup>3</sup>)</b>		1473.25	
Corrección por Humedad		1470.08	

Fuente. Laboratorio de M.S – UCV

**Interpretación:** la tabla muestra los resultados del ensayo de peso unitario compactado obteniendo un resultado de 1470.08 kg/m<sup>3</sup>

### 3.3.3. CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

#### 3.3.3.1. Contenido de humedad de la arena gruesa de la cantera la cumbre

Tabla N9. Contenido de humedad de la arena gruesa de la cantera la cumbre

ENSAYO N°	1	2	3
TARA + SUELO HÚMEDO (gr)	6.74	7.91	6.76
TARA + SUELO SECO (gr)	6.73	7.91	6.75
PESO DEL AGUA (gr)	0.01	0.00	0.01
PESO DE LA TARA (gr)	3.48	4.62	3.80
PESO DEL SUELO SECO (gr)	3.25	3.29	2.95
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.31	0.00	0.34
<b>PROM. CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</b>		0.22	

Fuente. Laboratorio de M.S – UCV

**Interpretación:** la tabla muestra los resultados del ensayo de contenido de humedad obteniendo un resultado de 0.22%

#### 3.3.3.2. Contenido de humedad del confitillo de la cantera la carbonera

Tabla N10. Contenido de humedad del confitillo de la cantera la carbonera

ENSAYO N°	1	2	3
TARA + SUELO HÚMEDO (gr)	129.4	129.70	129.8
TARA + SUELO SECO (gr)	127.4	127.70	127.7
PESO DEL AGUA (gr)	2.00	2.00	2.1
PESO DE LA TARA (gr)	22.1	22.1	21.7
PESO DEL SUELO SECO (gr)	105.3	105.6	106
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	1.90	1.89	1.98
<b>PROM. CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</b>		1.92	

Fuente. Laboratorio de M.S – UCV

**Interpretación:** la tabla muestra los resultados del ensayo de contenido de humedad obteniendo un resultado de 1.92%



### 3.3.4. PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS

#### 3.3.4.1. Peso específico y absorción de la arena gruesa

Tabla N11. *Peso específico y absorción de la arena gruesa de la cantera la cumbre*

ENSAYO N°	1	2
A Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	1980.3	1980.3
B Peso de material saturado superficialmente seco (agua)	1268.3	1268.3
C Volumen de masa + volumen de vacíos (A-B)	712	712
D Peso de material seco en estufa	1979.70	1979.70
E Volumen de masa (C-(A-D))	711.4	711.4
F P.e. Bulk (Base Seca) D/C	2.78	2.78
G P.e. Bulk (Base Saturada) A/C	2.78	2.78
H P.e. Aparente (Base Seca) D/E	2.78	2.78
I Absorción (%) $((A-D/A) \times 100)$	0.03	0.03

Fuente. Laboratorio de M.S – UCV

**Interpretación:** la tabla muestra los resultados del ensayo de peso específico obteniendo un resultado de 2.78 y ensayo de absorción obteniendo un resultado de 0.03%

#### 3.3.4.2. Peso específico y absorción del confitillo

Tabla N12. *Peso específico y absorción del confitillo de la cantera la carbonera*

ENSAYO N°	1	2
A Peso de material saturado superficialmente seco (aire) (gr)	500.00	496.90
B Peso de picnómetro + agua (gr)	1276.50	1244.70
C Volumen de masa + volumen de vacíos (A+B) (cm <sup>3</sup> )	1776.50	1741.60
D Peso del picnómetro + agua + material (gr)	1597.40	1563.60
E Volumen de masa + volumen de vacíos (C-D)	179.10	178.00
F Peso de material seco en estufa (gr)	489.80	488.10
G Volumen de masa (E-(A-F))	168.90	169.20
H P.e. Bulk (Base Seca) F/E	2.73	2.74
I P.e. Bulk (Base Saturada) A/E	2.79	2.79
J P.e. Aparente (Base Seca) F/E	2.73	2.74
K Absorción (%) $((A-F/F) \times 100)$	2.08	1.80

Fuente. Laboratorio de M.S – UCV

**Interpretación:** la tabla muestra los resultados del ensayo de peso específico obteniendo un resultado de 2.74 y ensayo de absorción obteniendo un resultado de 1.94%

### 3.3.4.3. Peso específico 90% cemento + 10% cenizas

Tabla N13. *Peso específico 90% cemento + 10% cenizas*

PRUEBA N°		1	2
FRASCO N°			
LECTURA INICIAL	(ml)	0.00	0.00
LECTURA FINAL	(ml)	19.00	19.00
PESO DE MUESTRA	(gr)	64.00	64.00
VOLUMEN DEZPLAZADO	(ml)	19.00	19.00
PESO ESPECIFICO		3.368	3.368
PESO ESPECIFICO PROMEDIO	(gr/cm <sup>3</sup> )	3.368	

Fuente. *Laboratorio de M.S – USP*

**Interpretación:** la tabla muestra los resultados del ensayo de peso específico obteniendo un resultado de 3.368 gr/cm<sup>3</sup> para la sustitución de 10 % de cenizas de aserrín.

### 3.3.4.4. Peso específico 85% cemento + 15% cenizas

Tabla N14. *Peso específico 85% cemento + 15% cenizas*

PRUEBA N°		1	2
FRASCO N°			
LECTURA INICIAL	(ml)	0.00	0.00
LECTURA FINAL	(ml)	21.60	21.60
PESO DE MUESTRA	(gr)	64.00	64.00
VOLUMEN DEZPLAZADO	(ml)	21.60	21.60
PESO ESPECIFICO		2.963	2.963
PESO ESPECIFICO PROMEDIO	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.963	

Fuente. *Laboratorio de M.S – USP*

**Interpretación:** la tabla muestra los resultados del ensayo de peso específico obteniendo un resultado de 2.963 gr/cm<sup>3</sup> para la sustitución de 15 % de cenizas de aserrín.

### 3.3.4.5. Peso específico 80% cemento + 20% cenizas

Tabla N15. *Peso específico 80% cemento + 20% cenizas*

PRUEBA N°		1	2
FRASCO N°			
LECTURA INICIAL	(ml)	0.00	0.00
LECTURA FINAL	(ml)	20.40	20.40
PESO DE MUESTRA	(gr)	64.00	64.00
VOLUMEN DEZPLAZADO	(ml)	20.40	20.40
PESO ESPECIFICO		3.137	3.137
PESO ESPECIFICO PROMEDIO	(gr/cm3)	3.137	

Fuente. *Laboratorio de M.S – USP*

**Interpretación:** la tabla muestra los resultados del ensayo de peso específico obteniendo un resultado de 3.137 gr/cm<sup>3</sup> para la sustitución de 10 % de cenizas de aserrín.

### 3.3.5. RESULTADOS GENERAL DE CARACTERIZACIÓN DE LOS AGREGADOS

Tabla N16. *Resultados de la caracterización de los agregados*

ENSAYO	NORMA ASTM	AGREG. FINO	CONFITILLO
Humedad (%)	C70	0.22	1.92
Absorción (%)	C127-128	1.94	0.03
Peso específico (gr/cm <sup>3</sup> )	C127-128	2.74	2.78
Peso saturado compactado (gr/cm <sup>3</sup> )	C29	1787.34	1470.08
Peso seco suelto (gr/cm <sup>3</sup> )	C29	1619.83	1283.93
Tamaño máximo nominal (pulg.)	C33	-----	3/8
Módulo de finura	C33	3.01	6

Fuente. *Laboratorio de M.S – UCV*

**Interpretación:** En la siguiente tabla se muestra los resultados de los ensayos realizados en el laboratorio de suelos, con el fin de que con estos resultados poder realizar nuestro diseño de mezcla, los ensayos fueron realizados de acuerdo a la norma ASTM.

### 3.4. DISEÑO DE MEZCLA DEL LADRILLO DE CONCRETO PARA UNA RESISTENCIA DE 180 KG/CM<sup>2</sup>

Tabla N17. Dosificaciones de los materiales

CANTIDAD DE MATERIAL PARA UN LADRILLO (24 X 14 X 9) + 10% DESPERDICIOS							
descripción	dosificación	relación a/c	cemento kg	Cenizas kg	arena kg	confitillo kg	agua lt
<b>PATRON</b>	1:2.92:1.79	0.62	1.22	0	3.58	2.19	0.78
<b>10%</b>	1:2.99:1.79	0.62	1.098	0.122	3.66	2.19	0.78
<b>15%</b>	1:2.88:1.79	0.62	1.037	0.183	3.52	2.19	0.78
<b>20%</b>	1:2.93:1.79	0.62	0.996	0.244	3.58	2.19	0.78

Fuente. Laboratorio de M.S – UCV

**Interpretación:** en la siguiente tabla podemos ver las dosificaciones para cada porcentaje a fin del estudio, como también la cantidad de material por ladrillo.

### 3.5. RESISTENCIA A LA COMPRESION A LOS 7 DIAS

#### 3.5.1. Resistencia a la compresión del ladrillo patrón a los 7 días

Tabla N18. Resistencia a la compresión a los 7 días

N° Prob.	Estructura o Identificación	Edad (Días)	Carga Max. (Kg)	Sección (cm <sup>2</sup> )	Res. Obt. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	PATRON N° 01	7	47450.00	336.00	141.22	<b>133.35</b>
2	PATRON N° 02	7	50060.00	336.00	148.99	
3	PATRON N° 03	7	44370.00	336.00	132.05	
4	PATRON N° 04	7	39710.00	336.00	118.18	
5	PATRON N° 05	7	42430.00	336.00	126.28	

Fuente. Laboratorio de M.S – UCV

**Interpretación:** en la siguiente tabla podemos ver la resistencia promedio del ladrillo patrón que es 133.35 kg/cm<sup>2</sup>. Dicho valor es el 74.08 % de la resistencia total, sobrepasando el porcentaje mínimo de resistencia a los 7 días.

### 3.5.2. Resistencia a la compresión del ladrillo con 10% de cenizas a los 7 días

Tabla N19. Resistencia a la compresión a los 7 días

N° Prob.	Estructura o Identificación	Edad (Días)	Carga Max. (Kg)	Sección (cm <sup>2</sup> )	Res. Obt. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	10% CENIZAS N° 01	7	43710.00	336.00	130.09	
2	10% CENIZAS N° 02	7	38690.00	336.00	115.15	
3	10% CENIZAS N° 03	7	40070.00	336.00	119.26	<b>122.95</b>
4	10% CENIZAS N° 04	7	41080.00	336.00	122.26	
5	10% CENIZAS N° 05	7	43010.00	336.00	128.01	

Fuente. Laboratorio de M.S – UCV

**Interpretación:** en la siguiente tabla podemos ver la resistencia promedio del ladrillo patrón que es 122.95 kg/cm<sup>2</sup>. Dicho valor es el 68.30 % de la resistencia total, sobrepasando el porcentaje mínimo de resistencia a los 7 días.

### 3.5.3. Resistencia a la compresión del ladrillo con 15% de cenizas a los 7 días

Tabla N20. Resistencia a la compresión a los 7 días

N° Prob.	Estructura o Identificación	Edad (Días)	Carga Max. (Kg)	Sección (cm <sup>2</sup> )	Res. Obt. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	15% CENIZAS N° 01	7	42190.00	336.00	125.57	
2	15% CENIZAS N° 02	7	42190.00	336.00	125.57	
3	15% CENIZAS N° 03	7	40120.00	336.00	119.40	<b>122.43</b>
4	15% CENIZAS N° 04	7	38170.00	336.00	113.60	
5	15% CENIZAS N° 05	7	43010.00	336.00	128.01	

Fuente. Laboratorio de M.S – UCV

**Interpretación:** en la siguiente tabla podemos ver la resistencia promedio del ladrillo patrón que es 122.43 kg/cm<sup>2</sup>. Dicho valor es el 68.01 % de la resistencia total, sobrepasando el porcentaje mínimo de resistencia a los 7 días.

### 3.5.4. Resistencia a la compresión del ladrillo con 20% de cenizas a los 7 días

Tabla N21. Resistencia a la compresión a los 7 días

N° Prob.	Estructura o Identificación	Edad (Días)	Carga Max. (Kg)	Sección (cm <sup>2</sup> )	Res. Obt. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	20 % CENIZAS N° 01	7	37430.00	336.00	111.40	
2	20 % CENIZAS N° 02	7	38970.00	336.00	115.98	
3	20 % CENIZAS N° 03	7	36450.00	336.00	108.48	<b>112.38</b>
4	20 % CENIZAS N° 04	7	38970.00	336.00	115.98	
5	20 % CENIZAS N° 05	7	36980.00	336.00	110.06	

Fuente. Laboratorio de M.S – UCV

**Interpretación:** en la siguiente tabla podemos ver la resistencia promedio del ladrillo patrón que es 112.38 kg/cm<sup>2</sup>. Dicho valor es el 62.43 % de la resistencia total, sobrepasando el porcentaje mínimo de resistencia a los 7 días.

### 3.6. RESISTENCIA A LA COMPRESION A LOS 14 DIAS

#### 3.6.1. Resistencia a la compresión del ladrillo patrón a los 14 días

Tabla N22. Resistencia a la compresión a los 14 días

N° Prob.	Estructura o Identificación	Edad (Días)	Carga Max. (Kg)	Sección (cm <sup>2</sup> )	Res. Obt. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	PATRON N° 01	14	58270.00	336.00	173.42	
2	PATRON N° 02	14	57090.00	336.00	173.27	
3	PATRON N° 03	14	58210.00	336.00	173.24	<b>173.32</b>
4	PATRON N° 04	14	58270.00	336.00	173.42	
5	PATRON N° 05	14	58210.00	336.00	173.24	

Fuente. Laboratorio de M.S – UCV

**Interpretación:** en la siguiente tabla podemos ver la resistencia promedio del ladrillo patrón que es 173.32 kg/cm<sup>2</sup>. Dicho valor es el 96.29 % de la resistencia total, sobrepasando el porcentaje mínimo de resistencia a los 14 días.

### 3.6.2. Resistencia a la compresión del ladrillo con 10% de cenizas a los 14 días

Tabla N23. Resistencia a la compresión a los 14 días

N° Prob.	Estructura o Identificación	Edad (Días)	Carga Max. (Kg)	Sección (cm <sup>2</sup> )	Res. Obt. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	10% CENIZAS N° 01	14	57520.00	336.00	171.19	
2	10% CENIZAS N° 02	14	57850.00	336.00	172.17	
3	10% CENIZAS N° 03	14	56640.00	336.00	168.57	<b>170.94</b>
4	10% CENIZAS N° 04	14	57850.00	336.00	172.17	
5	10% CENIZAS N° 05	14	57321.00	336.00	170.60	

Fuente. Laboratorio de M.S – UCV

**Interpretación:** en la siguiente tabla podemos ver la resistencia promedio del ladrillo patrón que es 170.94 kg/cm<sup>2</sup>. Dicho valor es el 94.97 % de la resistencia total, sobrepasando el porcentaje mínimo de resistencia a los 14 días.

### 3.6.3. Resistencia a la compresión del ladrillo con 15% de cenizas a los 14 días

Tabla N24. Resistencia a la compresión a los 14 días

N° Prob.	Estructura o Identificación	Edad (Días)	Carga Max. (Kg)	Sección (cm <sup>2</sup> )	Res. Obt. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	15% CENIZAS N° 01	14	57640.00	336.00	171.55	
2	15% CENIZAS N° 02	14	56230.00	336.00	167.35	
3	15% CENIZAS N° 03	14	57678.00	336.00	171.66	<b>171.00</b>
4	15% CENIZAS N° 04	14	57860.00	336.00	172.20	
5	15% CENIZAS N° 05	14	57869.00	336.00	172.23	

Fuente. Laboratorio de M.S – UCV

**Interpretación:** en la siguiente tabla podemos ver la resistencia promedio del ladrillo patrón que es 171.00 kg/cm<sup>2</sup>. Dicho valor es el 95 % de la resistencia total, sobrepasando el porcentaje mínimo de resistencia a los 14 días.

### 3.6.4. Resistencia a la compresión del ladrillo con 20% de cenizas a los 14 días

Tabla N25. Resistencia a la compresión a los 14 días

N° Prob.	Estructura o Identificación	Edad (Días)	Carga Max. (Kg)	Sección (cm <sup>2</sup> )	Res. Obt. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	20 % CENIZAS N° 01	14	58840.00	336.00	175.12	
2	20 % CENIZAS N° 02	14	58230.00	336.00	173.30	
3	20 % CENIZAS N° 03	14	57678.00	336.00	171.66	<b>173.50</b>
4	20 % CENIZAS N° 04	14	58860.00	336.00	175.18	
5	20 % CENIZAS N° 05	14	57869.00	336.00	172.23	

Fuente. Laboratorio de M.S – UCV

**Interpretación:** en la siguiente tabla podemos ver la resistencia promedio del ladrillo patrón que es 173.50 kg/cm<sup>2</sup>. Dicho valor es el 96.39 % de la resistencia total, sobrepasando el porcentaje mínimo de resistencia a los 14 días.

### 3.7. RESISTENCIA A LA COMPRESION A LOS 28 DIAS

#### 3.7.1. Resistencia a la compresión del ladrillo patrón a los 28 días

Tabla N26. Resistencia a la compresión a los 28 días

N° Prob.	Estructura o Identificación	Edad (Días)	Carga Max. (Kg)	Sección (cm <sup>2</sup> )	Res. Obt. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	PATRON N° 01	28	61510.00	336.00	183.07	
2	PATRON N° 02	28	62521.00	336.00	186.07	
3	PATRON N° 03	28	62050.00	336.00	184.67	<b>184.25</b>
4	PATRON N° 04	28	61251.00	336.00	182.29	
5	PATRON N° 05	28	62210.00	336.00	185.15	

Fuente. Laboratorio de M.S – UCV

**Interpretación:** en la siguiente tabla podemos ver la resistencia promedio del ladrillo patrón que es 184.25 kg/cm<sup>2</sup>. Dicho valor es el 102.36 % de la resistencia total, sobrepasando el porcentaje mínimo de resistencia a los 28 días.



### 3.7.2. Resistencia a la compresión del ladrillo con 10% de cenizas a los 28 días

Tabla N27. Resistencia a la compresión a los 28 días

N° Prob.	Estructura o Identificación	Edad (Días)	Carga Max. (Kg)	Sección (cm <sup>2</sup> )	Res. Obt. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	10% CENIZAS N° 01	28	61200.00	336.00	182.14	
2	10% CENIZAS N° 02	28	61250.00	336.00	182.29	
3	10% CENIZAS N° 03	28	60355.00	336.00	179.63	<b>181.82</b>
4	10% CENIZAS N° 04	28	61521.00	336.00	183.10	
5	10% CENIZAS N° 05	28	61125.00	336.00	181.92	

Fuente. Laboratorio de M.S – UCV

**Interpretación:** en la siguiente tabla podemos ver la resistencia promedio del ladrillo patrón que es 181.82 kg/cm<sup>2</sup>. Dicho valor es el 101 % de la resistencia total, sobrepasando el porcentaje mínimo de resistencia a los 28 días.

### 3.7.3. Resistencia a la compresión del ladrillo con 15% de cenizas a los 28 días

Tabla N28. Resistencia a la compresión a los 28 días

N° Prob.	Estructura o Identificación	Edad (Días)	Carga Max. (Kg)	Sección (cm <sup>2</sup> )	Res. Obt. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	15% CENIZAS N° 01	28	62105.00	336.00	184.84	
2	15% CENIZAS N° 02	28	61950.00	336.00	184.38	
3	15% CENIZAS N° 03	28	61674.00	336.00	183.55	<b>183.97</b>
4	15% CENIZAS N° 04	28	62221.00	336.00	185.18	
5	15% CENIZAS N° 05	28	61125.00	336.00	181.92	

Fuente. Laboratorio de M.S – UCV

**Interpretación:** en la siguiente tabla podemos ver la resistencia promedio del ladrillo patrón que es 183.97 kg/cm<sup>2</sup>. Dicho valor es el 102.21 % de la resistencia total, sobrepasando el porcentaje mínimo de resistencia a los 28 días.

### 3.7.4. Resistencia a la compresión del ladrillo con 20% de cenizas a los 28 días

Tabla N29. Resistencia a la compresión a los 28 días

N° Prob.	Estructura o Identificación	Edad (Días)	Carga Max. (Kg)	Sección (cm <sup>2</sup> )	Res. Obt. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	20 % CENIZAS N° 01	28	62105.00	336.00	184.84	
2	20 % CENIZAS N° 02	28	62850.00	336.00	187.05	
3	20 % CENIZAS N° 03	28	62674.00	336.00	186.53	<b>185.34</b>
4	20 % CENIZAS N° 04	28	62221.00	336.00	185.18	
5	20 % CENIZAS N° 05	28	61525.00	336.00	183.11	

Fuente. Laboratorio de M.S – UCV

**Interpretación:** en la siguiente tabla podemos ver la resistencia promedio del ladrillo patrón que es 185.34 kg/cm<sup>2</sup>. Dicho valor es el 102.97 % de la resistencia total, sobrepasando el porcentaje mínimo de resistencia a los 28 días.

### 3.8. COMPORTAMIENTO DE LOS LADRILLOS POR EDADES

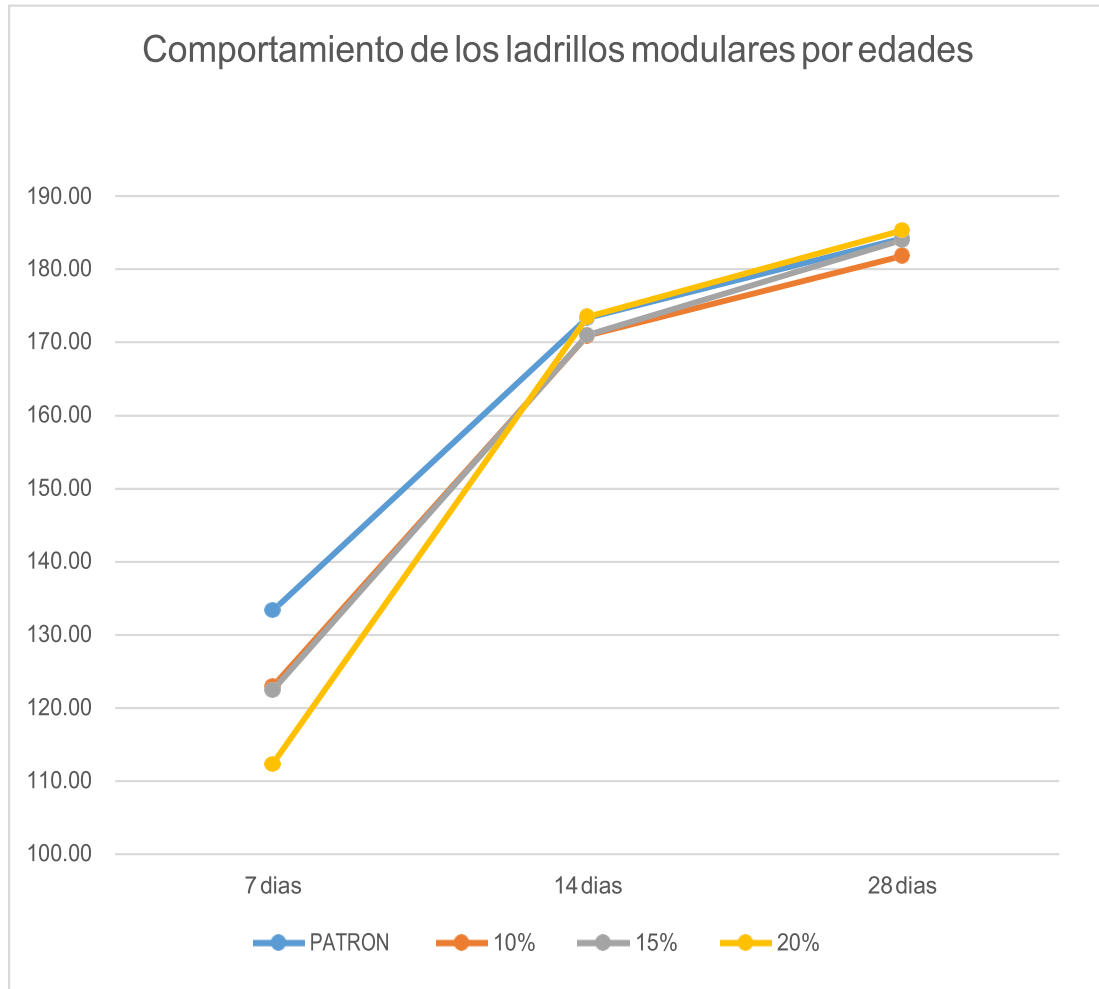
Tabla N30. Resistencia a la compresión a los 28 días

ENSAYO A LA COMPRESION kg/cm <sup>2</sup>				
	PATRON	10%	15%	20%
<b>7 DIAS</b>	133.35	122.95	122.43	112.38
<b>14 DIAS</b>	173.32	170.94	171.00	173.50
<b>28 DIAS</b>	184.25	181.82	183.97	185.34

Fuente. Laboratorio de M.S – UCV

**Interpretación:** en la siguiente tabla se muestra una síntesis de los resultados obtenidos a través de los ensayos a la compresión a los que fueron sometidos los ladrillos modulares.

**Grafico N°5. Comportamiento de los ladrillos modulares por edades**



**Fuente.** Laboratorio de M.S – UCV

**Interpretación:** el grafico muestra una comparación de los resultados obtenidos a través de los ensayos a la compresión de los ladrillos modulares, plasmados a través de líneas en función al tiempo

### 3.9. ENSAYO DE ABSORCIÓN A LOS 28 DÍAS

#### 3.9.1. Ensayo de absorción del ladrillo patrón a los 28 días

Tabla N31. Ensayo de absorción ladrillo patrón

MUESTRA	PESO		ABSORCIÓN (%)	SEGÚN LA NTE
	Psumergido(gr)	Pseco(gr)		E.070
				no mayor que 12 %
1	7228.4	6757.3	6.97	SI CUMPLE
2	7335.2	6735.2	8.91	SI CUMPLE
3	7125.6	6525.6	9.19	SI CUMPLE
4	7256.1	6656.1	9.01	SI CUMPLE
5	7298.2	6698.2	8.96	SI CUMPLE
<b>PROMEDIO</b>			<b>8.61</b>	

Fuente. Laboratorio de M.S – UCV

**Interpretación:** en la siguiente tabla muestra los resultados obtenidos al realizar el ensayo de absorción a 5 ladrillos modulares patrón ensayados a los 28 días, obteniendo un promedio de 8.61%, siendo este resultado considerado aceptable dentro de los parámetros establecidos en la norma NTE E.070.

#### 3.9.2. Ensayo de absorción del ladrillo con 10% de cenizas a los 28 días

Tabla N32. Ensayo de absorción ladrillo con 10% de cenizas

MUESTRA	PESO		ABSORCIÓN (%)	SEGÚN LA NTE
	Psumergido(gr)	Pseco(gr)		E.070
				no mayor que 12 %
1	7547.6	7139.5	5.72	SI CUMPLE
2	7570.6	7150.6	5.87	SI CUMPLE
3	7593.6	7173.6	5.85	SI CUMPLE
4	7516.6	7096.6	5.92	SI CUMPLE
5	7539.6	7119.6	5.90	SI CUMPLE
<b>PROMEDIO</b>			<b>5.85</b>	

Fuente. Laboratorio de M.S – UCV

**Interpretación:** en la siguiente tabla muestra los resultados obtenidos al realizar el ensayo de absorción a 5 ladrillos modulares patrón ensayados a los 28 días, obteniendo un promedio de 5.85%, siendo este resultado considerado aceptable dentro de los parámetros establecidos en la norma NTE E.070.

### 3.9.3. Ensayo de absorción del ladrillo con 15% de cenizas a los 28 días

Tabla N33. Ensayo de absorción ladrillo con 15% de cenizas

MUESTRA	PESO		ABSORCION (%)	SEGÚN LA NTE
	Psumergido(gr)	Pseco(gr)		E.070
				no mayor que 12 %
1	7143.3	6747.5	5.87	SI CUMPLE
2	7166.3	6746.3	6.23	SI CUMPLE
3	7189.3	6769.3	6.20	SI CUMPLE
4	7516.6	7096.6	5.92	SI CUMPLE
5	7539.6	7119.6	5.90	SI CUMPLE
<b>PROMEDIO</b>			<b>6.02</b>	

Fuente. Laboratorio de M.S – UCV

**Interpretación:** en la siguiente tabla muestra los resultados obtenidos al realizar el ensayo de absorción a 5 ladrillos modulares patrón ensayados a los 28 días, obteniendo un promedio de 6.02%, siendo este resultado considerado aceptable dentro de los parámetros establecidos en la norma NTE E.070.

### 3.9.4. Ensayo de absorción del ladrillo con 20% de cenizas a los 28 días

Tabla N34. Ensayo de absorción ladrillo con 20% de cenizas

MUESTRA	PESO		ABSORCION (%)	SEGÚN LA NTE
	Psumergido(gr)	Pseco(gr)		E.070
				no mayor que 12 %
1	7250.4	6791.9	6.75	SI CUMPLE
2	7273.4	6803.4	6.91	SI CUMPLE
3	7296.4	6826.4	6.89	SI CUMPLE
4	7231.5	6761.5	6.95	SI CUMPLE
5	7254.5	6784.5	6.93	SI CUMPLE
<b>PROMEDIO</b>			<b>6.88</b>	

Fuente. Laboratorio de M.S – UCV

**Interpretación:** en la siguiente tabla muestra los resultados obtenidos al realizar el ensayo de absorción a 5 ladrillos modulares patrón ensayados a los 28 días, obteniendo un promedio de 6.88%, siendo este resultado considerado aceptable dentro de los parámetros establecidos en la norma NTE E.070.

### 3.10. ENSAYO DE ALABEO A LOS 28 DIAS

#### 3.10.1. Ensayo de alabeo del ladrillo patrón a los 28 días

Tabla N35. Ensayo de alabeo ladrillo patrón

MUESTRA	CARA A		CARA B	
	CONCAVO	CONVEXO	CONCAVO	CONVEXO
	I m.		I m.	
1	-	2	1	-
2	-	1	2	-
3	-	3	2	-
4	-	2	1	-
5	-	1	2	-
<b>PROMEDIO</b>	<b>0</b>	<b>1.8</b>	<b>1.6</b>	<b>0</b>

#### SEGÚN LA NTE E.070

PROMEDIO FINAL CONCAVO	0.8	Hasta 2mm. Máximo	<b>SI CUMPLE</b>
PROMEDIO FINAL CONVEXO	0.9	Hasta 2mm. Máximo	<b>SI CUMPLE</b>

Fuente. Laboratorio de M.S – UCV

**Interpretación:** en la siguiente tabla muestra los resultados obtenidos al realizar el ensayo de alabeo a cinco ladrillos modulares patrón ensayado a los 28 días, obteniendo un promedio de 0.8 mm de concavidad y 0.9 de convexidad, siendo este resultado considerado aceptable dentro de los parámetros establecidos en la NTE E.070.

### 3.10.2. Ensayo de alabeo del ladrillo con 10% de cenizas a los 28 días

Tabla N36. Ensayo de alabeo ladrillo con 10% de cenizas

MUESTRA	CARA A		CARA B	
	CONCAVO	CONVEXO	CONCAVO	CONVEXO
	mm.		mm.	
1	-	2	1	-
2	3	-	2	-
3	2	-	3	-
4	-	2	1	-
5	-	1	1	-
<b>PROMEDIO</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1.6</b>	<b>0</b>

SEGÚN LA NTE E.070			
PROMEDIO FINAL CONCAVO	1.3	Hasta 2mm. Máximo	<b>SI CUMPLE</b>
PROMEDIO FINAL CONVEXO	0.5	Hasta 2mm. Máximo	<b>SI CUMPLE</b>

Fuente. Laboratorio de M.S – UCV

**Interpretación:** en la siguiente tabla muestra los resultados obtenidos al realizar el ensayo de alabeo a cinco ladrillos modulares con 10% de cenizas de aserrín en sustitución del cemento ensayados a los 28 días, obteniendo un promedio de 1.3 mm de concavidad y 0.5 de convexidad, siendo este resultado considerado aceptable dentro de los parámetros establecidos en la NTE E.070.

### 3.10.3. Ensayo de alabeo del ladrillo con 15% de cenizas a los 28 días

Tabla N37. Ensayo de alabeo ladrillo con 15% de cenizas

MUESTRA	CARA A		CARA B	
	CONCAVO	CONVEXO	CONCAVO	CONVEXO
	mm.		mm.	
1	-	3	1	-
2	-	1	-	2
3	-	2	-	1
4	-	2	1	-
5	-	1	2	-
<b>PROMEDIO</b>	<b>0</b>	<b>1.8</b>	<b>0.8</b>	<b>0.6</b>

SEGÚN LA NTE E.070			
PROMEDIO FINAL CONCAVO	0.4	Hasta 2mm. Máximo	<b>SI CUMPLE</b>
PROMEDIO FINAL CONVEXO	1.2	Hasta 2mm. Máximo	<b>SI CUMPLE</b>

Fuente. Laboratorio de M.S – UCV

**Interpretación:** en la siguiente tabla muestra los resultados obtenidos al realizar el ensayo de alabeo a cinco ladrillos modulares con 15% de cenizas de aserrín en sustitución del cemento ensayados a los 28 días, obteniendo un promedio de 0.4 mm de concavidad y 1.2 de convexidad, siendo este resultado considerado aceptable dentro de los parámetros establecidos en la NTE E.070.



### 3.10.4. Ensayo de alabeo del ladrillo con 20% de cenizas a los 28 días

Tabla N38. Ensayo de alabeo ladrillo con 20% de cenizas

MUESTRA	CARA A		CARA B	
	CONCAVO	CONVEXO	CONCAVO	CONVEXO
	mm.		mm.	
1	-	2	1	-
2	-	1	-	1
3	-	3	2	-
4	1	-	1	-
5	2	-	2	-
<b>PROMEDIO</b>	<b>0.6</b>	<b>1.2</b>	<b>1.2</b>	<b>0.2</b>

SEGÚN LA NTE E.070			
PROMEDIO FINAL CONCAVO	0.9	Hasta 2mm. Máximo	<b>SI CUMPLE</b>
PROMEDIO FINAL CONVEXO	0.7	Hasta 2mm. Máximo	<b>SI CUMPLE</b>

Fuente. Laboratorio de M.S – UCV

**Interpretación:** en la siguiente tabla muestra los resultados obtenidos al realizar el ensayo de alabeo a cinco ladrillos modulares con 20% de cenizas de aserrín en sustitución del cemento ensayados a los 28 días, obteniendo un promedio de 0.9 mm de concavidad y 0.7 de convexidad, siendo este resultado considerado aceptable dentro de los parámetros establecidos en la NTE E.070.

#### IV. DISCUSIÓN

Al analizar lo que a continuación presentaremos, podemos reafirmar que se realizó un adecuado desempeño técnico profesional en el área de laboratorio de mecánica de suelos para la Elaboración de los ladrillos de concreto y los ensayos para este mismo; verificando y demostrando con satisfacción los resultados obtenidos.

Para el primer objetivo se desarrolló el análisis térmico diferencial y para ello tuvimos como antecedentes los resultados de aserrín de pino donde da por resultado una temperatura de 320 °c como pico más alto y una pérdida de masa entre los 200 °c y 400°c mientras que en nuestra investigación tenemos como resultado tres zonas o regiones fundamentales de pérdida de masa. La primera zona, por debajo de los 200 °c, en la cual tiene lugar la pérdida de humedad y la emisión de co, co<sub>2</sub> y extractables. La pérdida de masa fundamental ocurre entre 200 y 400 °c con un pico de temperatura máxima de 350 °c, donde se descompone térmicamente la celulosa y hemicelulosa; a temperaturas por encima de 580 °c se produce una menor pérdida de masa y básicamente debe ocurrir la descomposición de la lignina.

para el segundo objetivo se desarrolló el ensayo de fluorescencia de rayos x a la muestra de aserrín según los antecedentes nos indican que en las cenizas de aserrín se encuentran porcentajes altos de sio<sub>2</sub> y cao, y en menor medida por óxidos de mg, al, k y p. en nuestra investigación en el grafico n° 2 demuestra la presencia de precursores puzolámicos en aproximados porcentajes en comparación a la composición química del cemento portland Tipo I, donde se detallan los siguientes elementos tales como: dióxido de silicio SiO<sub>2</sub> (82.5%), óxido de calcio CaO (4.1 %) y trióxido de aluminio Al<sub>2</sub> O<sub>3</sub> (2.6 %), los cuales demuestran que las cenizas de aserrín son un material puzolámico por lo tanto puede sustituir parcialmente al cemento.

Para el tercer objetivo que es la caracterización de los agregados esta se desarrolló mediante el procedimiento estipulado en la norma técnica peruana.

El módulo de finura es 3.01 lo cual es aceptable, pues se está trabajando un módulo de finura superior al mínimo requerido (2.3 – 3.1), estimándose que tenemos una arena que produce concretos de buena trabajabilidad y reducida segregación.

La granulometría del agregado grueso, cumple con los límites establecidos por Norma ASTM C-33 y está caracterizada por forma sub. Angular y rugosa con un tamaño máximo nominal de 3/8".

El peso específico del agregado fino es de 2.74gr/cm<sup>3</sup>, se puede clasificar como un agregado normal ya que está en el límite del rango de este peso específico (2.5-2.8).

Se determinó por ensayo de peso específico del agregado grueso que el valor obtenido 2.78gr/cm<sup>3</sup>, está dentro del rango de peso específico (2.5-2.8).

Para lo que es el cuarto objetivo se tuvo como antecedente la dosificación de 1:5:2 para lo que es el ladrillo patrón mientras que en nuestra investigación se realizó el diseño de mezcla el cual se calculó mediante el método ACI utilizando los datos de la caracterización de los agregados y dándonos como resultado una proporción para el ladrillo patrón de 1:2.92:1.79, para el ladrillo con sustitución de 10 % de cenizas de aserrín 1:2.99:1.79, para el ladrillo con sustitución de 15 % de cenizas de aserrín 1:2.88:1.79, para el ladrillo con sustitución de 20 % de cenizas de aserrín 1:2.93:1.79. Observando una variación en la proporción de agregado fino esto debido a la variación de los pesos específicos de acuerdo al porcentaje de sustitución. En este caso el peso específico del cemento fue de 3.12 gr/cm<sup>3</sup>, el peso específico de 90% + 10% cenizas fue de 3.368 gr/cm<sup>3</sup>, el peso específico de 85% + 15% cenizas fue de 2.963 gr/cm<sup>3</sup> y el peso específico de 80% + 20% cenizas fue de 3.137 gr/cm<sup>3</sup>. Donde se observar que mientras mayor sea el peso específico mayor será la cantidad de agregado fino.

Para el quinto objetivo contamos como antecedente que la utilización del aserrín mejora la propiedad mecánica y en nuestro estudio que es la propiedad mecánica se ensayaron 4 tipos de ladrillos modulares, diferenciados por la cantidad de cenizas de aserrín usado en reemplazo del cemento, se puede apreciar en la tabla N°30 los resultados obtenidos mediante el ensayo a la compresión, que en el ladrillo patrón se

obtiene una resistencia a la compresión de 184.25 kg/cm<sup>2</sup> siendo éste superior al ladrillo TIPO V que en este caso sería de 180 kg/cm<sup>2</sup>. El ladrillo con sustitución del cemento en un 10% por cenizas de aserrín presenta una resistencia de 181.82 kg/cm<sup>2</sup>, siendo también superior al TIPO V; El ladrillo con sustitución del cemento en un 15% por cenizas de aserrín presenta una resistencia de 183.97 kg/cm<sup>2</sup>, siendo también superior al TIPO V. El ladrillo modular que mejor comportamiento tuvo ante la compresión es el de 20%, obteniendo una resistencia a la compresión de 185.34 kg/cm<sup>2</sup> siendo éste superior al de TIPO V en un 102.97%.

Para el ensayo de absorción se obtuvieron resultados de 8.61% para el ladrillo patrón, para los ladrillos con sustitución de 10%, 15% y 20% se obtuvieron 5.85%, 6.02% y 6.88% respectivamente, estando esta información dentro de los parámetros establecidos en el reglamento nacional de edificaciones y la norma técnica peruana 331.017 que concuerdan que el máximo porcentaje de absorción es de 22%.

Para el ensayo de alabeo en el ladrillo patrón se obtuvo un promedio de concavidad de 0.8 mm y 0.9 de convexidad, siendo estos resultados muy favorables ya que el máximo permisible según la norma técnica peruana es de 2 mm para un ladrillo tipo V tanto para cóncavo y convexo. Para el ladrillo con sustitución de 10% se obtuvo como concavidad de 1.3mm y de convexidad de 0.5mm, estando esta información dentro del rango permisible de la norma técnica peruana. De la misma forma el ladrillo con sustitución de 15% presenta 0.4mm y 1.2mm de concavidad y convexidad, estando también dentro del rango permisible. El ladrillo con sustitución de 20% presentó 0.9mm y 0.7mm siendo también muy favorables los resultados ya que es mínima la concavidad y convexidad.

## V. CONCLUSIÓN

1. Como conclusión general, se puede decir que la sustitución de cenizas de aserrín mejoró la propiedad mecánica del ladrillo modular, y en las propiedades físicas se puede decir que están dentro de lo establecido en la normatividad E 070 de albañilería.
2. Se concluye mediante un análisis térmico diferencial la temperatura adecuada de calcinación del aserrín para lograr activar los óxidos que se encuentren en este material y para ello la temperatura adecuada fue de 350° C con un periodo de tiempo de 2 horas.
3. Se concluye mediante un análisis de fluorescencia de rayos X que al someter el aserrín a una temperatura adecuada estas pasan a activar los óxidos encontrando como resultado en un porcentaje de 82.5 % de dióxido de sílice.
4. En nuestro diseño de mezcla la relación agua – cemento fue para todos de 0.62. con una variación en la dosificación de acuerdo a los porcentajes sustituyentes dándonos como resultado una proporción para el ladrillo patrón de 1:2.92:1.79, para el ladrillo con sustitución de 10 % de cenizas de aserrín 1:2.99:1.79, para el ladrillo con sustitución de 15 % de cenizas de aserrín 1:2.88:1.79, para el ladrillo con sustitución de 20 % de cenizas de aserrín 1:2.93:1.79.
5. En las propiedades mecánicas, la resistencia obtenida en el ladrillo modular con sustitución de cemento por cenizas de aserrín en un 20% fue el óptimo ya que a comparación del ladrillo patrón, fue superior en un 102.97% con 185.34 kg/cm<sup>2</sup> cumpliendo con los parámetros mínimos que se encuentran en la norma técnica peruana. Para las propiedades físicas la utilización de cenizas de aserrín como sustitución del cemento, no genera demasiado alabeo ya que el material no tiende a expandirse o comprimirse, generando así una mínima variación en las medidas. Con respecto a los resultados del ensayo de absorción también está dentro del rango permisible, pero a más cantidad de sustitución de cenizas de aserrín, el ladrillo tiende a generar más absorción.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Es muy importante que, en la elaboración del ladrillo, sea el correcto, cuidando la vibración, el porcentaje de agregados, entre otros factores de lo contrario no se alcanzará la resistencia esperada, en su defecto, el porcentaje de sustitución de cenizas de aserrín por cemento no llegará a mejorar las propiedades mecánicas del ladrillo modular

Para obtener los resultados óptimos del laboratorio es importante seguir la norma técnica peruana correspondiente para cada ensayo, y de no hacerlo podría interferir en los resultados. Se recomienda tapar la hendidura del ladrillo con yeso como se hizo en este caso para mejores resultados en el ensayo a la compresión.

Se debe continuar la búsqueda y aplicación de nuevas y mejores tecnologías que incrementen el valor agregado del ladrillo, de modo que se logre el aumento de la resistencia; buscar mejora continua de un ladrillo óptimo, económico y cada vez más resistente.

## VII. REFERENCIA

ARIAS, Alonso, FUENTES, Gafté y GRANADOS, Vicente. control de calidad de las propiedades de resistencia a la compresión, absorción y peso volumétrico para las unidades de carga de mampostería, fabricados mediante procesos manuales y semi- industriales utilizando agregados de las canteras de Aramuaca y Ereguayquín de la zona oriental de el salvador. Tesis (Título en Ingeniería Civil). El salvador: Universidad de el salvador, Facultad de Ingeniería, 2013.21pp.

BLAS, Melissari. Comportamiento de Cenizas y su Impacto en Sistemas de Combustión de Biomasa (Título en Ingeniería química). Lima: Universidad Nacional de ingeniería, Facultad de Ingeniería, 2012.72pp.

CASTILLO, Marycarmen y VIERA, Manuel. Influencia de la relación volumétrica de arena y confitillo sobre las propiedades físicas y mecánicas de un ladrillo de concreto para la construcción de muros con carga viva. Tesis (Título en Ingeniería de materiales). Trujillo: Universidad nacional de Trujillo, Facultad de Ingeniería, 2016.04pp.

FREYRE, Javier y DEZA, Enrique. Fabricación de bloques de concreto con una mesa vibradora. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Lima: Universidad nacional de ingeniería, Facultad de Ingeniería, 2001.15pp.

GUTIÉRREZ, Ginés. Utilización de un equipo portátil de fluorescencia de rayos x para el estudio de metales pesados en suelos: puesta a punto y aplicación a vertederos (título en ciencias medioambientales). España: Universidad de Alcalá, Facultad de ciencias medioambientales, 2010 .109pp.

LASANTA, Isabel. Estudio de adiciones de bismuto en aleaciones zinc-aluminio (doctorado en ciencias química). España: Universidad complutense de Madrid, Facultad de ciencias químicas, 2013 .9pp.

OLAVE, Juan. “Influencia del aserrín en la resistencia a la compresión y variación dimensional de ladrillos de arcilla cocida elaborados artesanalmente” (Titulo en Ingeniería Civil). Nuevo Chimbote: Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, 2017.104pp.

ORTEGA, Giselle. “análisis termogravimetrico y térmico diferencial de diferentes biomásas vegetales” (Titulo en Ingeniería química). Cuba: Universidad de oriente, Facultad de Ingeniería, 2011.36pp.

PEREZ, Thalila. Comportamiento físico -mecánico del ladrillo de concreto tipo iv (Título en Ingeniería agrícola). Lima: Universidad Nacional Agraria la Molina, Facultad de Ingeniería, 2017.16pp.



# **ANEXOS**

**ANEXO I**  
**MATRIZ DE CONSISTENCIA**

## MATRIZ DE CONSISTENCIA

### LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico Estructural

### DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA:

Según el Diario Correo menciona Villavicencio Felipe de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional del Santa (UNS), ha liderado un equipo de trabajo que durante varias semanas se ha dedicado a constatar las condiciones en las que se fabrican los ladrillo de concreto y la durabilidad y firmeza de los mismos en ocho centros de producción. De cada lugar se han tomado tres muestras y los resultados han sido preocupantes. Según los profesionales se ha determinado que estos (los ladrillos) son usados inclusive como muros portantes y que ante la presencia de sismos, no estarían respondiendo ante las sollicitaciones sísmicas. La gravedad de esto es que de acuerdo a las Normas Técnicas Peruanas (NTP) cada unidad debe tener una resistencia de compresión de 50kg. /cm. 2, sin embargo el material analizado por la UNS apenas llega a 5.61kg. /cm.2 como máximo y 3.74kg./cm. 2 como mínimo. El aguante de estos productos elaborados artesanalmente no llega ni al 15%. Un riesgo inminente que atenta contra la salud pública. El estudio también especifica que los ladrillos tienen falla por corte y presencia de rajaduras por aplastamiento siendo no aptos para la construcción.

**Tabla N°39: MATRIZ DE CONSISTENCIA**

VARIABLE	FORMULACION DEL PROBLEMA	OBJETIVO	DIMENSIONES	INDICADORES	HIPOTESIS	JUSTIFICACION
PROPIEDADES FISICO MECANICAS	¿Los ladrillos de concreto con sustitución del cemento en un 10%, 15% y 20% de cenizas de aserrín, desarrollaran propiedades físico mecánicas que permiten su utilización como un material de construcción alternativo?	<b>General:</b> Determinar si los ladrillos de concreto con sustitución del cemento en un 10%, 15% y 20% de cenizas de aserrín, desarrollaran propiedades físicas y mecánicas que permiten su utilización como un material de construcción alternativo. <b>Específicos:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Caracterización de los agregados.</li> <li>• Determinar la temperatura de calcinación del aserrín mediante el ATD (análisis térmico diferencial).</li> <li>• Determinar los componentes químicos de las cenizas de aserrín mediante FRX (fluorescencia de rayos x).</li> <li>• Determinar la dosificación y relación agua cemento de la mezcla para elaborar el ladrillo de concreto.</li> <li>• Determinar la resistencia a la compresión, absorción y alabeo del ladrillo experimental y patrón</li> </ul>	propiedades físicas	absorción	La sustitución de las cenizas de aserrín por el 10%, 15% y 20% de cemento permitirán desarrollar las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo de concreto para su utilización como material alternativo de construcción	Lo ideal de este proyecto de investigación es encontrar la relación cenizas de aserrín con el cemento sobre las propiedades físicas y mecánicas de un ladrillo. También obtener los más óptimos resultados que cumplan con la norma técnica de edificación E 070 Albañilería. Así mismo brindar a la comunidad una nueva alternativa de mejorar sus unidades de concreto con costo bajo y una mejor eficiencia. Lo importante de este proyecto de investigación es el desarrollo de la construcción, aportar al conocimiento y elaboración de nuevas técnicas científicas, siendo de provecho a la sociedad.
				alabeo		
CENIZAS DE ASERRIN			porcentaje de cenizas de aserrín	resistencia a la compresión		
				10% del volumen del cemento		
				15% del volumen del cemento		
			temperatura	20% del volumen del cemento		
				análisis térmico diferencial		
			propiedades químicas	análisis químico		

**ANEXO II**  
**PROTOCOLOS**



INFORME DE ANÁLISIS  
LASACI N°0127E-2018-IQUNT

SOLICITANTE	IBAÑEZ NECIOSUP CELESTE RODRIGUEZ MORALES YOEL
TESIS	"Propiedades físico mecánicas del ladrillo de concreto al sustituir el cemento por cenizas de aserrín en un 10% 15% y 20%"
MUESTRA	ASERRIN
FECHA	10 DE SETIEMBRE DEL 2018
INSTITUCION	UNIVERSIDAD GESAR VALLEJO
MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO	

1. MUESTRA: aserrín (1. Kg)

N° DE MUESTRAS	CANTIDAD DE MUESTRA ENSAYADA	PROCEDENCIA
1	100 gr	MADERERA EL PINO - CHIMBOTE

2. ENSAYOS A APLICAR

- ANALISIS TERMICO DIFERENCIAL ATD
- ANALISIS TERMOGRAVIMETRICO TGA

3. EQUIPO EMPLEADO Y CONDICIONES

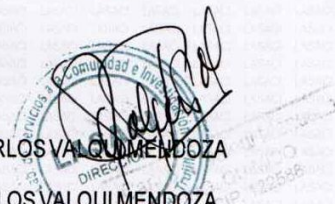
- ANALIZADOR TERMICO SIMULTANEO TG\_DTA\_DSC CAP. MAX 1600°C SETSYS\_EVOLUTION, CUMPLE CON NORMAS ASTM ISO 11357, ASTM E967, ASTM E968, ASTM E793, ASTM D3895, ASTM D3417, ASTM D3418, DIN 51004, DIN 51007, DIN 53765.
- TASA DE CALENTAMIENTO: 20 °C/MIN
- GAS DE TRABAJO – FLUJO: NITROGENO, 10 ML/MIN
- RANGO DE TRABAJO 25 – 920°C
- MASA DE MUESTRA ANALIZADA: 35 MG

DIRECTOR DEL LABORATORIO

ING. MSC. CARLOS VALQUIMENDOZA

ANALISTA RESPONSABLE

ING. MSC. CARLOS VALQUIMENDOZA







LASACI

4. RESULTADOS

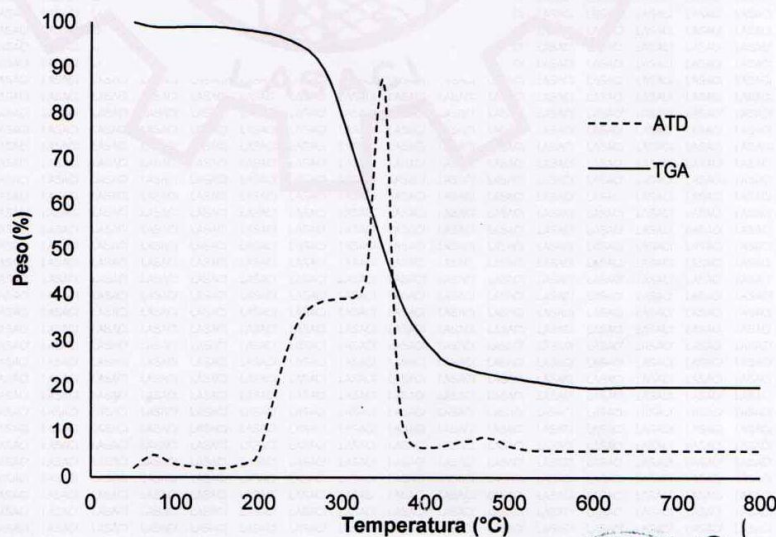
a. EMISION DE GASES

DETERMINACION	UNIDAD	RESULTADO
CARBONO	%	58.99
HIDROGENO	%	5.60
OXIGENO	%	25.63
NITROGENO	%	0.12
AZUFRE	%	< 0.03

b. EMISION DEL QUEMADO

DETERMINACION	UNIDAD	RESULTADO
HUMEDAD	%	9.10
CENIZAS	%	0.5
MATERIA VOLATIL	%	90.05
CARBON FIJO	%	0.36

c. CURVA TGA Y ATD







LASACI

5. CONCLUSION

- Para la presente investigación del aserrín, El porcentaje de cenizas de acuerdo al análisis de emisión de quemado es de 0.5%.
- El análisis termogravimetrico de aserrín indica que la perdida fundamental de masa, 72.3 %, ocurrió entre 200 y 420 °C; con un pico de temperatura máxima de 350°C por un periodo de tiempo de 2hr. entre 420 y 580 °C ocurre la descomposición de un 6.2 % de la biomasa.



Trujillo, 20 de setiembre del 2018





INFORME DE ANÁLISIS  
LASACI N°0127E-2018-IQUNT

SOLICITANTE	IBAÑEZ NECIOSUP CELESTE RODRIGUEZ MORALES YOEL
TESIS	"Propiedades físico mecánicas del ladrillo de concreto al sustituir el cemento por cenizas de aserrín en un 10% 15% y 20%"
MUESTRA	CENIZAS DE ASERRIN
FECHA	10 DE SETIEMBRE DEL 2018
INSTITUCION	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO	

1. CONSIDERACIONES EXPERIMENTALES

CONDICIONES DE LA MEDICION:

El análisis se realizó en un espectrómetro de fluorescencia total de rayos x marca BRUKER, MODELO S2-PICOFOX.

Fuente de rayos x: tubo de Mo.

Tiempo de medida: 2000 segundos.

ESTANDAR INTERNACIONAL PARA CUANTIFICACION:

Elemento: Galio (Ga)

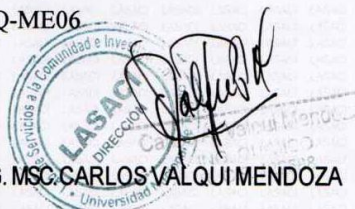
Concentración: lg/l.

2. CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA ANALIZADA

Se analizó 25 mg de la muestra de cenizas de aserrín, la cual fue tamizada previamente a malla 325 mesh.

3. METODO

- BASADO EN LA NORMA : ASTM C25
- VOLUMETRIA : USAQ-ME06



DIRECTOR DEL LABORATORIO ING. MSC. CARLOS VALQUI MENDOZA

ANALISTA RESPONSABLE ING. MSC. CARLOS VALQUI MENDOZA

AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITE - CARBON - CAL

FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA

☎ 949959632 / 942844957





**4. RESULTADOS**

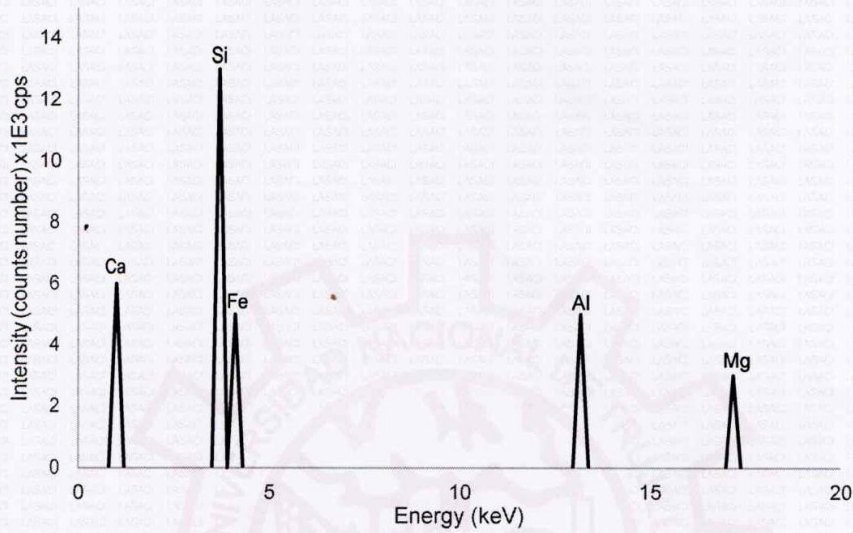


Figura 1. Espectro de la muestra codificada analizada.

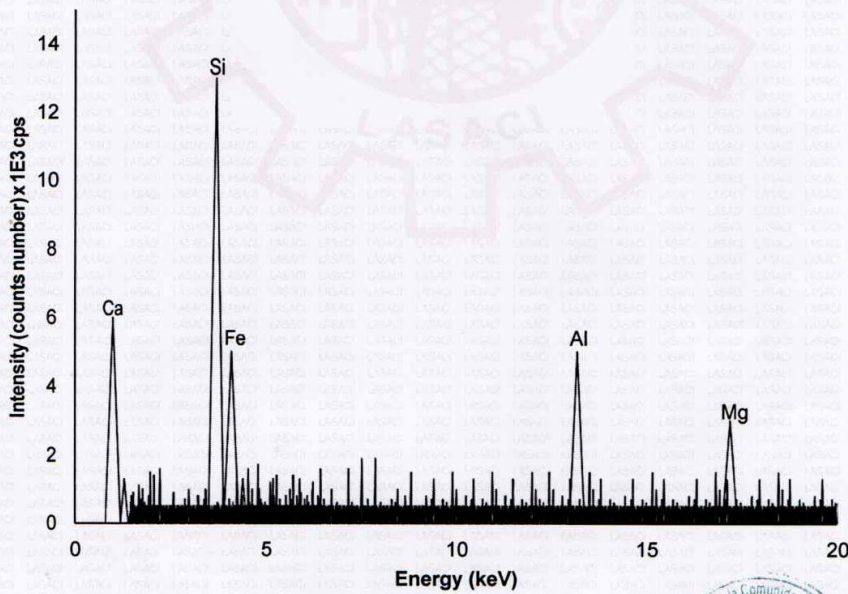


Figura 2. Espectro de la muestra analizada con los correspondientes elementos detectados.







Tabla 1. Espectro de la muestra analizada con los correspondientes elementos detectados.

MUESTRA	MAGNESIO (Mg)	ALUMINIO (Al)	HIERRO (Fe)	SÍLICE (Si)	CALCIO (Ca)
Concentración relativa	0.2%	2.6%	1.6%	82.5%	4.1%

5. CONCLUSION

- Al realizar la comparación del espectro de la muestra analizada (véase la figura 1) con las energías características de los elementos de la tabla periódica a partir del sodio (Na), se encontraron principalmente sílice (Si) con un alto porcentaje. Y en menores porcentajes se encontró; aluminio (Al), hierro (Fe), calcio (Ca) y magnesio (Mg).



Trujillo, 20 de setiembre del 2018



**UNIVERSIDAD  
SAN PEDRO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

**DETERMINACION DE PESO ESPECIFICO**


( Frasco de Le Chaletair)

(Según ASTM C 188, AASHTO T 133 y MTC E 610-2000)

SOLICITA : BACH. RODRIGUES MORALES YOEL Y BACH. IBAÑEZ NECIÓ SUP CELESTE  
TESIS : PROPIEDADES FÍSICOMECANICAS DEL LADRILLO DE CONCRETO AL SUSTITUIR EL CEMENTO POR CENIZAS DE ASERRIN  
EN UN 10%, 15%, Y 20%  
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH  
MATERIAL : CEMENTO 90% + CENIZAS DE ASERRIN 10%  
FECHA : 05/10/2018

PRUEBA Nº		01	02
FRASCO Nº			
LECTURA INICIAL (ml)		0.00	0.00
LECTURA FINAL (ml)		19.00	19.00
PESO DE MUESTRA (gr)		64.00	64.00
VOLUMEN DESPLAZADO (ml)		19.00	19.00
PESO ESPECIFICO		3.368	3.368
PESO ESPECIFICO PROMEDIO (gr / cm <sup>3</sup> )		3.368	

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales  
  
Ing. Jorge Montañez Reyes  
JEFE







**DETERMINACION DE PESO ESPECIFICO**

( Frasco de Le Chaletair)

(Según ASTM C 188, AASHTO T 133 y MTC E 610-2000)

SOLICITA : BACH. RODRIGUES MORALES YOEL Y BACH. IBAÑEZ NECIOSUP CELESTE  
TESIS : PROPIEDADES FISICOMECANICAS DEL LADRILLO DE CONCRETO AL SUSTITUIR EL CEMENTO POR CENIZAS DE ASERRIN  
EN UN 10%, 15%, Y 20%  
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH  
MATERIAL : CEMENTO 80% + CENIZAS DE ASERRIN 20%  
FECHA : 05/10/2018

PRUEBA Nº		01	02
FRASCO Nº			
LECTURA INICIAL	(ml)	0.00	0.00
LECTURA FINAL	(ml)	20.40	20.40
PESO DE MUESTRA	(gr)	64.00	64.00
VOLUMEN DESPLAZADO	(ml)	20.40	20.40
PESO ESPECIFICO		3.137	3.137
PESO ESPECIFICO PROMEDIO	( gr / cm3)	3.137	



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales  
*Jorge Montañez Reyes*  
Ing. Jorge Montañez Reyes  
JEFE



**UNIVERSIDAD  
SAN PEDRO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

**DETERMINACION DE PESO ESPECIFICO**

( Frasco de Le Chaletier)

(Según ASTM C 188, AASHTO T 133 y MTC E 610-2000)

SOLICITA : BACH. RODRIGUES MORALES YOEL Y BACH. IBAÑEZ NECIOSUP CELESTE  
TESIS : PROPIEDADES FISICOMECANICAS DEL LADRILLO DE CONCRETO AL SUSTITUIR EL CEMENTO POR CENIZAS DE ASERRIN  
EN UN 10%, 15%, Y 20%  
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH  
MATERIAL : CEMENTO 85% + CENIZAS DE ASERRIN 15%  
FECHA : 05/10/2018

PRUEBA Nº		01	02
FRASCO Nº			
LECTURA INICIAL	(ml)	0.00	0.00
LECTURA FINAL	(ml)	21.60	21.60
PESO DE MUESTRA	(gr)	64.00	64.00
VOLUMEN DESPLAZADO	(ml)	21.60	21.60
PESO ESPECIFICO		2.963	2.963
PESO ESPECIFICO PROMEDIO	( gr / cm3)	2.963	



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales  
*Jorge Montañez Reyes*  
Ing. Jorge Montañez Reyes  
JEFE





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO DE CALCINACIÓN DE CENIZAS DE ASERRIN

**PROYECTO:** "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL LADRILLO DE CONCRETO AL SUSTITUIR EL CEMENTO POR CENIZAS DE ASERRÍN EN UN 10% 15% Y 20% EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE, ÁNCASH – 2018"

**SOLICITANTE:** CELESTE STEFANI IBAÑEZ NECIOSUP - YOEL KIN RODRÍGUEZ MORALES

**ASUNTO :** ENSAYO DE CALCINACION DE ASERRIN

**LUGAR :** NUEVO CIMBOTE

**UNIDAD :** MUESTRA ASERRIN DE MADERERA EL PINO

### INFORME Y PROCESO DE CALCINACIÓN

Para la obtención de la materia prima para la calcinación primero ubicamos el lugar de donde se recolectaría, los lugares más recomendables son las madereras de la zona de estudio, una de ellas es la maderera EL PINO.



En esta imagen se aprecia la obtención de materia prima en la maderera El Pino donde se acumula posterior al corte o aserrado de maderas que llegan de la selva, para luego ser trasladadas al laboratorio.

CAMPUS CHIMBOTE

Av. Central Mz. H Lt. 1

Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote

Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



**Mg. Erika Magaly Mozo Castañeda**  
Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil



**Lener Hamilton Villanueva Vásquez**  
TECNICO DE LABORATORIO



fb/ucv.peru

@ucv\_peru

#saliradelante

ucv.edu.pe





Ya en el laboratorio se coloca el aserrín en pasillos pequeños de porcelana que soportan altas temperaturas, luego se lleva al horno para su pre calcinación a una temperatura de 350°C por un lapso de 2 horas, para posterior a ello realizar la calcinación.

CAMPUS CHIMBOTE

Av. Central Mz. H Lt. 1°  
Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



*Mg. Erika Magaly Mozo Castañeda*  
Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil

*Lener Hamilton Andino Vásquez*  
TÉCNICO DE LABORATORIO



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO



En la imagen observamos la colocación del aserrín precalcinado al horno en un crisol de porcelana el cual soportara altas temperaturas como 350°C el cual es lo requerido para su calcinación en el horno mufla en el laboratorio de química en la Universidad Cesar Vallejo.



El horno Mufla de 6L que se aprecia en la imagen es de propiedad de la Universidad Cesar Vallejo el cual llega hasta temperaturas de 1200°C para poder realizar ensayos, ya colocados las muestras, se regula la temperatura a ensayar.

CAMPUS CHIMBOTE

Av. Central Mz. H Lt. 1

Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote

Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



**Mg. Erika Magaly Mozo Castañeda**  
Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil



**Lener Hamilton Vidanueva Vásquez**  
TÉCNICO DE LABORATORIO



fb/ucv.peru

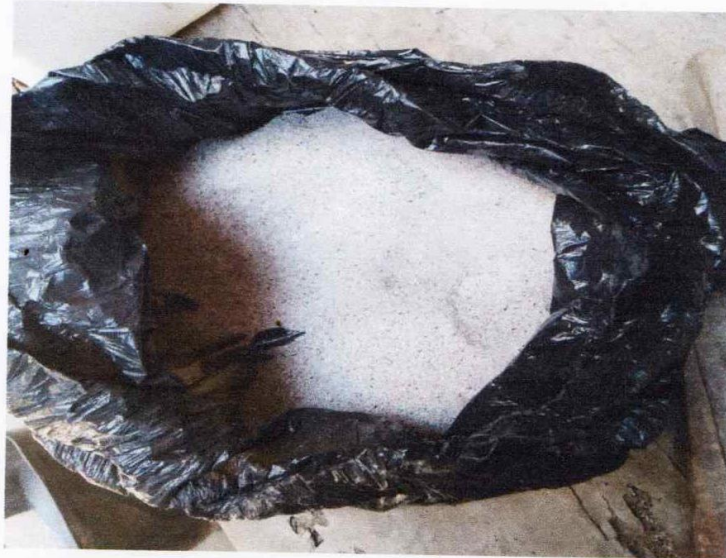
@ucv\_peru

#saliradelante

[ucv.edu.pe](http://ucv.edu.pe)



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO



Después de la calcinación se retira del horno mufla con guantes térmicos por su alta temperatura luego se coloca en una fuente para su enfriamiento y luego se tamiza obteniendo la ceniza de aserrín, para luego ser utilizado en los fines requeridos.

**Nota:**

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio

**CAMPUS CHIMBOTE**  
Av. Central Mz. H Lt. 1  
Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



**Mg. Erika Magaly Mozo Castañeda**  
Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil



*R. V.*  
Lorena Hamilton Villanueva Vásquez  
TÉCNICO DE LABORATORIO



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
[ucv.edu.pe](http://ucv.edu.pe)





**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO**

(ASTM C 136-06)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES**

PROYECTO : "PROPIEDADES FÍSICO MECANICAS DEL LADRILLO DE CONCRETO AL SUSTITUIR EL CEMENTO POR CENIZAS DE ASERRIN EN UN 10%, 15% Y 20%"

CANtera : LA CARBONERA

SOLICITA : RODRIGUEZ MORALES YOEL  
IBÁÑEZ NECIOSUP CELESTE STEFANI

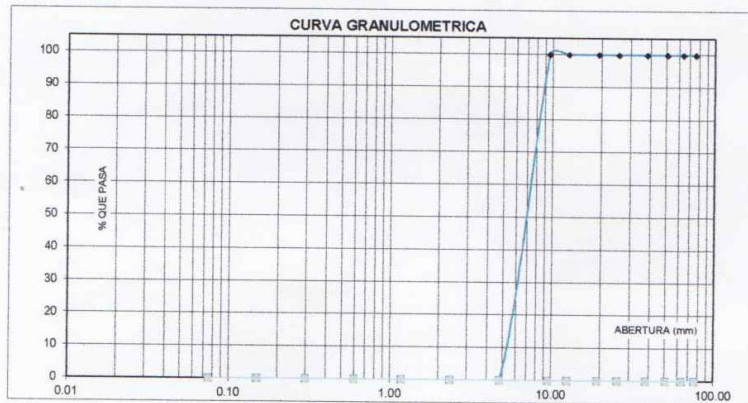
MATERIAL : PIEDRA CHANCADA

FECHA : OCTUBRE

TAMIZ		PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE
N°	Abert. (mm)	(gr)	(%)	(%)	(gr)
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.76	989.00	100.00	100.00	0.00
N° 8	2.36	0.00	0.00	100.00	0.00
N° 16	1.18	0.00	0.00	100.00	0.00
N° 30	0.60	0.00	0.00	100.00	0.00
N° 50	0.30	0.00	0.00	100.00	0.00
N° 100	0.15	0.00	0.00	100.00	0.00
N° 200	0.08	0.00	0.00	100.00	0.00
Plato		0.01	0.00	100	0.00
		989.01	100.00		

PROPIEDADES FÍSICAS	
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	3/8"
HUSO (ASTM C-33)	6
MÓDULO DE FINEZA	6.00

OBSERVACIONES



CAMPUS CHIMBOTE

Av. Central Mz. H Lt. 1

Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote

Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



**Mg. Erika Magaly Mozo Castañeda**  
Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil



**Lener Hamilton Villanueva Vásquez**  
TÉCNICO DE LABORATORIO



fb/ucv.peru

@ucv\_peru

#saliradelante

ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

(ASTM C 136-06)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

PROYECTO : "PROPIEDADES FÍSICO MECANICAS DEL LADRILLO DE CONCRETO AL SUSTITUIR EL CEMENTO POR CENIZAS DE ASERRIN EN UN 10%, 15% Y 20%"

CANTERA : LA CUMBRE

ALUMNO : RODRIGUEZ MORALES YOEL  
IBÁÑEZ NECIOSUP CELESTE STEFANI

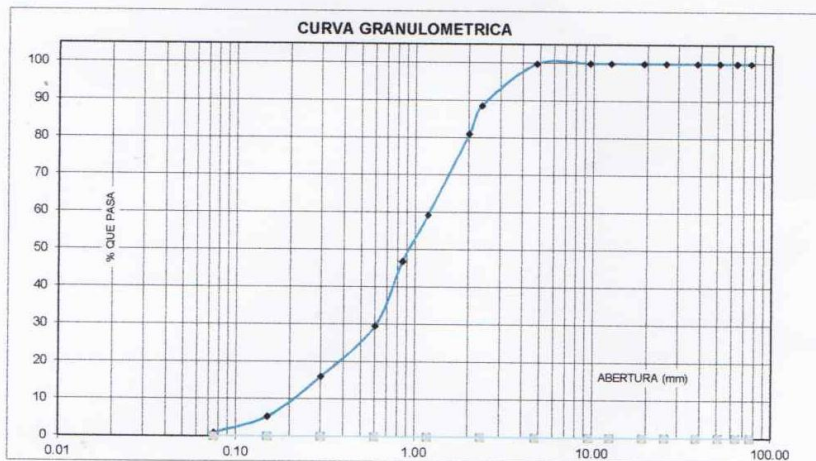
MATERIAL : ARENA GRUPEA

FECHA : OCTUBRE

TAMIZ	PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO PARCIAL (%)	% RETENIDO ACUMULADO (%)	% PASANTE (gr)
N°	Abert. (mm)	(%)	(%)	(gr)
3"	76.20	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.50	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.10	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.50	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.76	0.38	0.13	99.87
N° 8	2.36	33.30	11.23	88.64
N° 10	2.00	22.65	7.64	81.00
N° 16	1.18	64.49	21.75	59.25
N° 20	0.85	36.65	12.36	46.89
N° 30	0.60	51.10	17.23	29.66
N° 50	0.30	40.14	13.54	16.12
N° 100	0.15	31.88	10.75	5.37
N° 200	0.08	12.97	4.37	1.00
Plato		2.96	1.00	0.00
		296.50	100.00	

PROPIEDADES FÍSICAS	
MÓDULO DE FINEZA	3.01

OBSERVACIONES



CAMPUS CHIMBOTE

Av. Central Mz. H Lt. 1  
Urb. Buenos Aires - Nuevo  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



Mg. Erika Magaly Mozo Castañeda  
Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil



Lener Hamilton Villanueva Vásquez  
TÉCNICO DE LABORATORIO



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe





**CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO**

( ASTM D-2216)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES**

**PROYECTO :** "PROPIEDADES FISICO MECANICAS DEL LADRILLO DE CONCRETO AL SUSTITUIR EL CEMENTO POR CENIZAS DE ACERRIN EN UN 10 %, 15% Y 20%"

**CANtera :** LA CARBONERA

**ALUMNOS :** RODRIGUEZ MORALES YOEL -  
IBÁÑEZ NECIOSUP CELESTE STEFANI

**MATERIAL :** PIEDRA CHANCADA

**FECHA :** OCTUBRE

ENSAYO N°	1	2	3
TARA + SUELO HÚMEDO (gr)	129.4	129.70	129.8
TARA + SUELO SECO (gr)	127.4	127.70	127.7
PESO DEL AGUA (gr)	2.00	2.00	2.1
PESO DE LA TARA (gr)	22.1	22.1	21.7
PESO DEL SUELO SECO (gr)	105.3	105.6	106
CONTENIDO DE HÚMEDAD (%)	1.90	1.89	1.98
<b>PROM. CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</b>		1.92	





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO**

( ASTM D-2216)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES**

**PROYECTO :** "PROPIEDADES FISICO MECANICAS DEL LADRILLO DE CONCRETO AL SUSTITUIR EL CEMENTO POR CENIZAS DE ACERRIN EN UN 10 %, 15% Y 20%"

**CANTERA :** LA CUMBRE

**ALUMNOS :** RODRIGUEZ MORALES YOEL -  
IBAÑEZ NECIOSUP CELESTE STEFANI

**MATERIAL :** ARENA GRUESA

**FECHA :** OCTUBRE

ENSAYO N°	1	2	3
TARA + SUELO HÚMEDO (gr)	6.74	7.91	6.76
TARA + SUELO SECO (gr)	6.73	7.91	6.75
PESO DEL AGUA (gr)	0.01	0.00	0.01
PESO DE LA TARA (gr)	3.48	4.62	3.80
PESO DEL SUELO SECO (gr)	3.25	3.29	2.95
CONTENIDO DE HÚMEDAD (%)	0.31	0.00	0.34
PROM. CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.22		

**CAMPUS CHIMBOTE**  
Av. Central Mz. H Lt. 1  
Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



**Mg. Erika Magaly Mozo Castañeda**  
Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil



**Lener Hamilton Muro Vásquez**  
TÉCNICO DE LABORATORIO



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

<b>PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO</b>			
<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES</b>			
<b>PROYECTO :</b> "PROPIEDADES FISICO MECANICAS DEL LADRILLO DE CONCRETO AL SUSTITUIR EL CEMENTO POR CENIZAS DE ACERRIN EN UN 10 %, 15% Y 20%"			
<b>CANTERA :</b> LA CARBONERA		<b>ALUMNOS :</b> RODRIGUEZ MORALES YOEL - IBAÑEZ NECIOSUP CELESTE STEFANI	
<b>MATERIAL :</b> PIEDRA CHANCADA			
<b>FECHA :</b> OCTUBRE			
<b>PESO UNITARIO SUELTO</b>			
<b>ENSAYO N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Peso de molde (gr)	2800.60	2800.60	2800.60
Peso de molde + muestra (gr)	10670.40	10623.00	10655.00
Peso de muestra (gr)	7869.80	7822.40	7854.40
Volumen de molde (cm <sup>3</sup> )	6100.00	6100.00	6100.00
Peso Unitario (kg/m <sup>3</sup> )	1290.13	1282.36	1287.61
<b>Peso Unitario Prom. (kg/m<sup>3</sup>)</b>	1286.70		
Corrección por Humedad	1283.93		
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO</b>			
<b>ENSAYO N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Peso de molde (gr)	2800.60	2800.60	2800.60
Peso de molde + muestra (gr)	11860.90	11925.10	11576.20
Peso de muestra (gr)	9060.30	9124.50	8775.60
Volumen de molde (cm <sup>3</sup> )	6100.00	6100.00	6100.00
Peso Unitario (kg/m <sup>3</sup> )	1485.30	1495.82	1438.62
<b>Peso Unitario Prom. (kg/m<sup>3</sup>)</b>	1473.25		
Corrección por Humedad	1470.08		

CAMPUS CHIMBOTE  
Av. Central Mz. H Lt. 1  
Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



**Mg. Erika Magaly Mozo Castañeda**  
Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil



**Lener Hamilton Yáñez Vásquez**  
TÉCNICO DE LABORATORIO



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe





<b>PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO</b>			
<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES</b>			
<b>PROYECTO :</b> "PROPIEDADES FISICO MECANICAS DEL LADRILLO DE CONCRETO AL SUSTITUIR EL CEMENTO POR CENIZAS DE ACERRIN EN UN 10 %, 15% Y 20%"			
<b>CANTERA :</b>	LA CUMBRE	<b>ALUMNOS :</b>	RODRIGUEZ MORALES YOEL - IBAÑEZ NECIOSUP CELESTE STEFANI
<b>MATERIAL :</b>	ARENA GRUESA		
<b>FECHA :</b>	OCTUBRE		
<b>PESO UNITARIO SUELTO</b>			
ENSAYO N°	1	2	3
Peso de molde (gr)	2330	2330	2330
Peso de molde + muestra (gr)	7675.10	7599.4	7625.2
Peso de muestra (gr)	5345.10	5269.4	5295.2
Volumen de molde (cm3)	3265.92	3266.92	3267.92
Peso Unitario (kg/m3)	1636.63	1612.96	1620.36
<b>Peso Unitario Prom. (kg/m3)</b>	1623.31		
Corrección por Humedad	1619.82		
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO</b>			
ENSAYO N°	1	2	3
Peso de molde (gr)	2330	2330	2330
Peso de molde + muestra (gr)	8181	8219	8143.3
Peso de muestra (gr)	5851	5889	5813.3
Volumen de molde (cm3)	3265.92	3266.92	3266.92
Peso Unitario (kg/m3)	1791.53	1802.62	1779.44
<b>Peso Unitario Prom. (kg/m3)</b>	1791.20		
Corrección por Humedad	1787.34		







UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO**

(MTC E-206, ASTM C-127)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

**PROYECTO :** "PROPIEDADES FISICO MECANICAS DEL LADRILLO DE CONCRETO AL SUSTITUIR EL CEMENTO POR CENIZAS DE ACERRIN EN UN 10 %, 15% Y 20%"

**CANTERA :** LA CARBONERA

**ALUMNOS :** RODRIGUEZ MORALES YOEL -  
IBÁÑEZ NECIOSUP CELESTE STEFANI

**MATERIAL :** PIEDRA CHANCADA

**FECHA :** OCTUBRE

ENSAYO N°	1	2
A Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	1980.3	1980.3
B Peso de material saturado superficialmente seco (agua)	1268.3	1268.3
C Volumen de masa + volumen de vacios (A-B)	712	712
D Peso de material seco en estufa	1979.70	1979.70
E Volumen de masa (C-(A-D))	711.4	711.4
F P.e. Bulk (Base Seca) D/C	2.78	2.78
G P.e. Bulk (Base Saturada) A/C	2.78	2.78
H P.e. Aparente (Base Seca) D/E	2.78	2.78
I Absorción (%) ((A-D)/A)x100	0.03	0.03

P.e. Bulk (Base Seca) : 2.78  
P.e. Bulk (Base Saturada) : 2.78  
P.e. Aparente (Base Seca) : 2.78  
Absorción (%) : 0.03

CAMPUS CHIMBOTE

Av. Central Mz. H Lt. 1

Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote

Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



**Mg. Erika Magaly Mozo Castañeda**  
Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil



f-71



fb/ucv.peru

@ucv\_peru

#saliradelante

ucv.edu.pe



<b>GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO</b> ( MTC E-205, ASTM C-128)			
<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES</b>			
<b>PROYECTO :</b>	"PROPIEDADES FISICO MECANICAS DEL LADRILLO DE CONCRETO AL SUSTITUIR EL CEMENTO POR CENIZAS DE ACERRIN EN UN 10 %, 15% Y 20%"		
<b>CANTERA :</b>	LA CUMBRE	<b>ALUMNOS :</b> RODRIGUEZ MORALES YOEL - IBAÑEZ NECIOSUP CELESTE STEFANI	
<b>MATERIAL :</b>	ARENA GRUESA		
<b>FECHA :</b>	OCTUBRE		
ENSAYO N°	1	2	
A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire) (gr)	500.00	496.90
B	Peso de picnometro + agua (gr)	1276.50	1244.70
C	Volumen de masa + volumen de vacios (A+B) (cm3)	1776.50	1741.60
D	Peso del picnometro + agua + material (gr)	1597.40	1563.60
E	Volumen de masa + volumen de vacios (C-D)	179.10	178.00
F	Peso de material seco en estufa (gr)	489.80	488.10
G	Volumen de masa (E-(A-F))	168.90	169.20
H	P.e. Bulk (Base Seca) F/E	2.73	2.74
I	P.e. Bulk (Base Saturada) A/E	2.79	2.79
J	P.e. Aparente (Base Seca) F/E	2.73	2.74
K	Absorción (%) ((A-F/F)x100)	2.08	1.80
<b>P.e. Bulk (Base Seca) : 2.74</b> <b>P.e. Bulk (Base Saturada) : 2.79</b> <b>P.e. Aparente (Base Seca) : 2.74</b> <b>Absorción (%) : 1.94</b>			

CAMPUS CHIMBOTE

Av. Central Mz. H Lt. 1  
Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



**Mg. Erika Magaly Mozo Castañeda**  
Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil



**Lener Hamilton Vázquez**  
TECNICO DE LABORATORIO



#saliradelante  
@ucv\_peru  
ucv.edu.pe







2.2.- Selección del Tamaño Maximo Nominal : 3/8"  
De acuerdo a la granulometría del agregado grueso le corresponde un tamaño maximo nominal de **3/8"**

2.3.- Selección del Asentamiento : 3" a 4"  
De acuerdo a las especificaciones, las condiciones requieren que la mezcla tenga una consistencia plastica, a la que corresponde un asentamiento de **3" a 4"**

2.4.- Volumen Unitario de Agua : 228 lt/m³  
Para una mezcla de concreto con asentamiento de 3" a 4", sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño nominal de 3/8", el volumen unitario de agua es **228 lt/m³**

2.5.- Contenido de Aire : 3.0 %  
Se determina el contenido de aire atrapado para agregado grueso de tamaño maximo nominal de **3/8"** es de **3 %**

2.6.- Relación Agua - Cemento a/c : 0.620  
Para una resistencia de diseñc f'c : 250 kg/cm², sin aire incorporado, la relacion agua - cemento es de 0.620

$$\begin{array}{l} 200 \longrightarrow 0.70 \\ 250 \longrightarrow x \\ 250 \longrightarrow 0.62 \end{array} \Rightarrow = \frac{250}{250} \cdot \frac{200}{200} = \frac{x}{0.62} \cdot \frac{0.70}{0.70} = \mathbf{0.620}$$

2.7.- Factor Cemento : **367.74 kg/m³**

El Factor cemento sera :  $\frac{\text{Volumen Unitario de Agua}}{\text{Relacion Agua - Cemento}}$

$$228 \text{ lt/m}^3 \cdot \frac{\text{Cemento}}{0.620 \text{ lt/kg}} = 367.74 \text{ kg/m}^3 \cdot \frac{\text{Cemento en bolsas}}{42.5 \text{ kg}} : 8.65 \text{ bis/m}^3$$

2.8.- Contenido del Agregado Grueso : 646.75 kg/m³

Modulo de Fineza de 3.01 y tamaño maximo nominal de 3/8" se obtiene un volumen de agregado Grueso Compactado de 0.439 m³ de agregado.

$$\begin{array}{l} 3.00 \longrightarrow 0.44 \\ 3.01 \longrightarrow x \\ 3.20 \longrightarrow 0.42 \end{array} \Rightarrow = \frac{3.01}{3.20} \cdot \frac{3.00}{3.00} = \frac{x}{0.44} \cdot \frac{0.44}{0.42} = \mathbf{0.439 \text{ m}^3}$$

$$\text{Peso del agregado Grueso} = \text{Vol. De agregado Grueso Compactado} \times \text{Peso Unitario Seco Compactado} \\ = 0.439 \times 1473.25 = \mathbf{646.75 \text{ kg/m}^3}$$

2.9.- Volumenes Absolutos

Cemento	:	367.74	x	0.001	/	2.96	=	0.124
Agua	:	228.00	x	0.001	/	1.00	=	0.228
Aire	:	3.00	/	100.00			=	0.030
Agregado Grueso	:	646.75	x	0.001	/	2.78	=	0.233
								<b>0.615 m³</b>

CAMPUS CHIMBOTE

Av. Central Mz. H Lt. 1  
Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



Mg. Erika Magaly Mozo Castañeda  
Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil



Lener Hamilton  
TÉCNICO DE LABORATORIO



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



2.9.-Contenido de Agregado Fino

$$\begin{aligned} \text{Vol. Absoluto. De Agregado Fino} & : 1 \text{ m}^3 - 0.609 \text{ m}^3 = 0.391 \text{ m}^3 \\ \text{Peso del Agregado Fino} & : \\ 0.391 \text{ m}^3 \times 2.740 \text{ cm}^3/\text{gr} \times \frac{1.00 \text{ kg}}{1000 \text{ gr}} \times 1000000.00 \text{ cm}^3/\text{m}^3 & = \boxed{1073 \text{ kg/m}^3} \end{aligned}$$

2.10.- Valores de Diseño

Cantidad de material a ser empleado seran:

Cemento	:	367.74	kg/m <sup>3</sup>
Agua	:	228.00	lt/m <sup>3</sup>
Agregado Fino Seco	:	1072.68	kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso Seco	:	646.75	kg/m <sup>3</sup>

2.11.- Corrección por Humedad

Corregimos por humedad del Agregados a fin de obtener los valores a ser usados en obra.

Peso Humedo del agregado:

$$\begin{aligned} \text{Agregado Fino} & : 1072.7 \times ( 1 + W \% ) = 1075.04 \text{ kg/m}^3 \\ & : 1072.7 \times ( 1 + 0.0022 ) \\ \text{Agregado Grueso} & : 646.8 \times ( 1 + W \% ) = 659.17 \text{ kg/m}^3 \\ & : 646.8 \times ( 1 + 0.0192 ) \end{aligned}$$

\* humedad superficial del agregado

$$\begin{aligned} \text{Agregado Fino} & : W \% - \text{Abs \%} = -1.72 \% \\ & : 0.22 - 1.94 \\ \text{Agregado Grueso} & : W \% - \text{Abs \%} = 1.89 \% \\ & : 1.92 - 0.03 \end{aligned}$$

\* Aporte de humedad de los agregados

$$\begin{aligned} \text{Agregado Fino} & : 1075.04 \text{ kg/m}^3 \times ( -0.0172 ) = -18.49 \text{ lt/m}^3 \\ \text{Agregado Grueso} & : 659.17 \text{ kg/m}^3 \times ( 0.0189 ) = 12.22 \text{ lt/m}^3 \\ & : -6.27 \text{ lt/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{* Agua efectiva} & : 228.00 \text{ lt/m}^3 - ( -6.27 \text{ lt/m}^3 ) = 234.27 \text{ lt/m}^3 \\ & : \frac{234.27 \text{ lt/m}^3}{\text{Cemento en bolsas}} = 8.65 \text{ bls/m}^3 \\ & : 27.07 \text{ lt/bls} \end{aligned}$$

2.12.- Valores de Diseño Corregidos

Cemento	:	367.74 kg/m <sup>3</sup>	=	8.65 bls/m <sup>3</sup>
Agua	:	234.27 lt/m <sup>3</sup>	=	27.07 lt/bls
Agregado Fino Seco	:	1075.04 kg/m <sup>3</sup>		
Agregado Grueso Seco	:	659.17 kg/m <sup>3</sup>		





# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## 2.13.- Proporción en Peso

Cemento	Arena	Piedra	Agua	
$\frac{367.74}{367.74}$ ;	$\frac{1075.04}{367.74}$ ;	$\frac{659.17}{367.74}$ ;	27.07 lt/saco	→

1	;	2.92	;	1.79	;	27.07 lt/saco
---	---	------	---	------	---	---------------

## 17.-Cantidad de Material por tanda de 1 saco de cemento

Cemento	:	1	x	42.5	=	42.5 kg/saco
Agua	:	27.07	x	1.00	=	27.1 lt/saco
Agregado Fino Seco	:	2.92	x	42.5	=	124.2 kg/saco
Agregado Grueso Seco	:	1.79	x	42.5	=	76.2 kg/saco

## 2.14.- Proporción en Volumen

Agregado Fino	:	1619.8 x (	1 +	W %	)	
		1619.8 x (	1 +	0.0022	) =	1623.38 kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	:	1286.7 x (	1 +	W %	)	
		1286.7 x (	1 +	0.0192	) =	1311.40 kg/m <sup>3</sup>

### \* Peso por Pie<sup>3</sup>

Agregado Fino	:	1623.38	kg/m <sup>3</sup>	x	35.3147 m <sup>3</sup> /pie <sup>3</sup>	=	45.97 kg/pie <sup>3</sup>
Agregado Grueso	:	1311.40	kg/m <sup>3</sup>	x	35.3147 m <sup>3</sup> /pie <sup>3</sup>	=	37.13 kg/pie <sup>3</sup>

### \* Dosificación en Volumen

Cemento	:	1	x	$\frac{42.5}{42.5}$	=	1 Pie <sup>3</sup>
Agregado Fino	:	2.92	x	$\frac{42.5}{45.97}$	=	2.70 Pie <sup>3</sup>
Agregado Grueso	:	1.79	x	$\frac{42.5}{37.13}$	=	2.05 Pie <sup>3</sup>

1	;	2.70	;	2.05	;	27.07 lt/pie <sup>3</sup>
---	---	------	---	------	---	---------------------------

CAMPUS CHIMBOTE

Av. Central Mz. H Lt. 1  
Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



**Mg. Erika Magaly Mozo Castañeda**  
Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil



**Lener Hamilton Villanueva Vásquez**  
TÉCNICO DE LABORATORIO



fb/ucv.peru

@ucv\_peru

#saliradelante

ucv.edu.pe





**DISEÑO DE MEZCLA**

(MÉTODO A.C.I.)

**SOLICITA** : RODRIGUEZ MORALES YOEL - IBAÑEZ NECIOSUP CELESTE STEFANI  
**TESIS** : PROPIEDADES FISICO MECANICAS DEL LADRILLO DE CONCRETO AL SUSTITUIR EL CEMENTO POR CENIZAS DE ACERRIN EN UN 10 %, 15% Y 20%  
**LUGAR** : NUEVO CHIMBOTE  
**FECHA** : OCTUBRE  
**MUESTRA** : 85% CEMENTO Y 15% CENIZA

**I.- ESPECIFICACIONES**

\* La selección de las proporciones se harán empleando el método del A.C.I.  
 \* La resistencia de diseño especificada a los 28 días es de  $f'c =$

180 kg/cm<sup>2</sup>

**1.2.- Materiales**

**a.- Cemento Portland**

Tipo

P. Especifico

:

1
2.963

0

**b.- Agua**

Tipo

P. Especifico

:

Potable de la Zona
1

**c.- Agregado Fino**

P. Especifico de la masa

Peso Unitario Seco Suelto

Peso Unitario Seco Compactado

Contenido de humedad

Absorción

Modulo de fineza

:

<b>LA CUMBRE</b>	
2.740	
1619.82	kg/m <sup>3</sup>
1787.34	kg/m <sup>3</sup>
0.22	%
1.94	%
3.01	

**d.- Agregado Grueso**

Tamaño maximo nominal

P. Especifico de la masa

Peso Unitario Seco Suelto

Peso Unitario Seco Compactado

Contenido de humedad

Absorción

Modulo de fineza

:

**LA CARBONERA**

3/8"	
2.78	
1286.70	kg/m <sup>3</sup>
1473.25	kg/m <sup>3</sup>
1.92	%
0.03	%
7.26	

**II.- SECUENCIA DE DISEÑO**

**2.1.- Determinación de Resistencia Promedio**

Dado a que ni se conoce el valor de la desviación estandar, entonces según la norma ININVI se tiene: ( Ver Tabla N° 01).

$$f'c : f'c + f'cr$$

$$f'c : 180 + 70 = \boxed{250 \text{ kg/cm}^2}$$

CAMPUS CHIMBOTE

Av. Central Mz. H Lt. 1  
 Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote  
 Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



**Mg. Erika Magaly Mozo Castañeda**  
 Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil



**Lener Hamilton Villanueva Vésquez**  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



fb/ucv.peru  
 @ucv\_peru  
 #saliradelante  
 ucv.edu.pe



2.2.- Selección del Tamaño Maximo Nominal : 3/8"
De acuerdo a la granulometria del agregado grueso le corresponde un tamaño maximo nominal 3/8"

2.3.- Selección del Asentamiento : 3" a 4"
De acuerdo a las especificaciones, las condiciones requieren que la mezcla tenga una consistencia plastica, a la que corresponde un asentamiento de 3" a 4"

2.4.- Volumen Unitario de Agua : 228 lt/m³
Para una mezcla de concreto con asentamiento de 3" a 4", sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño nominal de 3/8", el volumen unitario de agua es 228 lt/m³

2.5.- Contenido de Aire : 3.0 %
Se determina el contenido de aire atrapado para agregado grueso de tamaño maximo nominal de 3/8" es de 3 %

2.6.- Relación Agua - Cemento a/c : 0.620
Para una resistencia de diseño f'c: 250 kg/cm², sin aire incorporado, la relacion agua - cemento es de 0.620

Handwritten calculation for water-cement ratio: 200/0.70 = 250/x = 250/0.62 = x/0.70, resulting in x = 0.620

2.7.- Factor Cemento : 367.74 kg/m³

El Factor cemento sera : Volumen Unitario de Agua / Relacion Agua - Cemento

Handwritten calculation for cement factor: 228 lt/m³ / 0.620 lt/kg = 367.74 kg/m³

2.8.- Contenido del Agregado Grueso : 646.75 kg/m³

Modulo de Fineza de 3.01 y tamaño maximo nominal de 3/8" se obtiene un volumen de agregado Grueso Compactado de 0.439 m³ de agregado.

Handwritten calculation for aggregate volume: 3.00/0.44 = 3.01/x = 3.20/0.42 = x/0.42, resulting in x = 0.439 m³

Handwritten calculation for aggregate weight: 0.439 x 1473.25 = 646.75 kg/m³

2.9.- Volúmenes Absolutos

Table listing absolute volumes for Cemento (0.117), Agua (0.228), Aire (0.030), and Agregado Grueso (0.233), totaling 0.608 m³.





**2.9.-Contenido de Agregado Fino**

$$\begin{array}{l} \text{Vol. Absoluto. De Agregado Fino} \\ \text{Peso del Agregado Fino} \end{array} : : 1 \text{ m}^3 - 0.615 \text{ m}^3 = 0.385 \text{ m}^3$$

$$0.385 \text{ m}^3 \times 2.740 \text{ cm}^3/\text{gr} \times \frac{1.00 \text{ kg}}{1000 \text{ gr}} \times 1000000.00 \text{ cm}^3/\text{m}^3 = \boxed{1056 \text{ kg/m}^3}$$

**2.10.- Valores de Diseño**

Cantidad de material a ser empleado seran:

Cemento	:	367.74	kg/m <sup>3</sup>
Agua	:	228.00	lt/m <sup>3</sup>
Agregado Fino Seco	:	1055.57	kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso Seco	:	646.75	kg/m <sup>3</sup>

**2.11.- Corrección por Humedad**

Corregimos por humedad del Agregados a fin de obtener los valores a ser usados en obra.

Peso Humedo del agregado:

Agregado Fino	:	1055.6 x ( 1 + W % )	=	1057.89 kg/m <sup>3</sup>
		1055.6 x ( 1 + 0.0022 )		
Agregado Grueso	:	646.8 x ( 1 + W % )	=	659.17 kg/m <sup>3</sup>
		646.8 x ( 1 + 0.0192 )		

**\* humedad superficial del agregado**

Agregado Fino	:	W % - Abs %	=	-1.72 %
		0.22 - 1.94		
Agregado Grueso	:	W % - Abs %	=	1.89 %
		1.92 - 0.03		

**\* Aporte de humedad de los agregados**

Agregado Fino	:	1057.89 kg/m <sup>3</sup> x ( -0.0172 )	=	-18.20 lt/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	:	659.17 kg/m <sup>3</sup> x ( 0.0189 )	=	12.22 lt/m <sup>3</sup>
				-5.97 lt/m <sup>3</sup>

* Agua efectiva	:	228.00 lt/m <sup>3</sup> - ( -5.97 lt/m <sup>3</sup> )	=	233.97 lt/m <sup>3</sup>
		<u>Cemento en bolsas</u>		
		233.97 lt/m <sup>3</sup> / 27.04 bls/m <sup>3</sup>	=	8.65 bls/m <sup>3</sup>

**2.12.- Valores de Diseño Corregidos**

Cemento	:	367.74 kg/m <sup>3</sup>	=	8.65 bls/m <sup>3</sup>
Agua	:	233.97 lt/m <sup>3</sup>	=	27.04 lt/bls
Agregado Fino Seco	:	1057.89 kg/m <sup>3</sup>		
Agregado Grueso Seco	:	659.17 kg/m <sup>3</sup>		

CAMPUS CHIMBOTE

Av. Central Mz. H Lt. 1

Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote

Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



**Mg. Erika Magaly Mozo Castañeda**  
Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil



Luz Hamilton Velásquez Vásquez  
LABORATORIO DE LABORATORIO



ucv.edu.pe  
#saliradelante



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## 2.13.- Proporción en Peso

Cemento	Arena	Piedra	Agua	
$\frac{367.74}{367.74}$ ;	$\frac{1098.87}{367.74}$ ;	$\frac{659.17}{367.74}$ ;	27.12 lt/saco	→

1	;	2.99	;	1.79	;	27.12 lt/saco
---	---	------	---	------	---	---------------

## 17.-Cantidad de Material por tanda de 1 saco de cemento

Cemento	:	1	x	42.5	=	42.5 kg/saco
Agua	:	27.12	x	1.00	=	27.1 lt/saco
Agregado Fino Seco	:	2.99	x	42.5	=	127.0 kg/saco
Agregado Grueso Seco	:	1.79	x	42.5	=	76.2 kg/saco

## 2.14.- Proporción en Volumen

Agregado Fino	:	1619.8 x (	1	+	W %	)	
		1619.8 x (	1	+	0.0022	) =	1623.38 kg/m <sup>3</sup>

Agregado Grueso	:	1286.7 x (	1	+	W %	)	
		1286.7 x (	1	+	0.0192	) =	1311.40 kg/m <sup>3</sup>

### \* Peso por Pie<sup>3</sup>

Agregado Fino	:	1623.38	kg/m <sup>3</sup>	x	35.3147 m <sup>3</sup> /pie <sup>3</sup>	=	45.97 kg/pie <sup>3</sup>
Agregado Grueso	:	1311.40	kg/m <sup>3</sup>	x	35.3147 m <sup>3</sup> /pie <sup>3</sup>	=	37.13 kg/pie <sup>3</sup>

### \* Dosificación en Volumen

Cemento	:	1	x	$\frac{42.5}{42.5}$	=	1 Pie <sup>3</sup>
Agregado Fino	:	2.99	x	$\frac{42.5}{45.97}$	=	2.76 Pie <sup>3</sup>
Agregado Grueso	:	1.79	x	$\frac{42.5}{37.13}$	=	2.05 Pie <sup>3</sup>

1	;	2.76	;	2.05	;	27.12 lt/pie <sup>3</sup>
---	---	------	---	------	---	---------------------------

### CAMPUS CHIMBOTE

Av. Central Mz. H Lt. 1  
 Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote  
 Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



**Mg. Erika Magaly Mozo Castañeda**  
 Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil



Dr. Hamilton Villanueva Vésquez  
 LABORATORIO



fb/ucv.peru  
 @ucv\_peru  
 #saliradelante  
 ucv.edu.pe



**DISEÑO DE MEZCLA**

(MÉTODO A.C.I.)

**SOLICITA** : RODRIGUEZ MORALES YOEL - IBAÑEZ NECIOSUP CELESTE STEFANI  
**TESIS** : PROPIEDADES FISICO MECANICAS DEL LADRILLO DE CONCRETO AL SUSTITUIR EL CEMENTO POR CENIZAS DE ACERRIN EN UN 10 %, 15% Y 20%  
**LUGAR** : NUEVO CHIMBOTE  
**FECHA** : OCTUBRE  
**MUESTRA** : 80% CEMENTO Y 20% CENIZA

**I.- ESPECIFICACIONES ,**

\* La selección de las proporciones se haran empleando el método del A.C.I.

\* La resistencia de diseño especificada a los 28 días es de  $f'c = 180 \text{ kg/cm}^2$

**1.2.- Materiales**

**a.- Cemento Portland**

Tipo	:	1	0
P. Especifico	:	3.137	

**b.- Agua**

Tipo	:	Potable de la Zona
P. Especifico	:	1

**c.- Agregado Fino**

		<b>LA CUMBRE</b>	
P. Especifico de la masa	:	2.740	
Peso Unitario Seco Suelto	:	1619.82	kg/m <sup>3</sup>
Peso Unitario Seco Compactado	:	1787.34	kg/m <sup>3</sup>
Contenido de humedad	:	0.22	%
Absorcion	:	1.94	%
Modulo de fineza	:	3.01	

**d.- Agregado Grueso**

		<b>LA CARBONERA</b>	
Tamaño maximo nominal	:	3/8"	
P. Especifico de la masa	:	2.78	
Peso Unitario Seco Suelto	:	1286.70	kg/m <sup>3</sup>
Peso Unitario Seco Compactado	:	1473.25	kg/m <sup>3</sup>
Contenido de humedad	:	1.92	%
Absorcion	:	0.03	%
Modulo de fineza	:	7.26	

**II.- SECUENCIA DE DISEÑO**

**2.1.- Determinacion de Resistencia Promedio**

Dado a que ni se conoce el valor de la desviacion estandar, entonces según la norma ININVI se tiene:

$$f'c : f'c + f'cr = 180 + 70 = 250 \text{ kg/cm}^2$$

CAMPUS CHIMBOTE  
Av. Central Mz. H Lt. 1  
Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



**Mg. Erika Magaly Mozo Castañeda**  
Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil



Ingeniero Hamilton Vique  
TECNICO DE LABORATORIO



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#Saliradelante  
ucv.edu.pe





# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**2.2.- Selección del Tamaño Maximo Nominal** : 3/8"  
 De acuerdo a la granulometria del agregado grueso le corresponde un tamaño maximo nominal **3/8"**

**2.3.- Selección del Asentamiento** : 3" a 4"  
 De acuerdo a las especificaciones, las condiciones requieren que la mezcla tenga una consistencia plastica, a la que corresponde un asentamiento de **3" a 4"**

**2.4.- Volumen Unitario de Agua** : 228 lt/m<sup>3</sup>  
 Para una mezcla de concreto con asentamiento de 3" a 4", sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño nominal de 3/8", el volumen unitario de agua es **228 lt/m<sup>3</sup>**

**2.5.- Contenido de Aire** : 3.0 %  
 Se determina el contenido de aire atrapado para agregado grueso de tamaño maximo nominal de **3/8"** es de **3 %**

**2.6.- Relación Agua - Cemento a/c** : 0.620  
 Para una resistencia de diseñ  $f'c$  : 250 kg/cm<sup>2</sup>, sin aire incorporado, la relacion agua - cemento es de **0.620**

$$\begin{array}{l} 200 \longrightarrow 0.70 \\ 250 \longrightarrow x \\ 250 \longrightarrow 0.62 \end{array} \Rightarrow = \frac{250 - 200}{250 - 200} = \frac{x - 0.70}{0.62 - 0.70} = \mathbf{0.620}$$

**2.7.- Factor Cemento** : **367.74 kg/m<sup>3</sup>**

El Factor cemento sera :  $\frac{\text{Volumen Unitario de Agua}}{\text{Relacion Agua - Cemento}}$

$$228 \text{ lt/m}^3 \xrightarrow{\text{Cemento}} 0.620 \text{ lt/kg} = 367.74 \text{ kg/m}^3 \xrightarrow{\text{Cemento en bolsas}} 42.5 \text{ kg} : 8.65 \text{ bls/m}^3$$

**2.8.- Contenido del Agregado Grueso** : **646.75 kg/m<sup>3</sup>**

Modulo de Fineza de 3.01 y tamaño maximo nominal de 3/8" se obtiene un volumen de agregado Grueso Compactado de **0.439 m<sup>3</sup>** de agregado.

$$\begin{array}{l} 3.00 \longrightarrow 0.44 \\ 3.01 \longrightarrow x \\ 3.20 \longrightarrow 0.42 \end{array} \Rightarrow = \frac{3.01 - 3.00}{3.20 - 3.00} = \frac{x - 0.44}{0.44 - 0.42} = \mathbf{0.439 \text{ m}^3}$$

Peso del agregado Grueso = Vol. De agregado Grueso Compactado x Peso Unitario Seco Compactado  
 = 0.439 x 1473.25 = **646.75 kg/m<sup>3</sup>**

**2.9.- Volumenes Absolutos**

Cemento	:	367.74	x	0.001	/	2.96	=	0.124
Agua	:	228.00	x	0.001	/	1.00	=	0.228
Aire	:	3.00	/	100.00			=	0.030
Agregado Grueso	:	646.75	x	0.001	/	2.78	=	0.233
								<b>0.615 m<sup>3</sup></b>

CAMPUS CHIMBOTE  
 Av. Central Mz. H Lt. 1  
 Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote  
 Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



**Mg. Erika Magaly Mozo Castañeda**  
 Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil



Lener Hamilton Vilanova Vásquez  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



fb/ucv\_peru  
 @ucv\_peru  
 #saliradelante  
 ucv.edu.pe



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## 2.9.-Contenido de Agregado Fino

$$\begin{aligned} \text{Vol. Absoluto. De Agregado Fino} & : & 1 \text{ m}^3 & - & 0.615 \text{ m}^3 & = & 0.385 \text{ m}^3 \\ \text{Peso del Agregado Fino} & : & & & & & \\ \\ 0.385 \text{ m}^3 \times 2.740 \text{ cm}^3/\text{gr} \times \frac{1.00 \text{ kg/gr}}{1000} \times 1000000.00 \text{ cm}^3/\text{m}^3 & = & & & & & \boxed{1056 \text{ kg/m}^3} \end{aligned}$$

## 2.10.- Valores de Diseño

Cantidad de material a ser empleado seran:

Cemento	:	367.74	kg/m <sup>3</sup>
Agua	:	228.00	lt/m <sup>3</sup>
Agregado Fino Seco	:	1055.57	kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso Seco	:	646.75	kg/m <sup>3</sup>

## 2.11.- Corrección por Humedad

Corregimos por humedad del Agregados a fin de obtener los valores a ser usados en obra.

Peso Humedo del agregado:

$$\begin{aligned} \text{Agregado Fino} & : & 1055.6 \times ( & 1 & + & W \% & ) \\ & & 1055.6 \times ( & 1 & + & 0.0022 & ) = & 1057.89 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Agregado Grueso} & : & 646.8 \times ( & 1 & + & W \% & ) \\ & & 646.8 \times ( & 1 & + & 0.0192 & ) = & 659.17 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

\* humedad superficial del agregado

$$\begin{aligned} \text{Agregado Fino} & : & W \% & - & \text{Abs \%} \\ & & 0.22 & - & 1.94 & = & -1.72 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Agregado Grueso} & : & W \% & - & \text{Abs \%} \\ & & 1.92 & - & 0.03 & = & 1.89 \% \end{aligned}$$

\* Aporte de humedad de los agregados

$$\begin{aligned} \text{Agregado Fino} & : & 1057.89 \text{ kg/m}^3 \times ( & -0.0172 & ) & = & -18.20 \text{ lt/m}^3 \\ \text{Agregado Grueso} & : & 659.17 \text{ kg/m}^3 \times ( & 0.0189 & ) & = & 12.22 \text{ lt/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} * \text{ Agua efectiva} & : & 228.00 \text{ lt/m}^3 & - & ( & -5.97 \text{ lt/m}^3 & ) & = & 233.97 \text{ lt/m}^3 \\ & & & & \text{Cemento en bolsas} & & & & \\ & & & & 233.97 \text{ lt/m}^3 & / & 8.65 \text{ bls/m}^3 & = & 27.04 \text{ lt/bls} \end{aligned}$$

## 2.12.- Valores de Diseño Corregidos

Cemento	:	367.74 kg/m <sup>3</sup>	=	8.65 bls/m <sup>3</sup>
Agua	:	233.97 lt/m <sup>3</sup>	=	27.04 lt/bls
Agregado Fino Seco	:	1057.89 kg/m <sup>3</sup>		
Agregado Grueso Seco	:	659.17 kg/m <sup>3</sup>		

CAMPUS CHIMBOTE

Av. Central Mz. H Lt. 1

Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote

Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



Mg. Erika Magaly Mozo Castañeda

Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil



Luz Hamilton Valenzuela Vésquez  
LABORATORIO DE LABORATORIO



fb/ucv\_peru

@ucv\_peru

#saliradelante

ucv.edu.pe



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## 2.13.- Proporción en Peso

Cemento	Arena	Piedra	Agua
$\frac{367.74}{367.74}$ ;	$\frac{1057.89}{367.74}$ ;	$\frac{659.17}{367.74}$ ;	27.04 lt/saco →

1	;	2.88	;	1.79	;	27.04 lt/saco
---	---	------	---	------	---	---------------

## 17.-Cantidad de Material por tanda de 1 saco de cemento

Cemento	:	1	x	42.5	=	42.5 kg/saco
Agua	:	27.04	x	1.00	=	27.0 lt/saco
Agregado Fino Seco	:	2.88	x	42.5	=	122.3 kg/saco
Agregado Grueso Seco	:	1.79	x	42.5	=	76.2 kg/saco

## 2.14.- Proporción en Volumen

Agregado Fino	:	1619.8 x (	1	+	W %	)	
		1619.8 x (	1	+	0.0022	) =	1623.38 kg/m <sup>3</sup>

Agregado Grueso	:	1286.7 x (	1	+	W %	)	
		1286.7 x (	1	+	0.0192	) =	1311.40 kg/m <sup>3</sup>

### \* Peso por Pie<sup>3</sup>

Agregado Fino	:	1623.38	kg/m <sup>3</sup>	x	35.3147 m <sup>3</sup> /pie <sup>3</sup>	=	45.97 kg/pie <sup>3</sup>
Agregado Grueso	:	1311.40	kg/m <sup>3</sup>	x	35.3147 m <sup>3</sup> /pie <sup>3</sup>	=	37.13 kg/pie <sup>3</sup>

### \* Dosificación en Volumen

Cemento	:	1	x	$\frac{42.5}{42.5}$	=	1 Pie <sup>3</sup>
Agregado Fino	:	2.88	x	$\frac{42.5}{45.97}$	=	2.66 Pie <sup>3</sup>
Agregado Grueso	:	1.79	x	$\frac{42.5}{37.13}$	=	2.05 Pie <sup>3</sup>

1	;	2.66	;	2.05	;	27.04 lt/pie <sup>3</sup>
---	---	------	---	------	---	---------------------------

CAMPUS CHIMBOTE  
 Av. Central Mz. H Lt. 1  
 Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote  
 Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



**Mg. Erika Magaly Mozo Castañeda**  
 Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil



**Lener Hamilton Villanueva Vásquez**  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



fb/ucv\_peru  
 @ucv\_peru  
 #saliradelante  
 ucv.edu.pe





**DISEÑO DE MEZCLA**

(MÉTODO A.C.I.)

**SOLICITA** : RODRIGUEZ MORALES YOEL - IBAÑEZ NECIOSUP CELESTE STEFANI  
**TESIS** : PROPIEDADES FISICO MECANICAS DEL LADRILLO DE CONCRETO AL SUSTITUIR EL CEMENTO POR CENIZAS DE ACERRIN EN UN 10 %, 15% Y 20%  
**LUGAR** : NUEVO CHIMBOTE  
**FECHA** : OCTUBRE  
**MUESTRA** : 80% CEMENTO Y 20% CENIZA

**I.- ESPECIFICACIONES**

\* La selección de las proporciones se haran empleando el método del A.C.I.

\* La resistencia de diseño especificada a los 28 días es de  $f'c = 180 \text{ kg/cm}^2$

**1.2.- Materiales**

**a.- Cemento Portland**

Tipo	:	I	0
P. Especifico	:	3.137	

**b.- Agua**

Tipo	:	Potable de la Zona
P. Especifico	:	1

**c.- Agregado Fino**

		<u>LA CUMBRE</u>	
P. Especifico de la masa	:	2.740	
Peso Unitario Seco Suelto	:	1619.82	kg/m <sup>3</sup>
Peso Unitario Seco Compactado	:	1787.34	kg/m <sup>3</sup>
Contenido de humedad	:	0.22	%
Absorcion	:	1.94	%
Modulo de fineza	:	3.01	

**d.- Agregado Grueso**

		<u>LA CARBONERA</u>	
Tamaño maximo nominal	:	3/8"	
P. Especifico de la masa	:	2.78	
Peso Unitario Seco Suelto	:	1286.70	kg/m <sup>3</sup>
Peso Unitario Seco Compactado	:	1473.25	kg/m <sup>3</sup>
Contenido de humedad	:	1.92	%
Absorcion	:	0.03	%
Modulo de fineza	:	7.26	

**II.- SECUENCIA DE DISEÑO**

**2.1.- Determinación de Resistencia Promedio**

Dado a que ni se conoce el valor de la desviacion estandar, entonces según la norma ININVI se tiene:

$$f'c : f'c + f'cr = 180 + 70 = 250 \text{ kg/cm}^2$$

**CAMPUS CHIMBOTE**  
 Av. Central Mz. H Lt. 1  
 Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote  
 Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



**Mg. Erika Magaly Mozo Castañeda**  
 Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil



Gener Hamilton Vela Vésquez  
 EQUIPO DE LABORATORIO



fb/ucv.peru  
 @ucv\_peru  
 #Saliradelante  
 ucv.edu.pe



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**2.2.- Selección del Tamaño Máximo Nominal** : 3/8"  
 De acuerdo a la granulometría del agregado grueso le corresponde un tamaño máximo nominal de **3/8"**

**2.3.- Selección del Asentamiento** : 3" a 4"  
 De acuerdo a las especificaciones, las condiciones requieren que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de **3" a 4"**

**2.4.- Volumen Unitario de Agua** : 228 lt/m<sup>3</sup>  
 Para una mezcla de concreto con asentamiento de 3" a 4", sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño nominal de 3/8", el volumen unitario de agua es **228 lt/m<sup>3</sup>**

**2.5.- Contenido de Aire** : 3.0 %  
 Se determina el contenido de aire atrapado para agregado grueso de tamaño máximo nominal de **3/8"** es de **3 %**

**2.6.- Relación Agua - Cemento a/c** : 0.620  
 Para una resistencia de diseño f'c : 250 kg/cm<sup>2</sup>, sin aire incorporado, la relación agua - cemento es de **0.620**

$$\begin{array}{l} 200 \longrightarrow 0.70 \\ 250 \longrightarrow x \\ 250 \longrightarrow 0.62 \end{array} \Rightarrow = \frac{250 - 200}{250 - 200} = \frac{x - 0.70}{0.62 - 0.70} = \boxed{0.620}$$

**2.7.- Factor Cemento** : **367.74 kg/m<sup>3</sup>**

El Factor cemento sera :  $\frac{\text{Volumen Unitario de Agua}}{\text{Relacion Agua - Cemento}}$

$$228 \text{ lt/m}^3 \xrightarrow{\text{Cemento}} 0.620 \text{ lt/kg} = 367.74 \text{ kg/m}^3 \xrightarrow{\text{Cemento en bolsas}} 42.5 \text{ kg} : 8.65 \text{ bls/m}^3$$

**2.8.- Contenido del Agregado Grueso** : 646.75 kg/m<sup>3</sup>

Modulo de Fineza de 3.01 y tamaño máximo nominal de 3/8" se obtiene un volumen de agregado Grueso Compactado de **0.439 m<sup>3</sup>** de agregado.

$$\begin{array}{l} 3.00 \longrightarrow 0.44 \\ 3.01 \longrightarrow x \\ 3.20 \longrightarrow 0.42 \end{array} \Rightarrow = \frac{3.01 - 3.00}{3.20 - 3.00} = \frac{x - 0.44}{0.44 - 0.42} = \boxed{0.439 \text{ m}^3}$$

Peso del agregado Grueso = Vol. De agregado Grueso Compactado x Peso Unitario Seco Compactado  
 = 0.439 x 1473.25 = **646.75 kg/m<sup>3</sup>**

**2.9.- Volúmenes Absolutos**

Cemento	:	367.74	x	0.001	/	3.14	=	0.117
Agua	:	228.00	x	0.001	/	1.00	=	0.228
Aire	:	3.00	/	100.00			=	0.030
Agregado Grueso	:	646.75	x	0.001	/	2.78	=	0.233
								<b>0.608 m<sup>3</sup></b>

**CAMPUS CHIMBOTE**  
 Av. Central Mz. H Lt. 1  
 Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote  
 Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



**Mg. Erika Magaly Mozo Castañeda**  
 Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil



**Dr. Hamillo Villanueva Vésquez**  
 LABORATORIO



fb/ucv-peru  
 @ucv\_peru  
 #saliradelante  
 ucv.edu.pe





# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## 2.9.-Contenido de Agregado Fino

$$\begin{array}{l} \text{Vol. Absoluto. De Agregado Fino} \\ \text{Peso del Agregado Fino} \end{array} \quad : \quad 1 \text{ m}^3 \quad - \quad 0.608 \text{ m}^3 \quad = \quad 0.392 \text{ m}^3$$

$$0.392 \text{ m}^3 \times 2.740 \text{ cm}^3/\text{gr} \times \frac{1.00 \text{ kg}/\text{gr}}{1000} \times 1000000.00 \text{ cm}^3/\text{m}^3 = \boxed{1074 \text{ kg/m}^3}$$

## 2.10.- Valores de Diseño

Cantidad de material a ser empleado seran:

Cemento	:	367.74	kg/m <sup>3</sup>
Agua	:	228.00	lt/m <sup>3</sup>
Agregado Fino Seco	:	1074.43	kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso Seco	:	646.75	kg/m <sup>3</sup>

## 2.11.- Corrección por Humedad

Corregimos por humedad del Agregados a fin de obtener los valores a ser usados en obra.

Peso Humedo del agregado:

$$\begin{array}{l} \text{Agregado Fino} \\ \text{Agregado Fino} \end{array} \quad : \quad \begin{array}{l} 1074.4 \times ( 1 + W \% ) \\ 1074.4 \times ( 1 + 0.0022 ) \end{array} \quad = \quad 1076.79 \text{ kg/m}^3$$

$$\begin{array}{l} \text{Agregado Grueso} \\ \text{Agregado Grueso} \end{array} \quad : \quad \begin{array}{l} 646.8 \times ( 1 + W \% ) \\ 646.8 \times ( 1 + 0.0192 ) \end{array} \quad = \quad 659.17 \text{ kg/m}^3$$

### \* humedad superficial del agregado

$$\begin{array}{l} \text{Agregado Fino} \\ \text{Agregado Fino} \end{array} \quad : \quad \begin{array}{l} W \% - \text{Abs \%} \\ 0.22 - 1.94 \end{array} \quad = \quad -1.72 \%$$

$$\begin{array}{l} \text{Agregado Grueso} \\ \text{Agregado Grueso} \end{array} \quad : \quad \begin{array}{l} W \% - \text{Abs \%} \\ 1.92 - 0.03 \end{array} \quad = \quad 1.89 \%$$

### \* Aporte de humedad de los agregados

$$\begin{array}{l} \text{Agregado Fino} \\ \text{Agregado Grueso} \end{array} \quad : \quad \begin{array}{l} 1076.79 \text{ kg/m}^3 \times ( -0.0172 ) \\ 659.17 \text{ kg/m}^3 \times ( 0.0189 ) \end{array} \quad = \quad \begin{array}{l} -18.52 \text{ lt/m}^3 \\ 12.22 \text{ lt/m}^3 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{* Agua efectiva} \\ \text{* Agua efectiva} \end{array} \quad : \quad \begin{array}{l} 228.00 \text{ lt/m}^3 - ( -6.30 \text{ lt/m}^3 ) \\ 234.30 \text{ lt/m}^3 \end{array} \quad = \quad 234.30 \text{ lt/m}^3$$

$$\begin{array}{l} \text{Cemento en bolsas} \\ \text{Cemento en bolsas} \end{array} \quad : \quad \begin{array}{l} 234.30 \text{ lt/m}^3 \\ 8.65 \text{ bls/m}^3 \end{array} \quad = \quad 27.08 \text{ lt/bls}$$

## 2.12.- Valores de Diseño Corregidos

Cemento	:	367.74 kg/m <sup>3</sup>	=	8.65 bls/m <sup>3</sup>
Agua	:	234.30 lt/m <sup>3</sup>	=	27.08 lt/bls
Agregado Fino Seco	:	1076.79 kg/m <sup>3</sup>		
Agregado Grueso Seco	:	659.17 kg/m <sup>3</sup>		

CAMPUS CHIMBOTE

Av. Central Mz. H Lt. 1

Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote

Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



Mg Erika Magaly Mozo Castañeda  
Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil



f-f-l



fb/ucv.peru

@ucv\_peru

#saliradelante

ucv.edu.pe



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## 2.13.- Proporción en Peso

Cemento	Arena	Piedra	Agua
$\frac{367.74}{367.74}$ ;	$\frac{1076.79}{367.74}$ ;	$\frac{659.17}{367.74}$ ;	27.08 lt/saco →

1	;	2.93	;	1.79	;	27.08 lt/saco
---	---	------	---	------	---	---------------

## 17.-Cantidad de Material por tanda de 1 saco de cemento

Cemento	:	1	x	42.5	=	42.5 kg/saco
Agua	:	27.08	x	1.00	=	27.1 lt/saco
Agregado Fino Seco	:	2.93	x	42.5	=	124.4 kg/saco
Agregado Grueso Seco	:	1.79	x	42.5	=	76.2 kg/saco

## 2.14.- Proporción en Volumen

Agregado Fino :  $1619.8 \times ( 1 + W\% ) = 1623.38 \text{ kg/m}^3$   
 $1619.8 \times ( 1 + 0.0022 ) = 1623.38 \text{ kg/m}^3$

Agregado Grueso :  $1286.7 \times ( 1 + W\% ) = 1311.40 \text{ kg/m}^3$   
 $1286.7 \times ( 1 + 0.0192 ) = 1311.40 \text{ kg/m}^3$

### \* Peso por Pie<sup>3</sup>

Agregado Fino :  $1623.38 \text{ kg/m}^3 \times 35.3147 \text{ m}^3/\text{pie}^3 = 45.97 \text{ kg/pie}^3$   
 Agregado Grueso :  $1311.40 \text{ kg/m}^3 \times 35.3147 \text{ m}^3/\text{pie}^3 = 37.13 \text{ kg/pie}^3$

### \* Dosificación en Volumen

Cemento	:	1	x	$\frac{42.5}{42.5}$	=	1 Pie <sup>3</sup>
Agregado Fino	:	2.93	x	$\frac{42.5}{45.97}$	=	2.71 Pie <sup>3</sup>
Agregado Grueso	:	1.79	x	$\frac{42.5}{37.13}$	=	2.05 Pie <sup>3</sup>

1	;	2.71	;	2.05	;	27.08 lt/pie <sup>3</sup>
---	---	------	---	------	---	---------------------------

CAMPUS CHIMBOTE

Av. Central Mz. H Lt. 1  
 Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote  
 Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000



Mg. Erika Magaly Mozo Castañeda  
 Coordinadora de la Escuela de Ingeniería Civil



*P=f·f*

Hamilton Villanueva Vésquez  
 DE LABORATORIO



fb/ucv.peru  
 @ucv\_peru  
 #saliradelante  
 ucv.edu.pe

**ANEXO III**  
**NORMA**

**NORMA TÉCNICA E.070**  
**ALBAÑERÍA**

INDICE

<b>CAPÍTULO 1</b>	
ASPECTOS GENERALES.....	05
Artículo 1 ALCANCE.....	05
Artículo 2 <b>RESOLUCIÓN MINISTERIAL N° 011-2006-VIVIENDA</b> .....	06
<b>CAPÍTULO 2</b>	
DEFINICIONES Y NOMENCLATURA.....	08
Artículo 3 DEFINICIONES.....	08
Artículo 4 NOMENCLATURA.....	10
<b>CAPÍTULO 3</b>	
COMPONENTES DE LA ALBAÑILERÍA.....	13
Artículo 5 UNIDAD DE ALBAÑILERÍA.....	13
Artículo 6 MORTERO.....	15
Artículo 7 CONCRETO LÍQUIDO O GROUT.....	17
Artículo 8 ACEROS.....	19
Artículo 9 CONCRETO.....	19
<b>CAPÍTULO 4</b>	
PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCIÓN.....	20
Artículo 10 ESPECIFICACIONES GENERALES.....	20
Artículo 11 ALBAÑILERÍA CONFINADA.....	21
Artículo 12 ALBAÑILERÍA ARMADA.....	22
<b>CAPÍTULO 5</b>	
RESISTENCIA DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA.....	25
Artículo 13 ESPECIFICACIONES GENERALES.....	25
<b>CAPÍTULO 6</b>	
ESTRUCTURACIÓN.....	28
Artículo 14 ESTRUCTURA CON DIAFRAGMA RÍGIDO.....	28
Artículo 15 CONFIGURACIÓN DEL EDIFICIO.....	28
Artículo 16 OTRAS CONFIGURACIONES.....	29
Artículo 17 MUROS PORTANTES.....	30
Artículo 18 ARRIOSTRES.....	30

**2006**



PROYECTO DE NTE E. 070 ALBAÑILERIA

información para la correcta construcción y posterior utilización de la obra.

- 2.5 Las construcciones de albañilería podrán clasificarse como "tipo resistente al fuego" siempre y cuando todos los elementos que la conforman cumplan los requisitos de esta Norma, asegurando una resistencia al fuego mínima de cuatro horas para los muros portantes y los muros perimetrales de cierre, y de dos horas para la tabiquería.
- 2.6 Los tubos para instalaciones secas: eléctricas, telefónicas, etc. sólo se alojarán en los muros cuando los tubos correspondientes tengan como diámetro máximo 55 mm. En estos casos, la colocación de los tubos en los muros se hará en cavidades dejadas durante la construcción de la albañilería que luego se rellenarán con concreto, o en los alvéolos de la unidad de albañilería. En todo caso, los recorridos de las instalaciones serán siempre verticales y por ningún motivo se picará o se recortará el muro para alojarlas.
- 2.7 Los tubos para instalaciones sanitarias y los tubos con diámetros mayores que 55 mm, tendrán recorridos fuera de los muros portantes o en falsas columnas y se alojarán en ductos especiales, o en muros no portantes.
- 2.8 Como refuerzo estructural se utilizará barras de acero que presenten comportamiento dúctil con una elongación mínima de 9%. Las cuantías de refuerzo que se presentan en esta Norma están asociadas a un esfuerzo de fluencia  $f_y = 412 \text{MPa}$  ( $4200 \text{Kg/cm}^2$ ), para otras situaciones se multiplicará la cuantía especificada por  $412/f_y$  (en MPa) ó  $4200/f_y$  (en  $\text{kg/cm}^2$ ).
- 2.9 Los criterios considerados para la estructuración deberán ser detallados en una memoria descriptiva estructural tomando en cuenta las especificaciones del Capítulo 6

## CAPÍTULO 2 DEFINICIONES Y NOMENCLATURA

### Artículo 3 **DEFINICIONES**

- 3.1 Albañilería o Mampostería. Material estructural compuesto por "unidades de albañilería" asentadas con mortero o por "unidades de albañilería" apiladas, en cuyo caso son integradas con concreto líquido.
- 3.2 Albañilería Armada. Albañilería reforzada interiormente con varillas de acero distribuidas vertical y horizontalmente e integrada mediante concreto líquido, de tal manera que los diferentes componentes actúen conjuntamente para resistir los esfuerzos. A los muros de Albañilería Armada también se les denomina Muros Armados.
- 3.3 Albañilería Confinada. Albañilería reforzada con elementos de concreto armado en todo su perímetro, vaciado posteriormente a la construcción de la albañilería. La cimentación de concreto se considerará como confinamiento horizontal para los muros del primer nivel.
- 3.4 Albañilería No Reforzada. Albañilería sin refuerzo (Albañilería Simple) o con refuerzo que no cumple con los requisitos mínimos de esta Norma.
- 3.5 Albañilería Reforzada o Albañilería Estructural. Albañilería armada o confinada, cuyo refuerzo cumple con las exigencias de esta Norma.
- 3.6 Altura Efectiva. Distancia libre vertical que existe entre elementos horizontales de arriostre. Para los muros que carecen de arriostres en su parte superior, la altura efectiva se considerará como el doble de su altura real.
- 3.7 Arriostre. Elemento de refuerzo (horizontal o vertical) o muro transversal que cumple la función de proveer estabilidad y resistencia a los muros portantes y no portantes sujetos a cargas perpendiculares a su plano.
- 3.8 Borde Libre. Extremo horizontal o vertical no arriostrado de un muro.
- 3.9 Concreto Líquido o Grout. Concreto con o sin agregado grueso, de consistencia fluida.
- 3.10 Columna. Elemento de concreto armado diseñado y construido con el propósito de transmitir cargas horizontales y verticales a la cimentación. La columna puede funcionar simultáneamente como arriostre o como confinamiento.
- 3.11 Confinamiento. Conjunto de elementos de concreto armado, horizontales y verticales, cuya función es la de proveer ductilidad a un muro portante.



PROYECTO DE NTE E. 070 ALBAÑILERIA

- 3.25 Unidad de Albañilería Hueca. Unidad de Albañilería cuya sección transversal en cualquier plano paralelo a la superficie de asiento tiene un área equivalente menor que el 70% del área bruta en el mismo plano.
- 3.26 Unidad de Albañilería Sólida (o Maciza) Unidad de Albañilería cuya sección transversal en cualquier plano paralelo a la superficie de asiento tiene un área igual o mayor que el 70% del área bruta en el mismo plano.
- 3.27 Unidad de Albañilería Tubular (o Pandereta). Unidad de Albañilería con huecos paralelos a la superficie de asiento.
- 3.28 Viga Solera. Viga de concreto armado vaciado sobre el muro de albañilería para proveerle arriostre y confinamiento.

**Artículo 4 NOMENCLATURA**

- $A$  = área de corte correspondiente a la sección transversal de un muro portante.
- $A_c$  = área bruta de la sección transversal de una columna de confinamiento.
- $A_{cf}$  = área de una columna de confinamiento por corte-fricción.
- $A_n$  = área del núcleo confinado de una columna descontando los recubrimientos.
- $A_s$  = área del acero vertical u horizontal.
- $A_{sf}$  = área del acero vertical por corte-fricción en una columna de confinamiento.
- $A_{st}$  = área del acero vertical por tracción en una columna de confinamiento.
- $A_v$  = área de estribos cerrados.
- $d$  = peralte de una columna de confinamiento (en la dirección del sismo).
- $D_b$  = diámetro de una barra de acero.
- $e$  = espesor bruto de un muro.
- $E_c$  = módulo de elasticidad del concreto.
- $E_m$  = módulo de elasticidad de la albañilería.
- $f'_b$  = resistencia característica a compresión axial de las unidades de albañilería.
- $f'_c$  = resistencia a compresión axial del concreto o del "grout" a los 28 días de edad.
- $f'_m$  = resistencia característica a compresión axial de la albañilería.
- $f'_t$  = esfuerzo admisible a tracción por flexión de la albañilería.
- $f_y$  = esfuerzo de fluencia del acero de refuerzo.
- $G_m$  = módulo de corte de la albañilería.



PROYECTO DE NTE E. 070 ALBAÑILERIA

- $h$  = altura de entrepiso o altura del entrepiso agrietado correspondiente a un muro confinado.
- $I$  = momento de inercia correspondiente a la sección transversal de un muro.
- $L$  = longitud total del muro, incluyendo las columnas de confinamiento (sí existiesen).
- $L_m$  = longitud del paño mayor en un muro confinado, ó  $0,5 L$ ; lo que sea mayor.
- $L_t$  = longitud tributaria de un muro transversal al que está en análisis.
- $M_e$  = momento flector en un muro obtenido del análisis elástico ante el sismo moderado.
- $M_u$  = momento flector en un muro producido por el sismo severo.
- $N$  = número de pisos del edificio o número de pisos de un pórtico.
- $N_c$  = número total de columnas de confinamiento.  $N_c \geq 2$ . Ver la Nota 1.
- $P$  = peso total del edificio con sobrecarga reducida según se especifica en la Norma E.030 Diseño Sismorresistente.
- $P_g$  = carga gravitacional de servicio en un muro, con sobrecarga reducida.
- $P_c$  = carga vertical de servicio en una columna de confinamiento.
- $P_e$  = carga axial sísmica en un muro obtenida del análisis elástico ante el sismo moderado.
- $P_m$  = carga gravitacional máxima de servicio en un muro, metrada con el 100% de sobrecarga.
- $P_u$  = carga axial en un muro en condiciones de sismo severo.
- $P_t$  = carga de gravedad tributaria proveniente del muro transversal al que está en análisis.
- $s$  = separación entre estribos, planchas, o entre refuerzos horizontales o verticales.
- $S$  = factor de suelo especificado en la Norma Técnica de Edificación E.030 Diseño Sismorresistente.
- $t$  = espesor efectivo del muro.
- $t_n$  = espesor del núcleo confinado de una columna correspondiente a un muro confinado.
- $U$  = factor de uso o importancia, especificado en la Norma Técnica de Edificación E.030 Diseño Sismorresistente.
- $V_c$  = fuerza cortante absorbida por una columna de confinamiento ante el sismo severo.
- $V_e$  = fuerza cortante en un muro, obtenida del análisis elástico ante el sismo moderado.
- $V_{Ei}$  = fuerza cortante en el entrepiso "i" del edificio producida por el sismo severo.
- $V_{ui}$  = fuerza cortante producida por el sismo severo en el entrepiso "i" de uno de los muros.

PROYECTO DE NTE E. 070 ALBAÑILERIA

- $V_m$  = resistencia al corte en el entrepiso "i" de uno de los muros.
- $v_m$  = resistencia característica de la albañilería al corte obtenida de ensayos de muretes a compresión diagonal.
- $Z$  = factor de zona sísmica especificado en la Norma Técnica de Edificación E.030 Diseño Sismorresistente.
- $\delta$  = factor de confinamiento de la columna por acción de muros transversales.
- $\delta$  = 1, para columnas de confinamiento con dos muros transversales.
- $\delta$  = 0,8, para columnas de confinamiento sin muros transversales o con un muro transversal.
- $\phi$  = coeficiente de reducción de resistencia del concreto armado (ver la Nota 2).
- $\phi$  = 0,9 (flexión o tracción pura).
- $\phi$  = 0,85 (corte-fricción o tracción combinada con corte-fricción).
- $\phi$  = 0,7 (compresión, cuando se use estribos cerrados).
- $\phi$  = 0,75 (compresión, cuando se use zunchos en la zona confinada).
- $\rho$  = cuantía del acero de refuerzo =  $A_s / (s.t)$ .
- $\sigma$  = esfuerzo axial de servicio actuante en un muro =  $P_g / (t.L)$ .
- $\sigma_m$  =  $P_m / (t.L)$  = esfuerzo axial máximo en un muro.
- $\mu$  = coeficiente de fricción concreto endurecido – concreto.

**Nota 1:** En muros confinados de un paño sólo existen columnas extremas ( $N_c = 2$ ); en ese caso:  $L_m = L$

**Nota 2:** El factor " $\phi$ " para los muros armados se proporciona en el Artículo 28 (28.3).

### CAPÍTULO 3 COMPONENTES DE LA ALBAÑILERÍA

#### Artículo 5 UNIDAD DE ALBAÑILERÍA

##### 5.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES

- a) Se denomina ladrillo a aquella unidad cuya dimensión y peso permite que sea manipulada con una sola mano. Se denomina bloque a aquella unidad que por su dimensión y peso requiere de las dos manos para su manipuleo.
- b) Las unidades de albañilería a las que se refiere esta norma son ladrillos y bloques en cuya elaboración se utiliza arcilla, sílice-cal o concreto, como materia prima.
- c) Estas unidades pueden ser sólidas, huecas, alveolares o tubulares y podrán ser fabricadas de manera artesanal o industrial.
- d) Las unidades de albañilería de concreto serán utilizadas después de lograr su resistencia especificada y su estabilidad volumétrica. Para el caso de unidades curadas con agua, el plazo mínimo para ser utilizadas será de 28 días, que se comprobará de acuerdo a la NTP 399.602.

##### 5.2 CLASIFICACIÓN PARA FINES ESTRUCTURALES

Para efectos del diseño estructural, las unidades de albañilería tendrán las características indicadas en la Tabla 1.

TABLA 1 CLASE DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES					
CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSIÓN (máxima en porcentaje)			ALABEO (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN $f'_b$ mínimo en MPa (kg/cm <sup>2</sup> ) sobre área bruta
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm		
Ladrillo I	± 8	± 6	± 4	10	4,9 (50)
Ladrillo II	± 7	± 6	± 4	8	6,9 (70)
Ladrillo III	± 5	± 4	± 3	6	9,3 (95)
Ladrillo IV	± 4	± 3	± 2	4	12,7 (130)
Ladrillo V	± 3	± 2	± 1	2	17,6 (180)
Bloque P <sup>(1)</sup>	± 4	± 3	± 2	4	4,9 (50)
Bloque NP <sup>(2)</sup>	± 7	± 6	± 4	8	2,0 (20)

- (1) Bloque usado en la construcción de muros portantes
- (2) Bloque usado en la construcción de muros no portantes



### 5.3 LIMITACIONES EN SU APLICACIÓN

El uso o aplicación de las unidades de albañilería estará condicionado a lo indicado en la Tabla 2. Las zonas sísmicas son las indicadas en la NTE E.030 Diseño Sismorresistente.

TABLA 2 LIMITACIONES EN EL USO DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES			
TIPO	ZONA SÍSMICA 2 Y 3		ZONA SÍSMICA 1
	Muro portante en edificios de 4 pisos a más	Muro portante en edificios de 1 a 3 pisos	Muro portante en todo edificio
Sólido Artesanal *	No	Sí, hasta dos pisos	Sí
Sólido Industrial	Sí	Sí	Sí
Alveolar	Sí Celdas totalmente rellenas con grout	Sí Celdas parcialmente rellenas con grout	Sí Celdas parcialmente rellenas con grout
Hueca	No	No	Sí
Tubular	No	No	Sí, hasta 2 pisos

\*Las limitaciones indicadas establecen condiciones mínimas que pueden ser exceptuadas con el respaldo de un informe y memoria de cálculo sustentada por un ingeniero civil.

### 5.4 PRUEBAS

- a) **Muestreo.**- El muestreo será efectuado a pie de obra. Por cada lote compuesto por hasta 50 millares de unidades se seleccionará al azar una muestra de 10 unidades, sobre las que se efectuarán las pruebas de variación de dimensiones y de alabeo. Cinco de estas unidades se ensayarán a compresión y las otras cinco a absorción.
- b) **Resistencia a la Compresión.**- Para la determinación de la resistencia a la compresión de las unidades de albañilería, se efectuará los ensayos de laboratorio correspondientes, de acuerdo a lo indicado en las Normas NTP 399.613 y 399.604.

La resistencia característica a compresión axial de la unidad de albañilería ( $f_b$ ) se obtendrá restando una desviación estándar al valor promedio de la muestra.

- c) **Variación Dimensional.**- Para la determinación de la variación dimensional de las unidades de albañilería, se seguirá el procedimiento indicado en las Normas NTP 399.613 y 399.604.

- d) **Alabeo.**- Para la determinación del alabeo de las unidades de albañilería, se seguirá el procedimiento indicada en la Norma NTP 399.613.
- e) **Absorción.**- Los ensayos de absorción se harán de acuerdo a lo indicado en las Normas NTP 399.604 y 399.1613.

## 5.5 ACEPTACIÓN DE LA UNIDAD

- a) Si la muestra presentase más de 20% de dispersión en los resultados (coeficiente de variación), para unidades producidas industrialmente, o 40 % para unidades producidas artesanalmente, se ensayará otra muestra y de persistir esa dispersión de resultados, se rechazará el lote.
- b) La absorción de las unidades de arcilla y sílico calcáreas no será mayor que 22%. El bloque de concreto clase, tendrá una absorción no mayor que 12% de absorción. La absorción del bloque de concreto NP, no será mayor que 15%.
- c) El espesor mínimo de las caras laterales correspondientes a la superficie de asentado será 25 mm para el Bloque clase P y 12 mm para el Bloque clase NP.
- d) La unidad de albañilería no tendrá materias extrañas en sus superficies o en su interior, tales como guijarros, conchuelas o nódulos de naturaleza calcárea.
- e) La unidad de albañilería de arcilla estará bien cocida, tendrá un color uniforme y no presentará vitrificaciones. Al ser golpeada con un martillo, u objeto similar, producirá un sonido metálico.
- f) La unidad de albañilería no tendrá resquebrajaduras, fracturas, hendiduras grietas u otros defectos similares que degraden su durabilidad o resistencia.
- g) La unidad de albañilería no tendrá manchas o vetas blanquecinas de origen salitroso o de otro tipo.

## Artículo 6 MORTERO

- 6.1 **DEFINICIÓN.** El mortero estará constituido por una mezcla de aglomerantes y agregado fino a los cuales se añadirá la máxima cantidad de agua que proporcione una mezcla trabajable, adhesiva y sin segregación del agregado. Para la elaboración del mortero destinado a obras de albañilería, se tendrá en cuenta lo indicado en las Normas NTP 399.607 y 399.610.



## 6.2 COMPONENTES

- a) Los materiales aglomerantes del mortero pueden ser:
- Cemento Portland o cemento adicionado normalizados y cal hidratada normalizada de acuerdo a las Normas Técnicas Peruanas correspondientes.
- b) El agregado fino será arena gruesa natural, libre de materia orgánica y sales, con las características indicadas en la Tabla 3. Se aceptarán otras granulometrías siempre que los ensayos de pilas y muretes (Capítulo 5) proporcionen resistencias según lo especificado en los planos.

TABLA 3 GRANULOMETRÍA DE LA ARENA GRUESA	
MALLA ASTM	% QUE PASA
N° 4 (4,75 mm)	100
N° 8 (2,36 mm)	95 a 100
N° 16 (1,18 mm)	70 a 100
N° 30 (0,60 mm)	40 a 75
N° 50 (0,30 mm)	10 a 35
N° 100 (0,15 mm)	2 a 15
N° 200 (0,075 mm)	Menos de 2

- No deberá quedar retenido más del 50% de arena entre dos mallas consecutivas.
  - El módulo de fineza estará comprendido entre 1,6 y 2,5.
  - El porcentaje máximo de partículas quebradizas será: 1% en peso.
  - No deberá emplearse arena de mar.
- c) El agua será potable y libre de sustancias deletéreas, ácidos, álcalis y materia orgánica.

**6.3 CLASIFICACIÓN PARA FINES ESTRUCTURALES.** Los morteros se clasifican en: tipo P, empleado en la construcción de los muros portantes; y NP, utilizado en los muros no portantes (ver la Tabla 4).

**6.4 PROPORCIONES.** Los componentes del mortero tendrán las proporciones volumétricas (en estado suelto) indicadas en la Tabla 4

TABLA 4 TIPOS DE MORTERO				
COMPONENTES				USOS
TIPO	CEMENTO	CAL	ARENA	
P1	1	0 a 1/4	3 a 3 1/2	Muros Portantes
P2	1	0 a 1/2	4 a 5	Muros Portantes
NP	1	-	Hasta 6	Muros No Portantes

- a) Se podrán emplear otras composiciones de morteros, morteros con cementos de albañilería, o morteros industriales (embolsado o pre-mezclado), siempre y cuando los ensayos de pilas y muretes (Capítulo 5) proporcionen resistencias iguales o mayores a las especificadas en los planos.
- b) De no contar con cal hidratada normalizada, especificada en el Artículo 6 (6.2a), se podrá utilizar mortero sin cal respetando las proporciones cemento-arena indicadas en la Tabla 4.

#### Artículo 7 CONCRETO LÍQUIDO O GROUT

**7.1 DEFINICIÓN.** El concreto líquido o Grout es un material de consistencia fluida que resulta de mezclar cemento, agregados y agua, pudiéndose adicionar cal hidratada normalizada en una proporción que no exceda de 1/10 del volumen de cemento u otros aditivos que no disminuyan la resistencia o que originen corrosión del acero de refuerzo. El concreto líquido o grout se emplea para rellenar los alvéolos de las unidades de albañilería en la construcción de los muros armados, y tiene como función integrar el refuerzo con la albañilería en un sólo conjunto estructural.

Para la elaboración de concreto líquido o grout de albañilería, se tendrá en cuenta las Normas NTP 399.609 y 399.608.

**7.2 CLASIFICACIÓN.** El concreto líquido o grout se clasifica en fino y en grueso. El grout fino se usará cuando la dimensión menor de los alvéolos de la unidad de albañilería sea inferior a 60 mm y el grout grueso se usará cuando la dimensión menor de los alvéolos sea igual o mayor a 60 mm.

#### 7.3 COMPONENTES

- a) Los materiales aglomerantes serán:
  - Cemento Portland o cemento adicionado normalizados y cal hidratada normalizada de acuerdo a las Normas Técnicas Peruanas correspondientes.



- b) El agregado grueso será confitillo que cumpla con la granulometría especificada en la Tabla 5. Se podrá utilizar otra granulometría siempre que los ensayos de pilas y muretes (Capítulo 5) proporcionen resistencias según lo especificado en los planos.

MALLA ASTM	% QUE PASA
½ pulgada	100
3/8 pulgada	85 a 100
N° 4 (4,75 mm)	10 a 30
N° 8 (2,36 mm)	0 a 10
N° 16 (1,18 mm)	0 a 5

- a) El agregado fino será arena gruesa natural, con las características indicadas en la Tabla 3.
- b) El agua será potable y libre de sustancias, ácidos, álcalis y materia orgánica.

**7.4 PREPARACIÓN Y FLUIDEZ.** Los materiales que componen el grout (ver la Tabla 6) serán batidos mecánicamente con agua potable hasta lograr la consistencia de un líquido uniforme, sin segregación de los agregados, con un revenimiento medido en el Cono de Abrams comprendido entre 225 mm a 275 mm.

CONCRETO LÍQUIDO	CEMENTO	CAL	ARENA	CONFITILLO
FINO	1	0 a 1/10	2 1/4 a 3 veces la suma de los volúmenes de los aglomerantes	-----
GRUESO	1	0 a 1/10	2 1/4 a 3 veces la suma de los aglomerantes	1 a 2 veces la suma de los aglomerantes

**7.5 RESISTENCIA.** El concreto líquido tendrá una resistencia mínima a compresión  $f'_c = 13,72MPa$  ( $140kg/cm^2$ ). La resistencia a compresión  $f'_c$  será obtenida de acuerdo a la NTP 399.623.



**Artículo 8 ACERO DE REFUERZO**

8.1 La armadura deberá cumplir con lo establecido en las Norma Barras de Acero con Resaltes para Concreto Armado (NTP 341.031).

8.2 Sólo se permite el uso de barras lisas en estribos y armaduras electrosoldadas usadas como refuerzo horizontal. La armadura electrosoldada debe cumplir con la norma de Malla de Alambre de Acero Soldado para Concreto Armado (NTP 350.002).

**Artículo 9 CONCRETO**

9.1 El concreto de los elementos de confinamiento tendrá una resistencia a la compresión mayor o igual a  $17,15MPa$  ( $175kg/cm^2$ ) y deberá cumplir con los requisitos establecidos en la Norma Técnica de Edificación E.060 Concreto Armado.

N  
O  
R  
M  
A  
T  
E  
C  
N  
I  
C  
A  
P  
E  
R

**UANA (NTP)**

**399.601**

---

**NORMA TÉCNICA  
PERUANA**

**NTP 399.601  
2006**

---

Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales-INDECOPI  
Calle de La Prosa 138, San Borja (Lima 41) Apartado 145

Lima, Perú

---

## **UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Ladrillos de concreto. Requisitos**

**MASONRY UNITS. Concrete Brick. Requirements**

**2006-05-25**

**2ª Edición**

R.0042-2006/INDECOPI-CRT. Publicada el 2006-06-14

Precio basado en 08 páginas

I.C.S.: 91.100.01

**ESTA NORMA ES RECOMENDABLE**

Descriptores: Albañilería, unidades de albañilería, ladrillos, resistencia a la compresión, durabilidad, elementos de concreto

## UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Ladrillos de concreto. Requisitos

### 1. OBJETO

Esta Norma Técnica Peruana establece los requisitos que deben cumplir los ladrillos de concreto de peso normal y unidades macizas similares destinados para su uso en albañilería estructural o en revestimiento para edificios y otras estructuras, que son elaborados con cemento portland, agua, y agregados con o sin la inclusión de otros materiales.

### 2. REFERENCIAS NORMATIVAS

Las siguientes normas contiene disposiciones que al ser citadas en este texto, constituyen requisitos de esta Norma Técnica Peruana. Las ediciones indicadas estaban en vigencia en el momento de esta publicación. Como toda norma está sujeta a revisión, se recomienda a aquellos que realicen acuerdos en base a ellas, que analicen la conveniencia de usar las ediciones recientes de las normas citadas seguidamente. El Organismo Peruano de Normalización posee la información de las Normas Técnicas Peruanas en vigencia.

#### 2.1 Normas Técnicas Peruanas

2.1.1	NTP 334.009:2001	CEMENTOS. Cemento Portland. Requisitos
2.1.2	NTP 334.082:2000	CEMENTO. Cementos Portland. Especificación de la performance
2.1.3	NTP 334.090:2001	CEMENTOS. Cementos Portland adicionados. Requisitos

- 2.1.4 NTP 334.145:1979 CALES. Cales hidratadas para albañilería. Requisitos
- 2.1.5 NTP 339.088:2006 CONCRETO. Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento Portland. Requisitos
- 2.1.6 NTP 400.037:1999 AGREGADOS. Requisitos
- 2.1.7 NTP 399.604:2002 UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto
- 2.1.8 NTP 334.104:2001 CEMENTOS. Adiciones minerales del hormigón (concreto): puzolana natural cruda o calcinada y ceniza volante. Especificaciones

## 2.2 Norma Técnica de Asociación

- ASTM C 426:2005 Standard Test Method for Linear Drying Shrinkage of Concrete Masonry Units

## 3. CAMPO DE APLICACIÓN

Esta Norma Técnica Peruana se aplica a los ladrillos de concreto, sólidos o con perforaciones, utilizados como unidades de albañilería estructural, o no estructural, es decir, que deben o no de soportar cargas, conformar albañilería confinada, muros de cierre y tabiques.

## 4. DEFINICIONES



Para los propósitos de esta Norma Técnica Peruana se aplican las siguientes definiciones:

- 4.1 **dimensiones de fabricación:** Son aquellas dimensiones adoptadas por el fabricante.
- 4.2 **dimensiones efectivas:** Son aquellas que se obtienen por medición directa efectuadas sobre el ladrillo.
- 4.3 **dimensiones nominales:** Son las dimensiones establecidas en esta NTP para designar el tamaño del ladrillo.
- 4.4 **ladrillo de concreto:** Unidad de albañilería de dimensiones modulares fabricado con cemento portland, agua y agregados, que puede ser manipulada con una sola mano.
- 4.5 **ladrillo sólido (macizo):** Es la unidad de albañilería que tiene una sección neta, en cualquier plano paralelo a la superficie de asiento, equivalente al 75 % o más de la sección bruta medida en el mismo plano.
- 4.6 **resistencia a compresión:** Es la relación entre la carga de rotura a compresión de un ladrillo y su sección bruta.
- 4.7 **resistencia a la compresión nominal:** Es aquel valor de referencia establecido en esta Norma Técnica Peruana como resistencia a compresión referida a la sección bruta y utilizado en la designación del ladrillo.
- 4.8 **sección bruta:** Es la menor área susceptible de ser obtenida en un plano paralelo al de asiento, en las condiciones especificadas en la NTP 339.604.
- 4.9 **unidad de albañilería de peso normal:** Es la unidad que en condiciones de secado tiene una densidad de 2000 kg/m<sup>3</sup> ó más.

## 5. CLASIFICACIÓN

**Tipos:** Los ladrillos de concreto elaborados de acuerdo con esta NTP deberán estar conforme a los cuatro tipos, tal como sigue:

**5.1 Tipo 24:** Para su uso como unidades de enchape arquitectónico y muros exteriores sin revestimiento y para su uso donde se requiere alta resistencia a la compresión y resistencia a la penetración de la humedad y a la acción severa del frío.

**5.2 Tipo 17:** Para uso general donde se requiere moderada resistencia a la compresión y resistencia a la acción del frío y a la penetración de la humedad.

**5.3 Tipo 14:** Para uso general donde se requiere moderada resistencia a la compresión.

**5.4 Tipo 10:** Para uso general donde se requiere moderada resistencia a la compresión.

**NOTA:** Los requisitos para los ladrillos de concreto son también aplicables a enchapes de concreto macizo y a unidades de revestimiento de mayor tamaño que el ladrillo.

## 6. MATERIALES

Los materiales utilizados en la fabricación de los bloques deberán cumplir con las siguientes normas:

**6.1 Cementos:** NTP 334.009, NTP 334.082 y NTP 334.090.

**6.2 Cales:** NTP 334.145.

6.3 Agua de mezcla: NTP 339.088.

6.4 Agregados: NTP 400.037.

6.5 Otros constituyentes: Para los agentes incorporadores de aire, pigmentos colorantes, repelentes integrales de agua, y otros constituyentes se debe establecer previamente que son adecuados para su empleo en las unidades de albañilería de concreto y deben estar conformes con las NTP aplicables o ser demostrado mediante el ensayo o la experiencia que no son perjudiciales para la durabilidad de las unidades de albañilería o algún material habitualmente empleado en la construcción de albañilería.

## 7. REQUISITOS FÍSICOS

7.1 En el momento del despacho al cliente, todas las unidades deben estar conforme a los requisitos físicos prescritos en la Tabla 1.

**TABLA 1 - Requisitos de resistencia y absorción**

Resistencia a la compresión, mín, MPa, respecto al área bruta promedio			Absorción de agua, máx., % (Promedio de 3 unidades)
Tipo	Promedio de 3 unidades	Unidad Individual	
24	24	21	8
17	17	14	10
14	14	10	12
10	10	8	12

NOTA: Cuando se requieran características particulares tales como texturas superficiales por apariencia o adhesancia, acabado, color, o propiedades particulares tales como clasificación del peso, mayor resistencia a la compresión, resistencia al fuego, performance térmico o acústico, estas características deben ser especificadas separadamente por el comprador.

7.2 El fabricante al despachar un lote deberá asegurar que la contracción de secado, lineal total de las unidades del lote no excede del 0,065 %, valor determinado según la ASTM C 426.

## 8. VARIACIONES PERMISIBLES EN LAS DIMENSIONES

8.1 Las dimensiones (ancho, alto y largo) no debe diferir por más de  $\pm 3,2$  mm ( $\pm 1/8$  pulgada) de las dimensiones estándar especificadas por el fabricante.

8.2 A menos que sea especificado de otro modo, el ladrillo debe ser macizo o hueco a opción del vendedor. El área neta de la sección transversal del ladrillo hueco en cada plano paralelo a la superficie conteniendo los huecos debe ser por lo menos el 75 % del área de la sección transversal bruta medida en el mismo plano. Ninguna parte de algún agujero debe estar a menos de 19,1 mm (3/4 pulgada) de algún borde del ladrillo.

## 9. ACABADO Y APARIENCIA

9.1 Todas las unidades deben estar en buenas condiciones y libres de grietas u otros defectos que podrían interferir con el adecuado empleo de la unidad o que podrían deteriorar significativamente la resistencia o la durabilidad de la construcción. Las grietas menores inherentes al método usual de fabricación o astillamientos menores resultantes de los métodos habituales de manipulación en el envío y distribución no son causa de no aceptación.

9.2 Cuando las unidades sean empleadas en construcción de muros expuestos, la cara o las caras que son expuestas no deben mostrar astillamientos o agrietamientos, de otro modo no permitido, u otras imperfecciones que son vistas desde una distancia de no menos de 6 m bajo luz difusa.

9.2.1 Se permite que el 5 % de un envío tenga astillamientos no mayores que 12,7 mm (1/2 pulgada) en alguna dimensión, o grietas no más anchas que 0,5 mm (0,02 pulgadas) y no más largas que el 25 % de la altura nominal de la unidad.

9.3 El color y la textura de las unidades debe ser especificado por el comprador. Las superficies acabadas que serán expuestas deben estar conformes a una muestra aprobada consistente de no menos de cuatro unidades, representando el rango de textura y color permitido.

## 10. MUESTREO Y METODO ENSAYO

10.1 El comprador o representante autorizado debe estar conforme con las facilidades adecuadas para inspeccionar y muestrear los ladrillos de concreto en el lugar de fabricación de los lotes listos para el reparto. Se deben permitir por lo menos 10 días para el cumplimiento de los ensayos.

10.2 Muestrear y ensayar los ladrillos de concreto en conformidad con la NTP 399.604.

## 11. CONFORMIDAD

Si la muestra ensayada de un lote no cumple con los requisitos especificados, será permitido que el fabricante remueva unidades del lote, y una nueva muestra será seleccionada por el comprador de las unidades remanentes del lote según la NTP 399.604 y ensayada a costa del fabricante. Si la segunda muestra cumple con los requisitos especificados, las unidades remanentes del lote representado por dicha muestra cumplen con las especificaciones. Si la segunda muestra no cumple con los requisitos especificados, el lote no debe ser aceptado.

## 12. ANTECEDENTES

12.1	ASTM C 55:2003	Standard Specification for Concrete Brick
12.2	NTP 399.601:2002	UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Ladrillos de concreto. Requisitos

## ANEXO A (INFORMATIVO)

El fabricante al despachar un lote deberá garantizar que la contracción lineal por secado de las unidades del lote no excede del 0,065 %, cuando es ensayado en conformidad con la norma ASTM C 426.

El valor de la contracción lineal por secado para ladrillos de concreto elaborados con los mismos materiales, el mismo diseño de mezcla del concreto y el mismo proceso de fabricación y curado, se debe basar en ensayos de unidades de ladrillos de concreto, efectuados de acuerdo con la norma ASTM C 426, en un lapso no superior a los 2 años anteriores al despacho.



**NORMA TECNICA PERUANA (NTP)**

**399.604**

---

NORMA TÉCNICA  
PERUANA

---

NTP 399.604  
2002

---

Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales-INDECOPI  
Calle de La Prosa 138, San Borja (Lima 41) Apartado 145

Lima, Perú

---

## UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto

MASONRY UNITS. Standard test methods of sampling and testing concrete masonry units

2002-12-05  
1ª Edición

R.0130-2002/INDECOPI-CRT. Publicada el 2002-12-15

Precio basado en 16 páginas

I.C.S.: 91.100.01

**ESTA NORMA ES RECOMENDABLE**

Descriptor: Absorción, resistencia a la compresión, unidades de albañilería de concreto, densidad, espesor equivalente, espesor equivalente del tabique, cara lateral, contenido de agua, espesor del tabique, tabique

## UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto

### 1. OBJETO

Esta Norma Técnica Peruana establece el procedimiento para el muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto para obtener dimensiones, resistencia a la compresión, absorción, peso unitario (densidad), y contenido de humedad.

### 2. REFERENCIAS NORMATIVAS

Las siguientes normas contienen disposiciones que al ser citadas en este texto, constituyen requisitos de esta Norma Técnica Peruana. Las ediciones indicadas estaban en vigencia en el momento de esta publicación. Como toda norma está sujeta a revisión, se recomienda a aquellos que realicen acuerdos en base a ellas, que analicen la conveniencia de usar las ediciones recientes de las normas citadas seguidamente. El Organismo Peruano de Normalización posee, en todo momento, la información de las Normas Técnicas Peruanas en vigencia.

#### 2.1 Norma Técnica Peruana

NTP 339.035:1999	HORMIGÓN (Concreto). Método de ensayo para la medición del asentamiento del hormigón con el cono de Abrams
------------------	--

#### 2.2 Normas Técnicas de Asociación

2.2.1	ASTM E 4:2001	Standard practices for force verification of testing machines
-------	---------------	---

2.2.2        ASTM E 6:1999e2        Standard terminology relating to methods of mechanical testing

### **3. CAMPO DE APLICACIÓN**

Esta Norma Técnica Peruana se aplica al control de calidad de los bloques de concreto con huecos, utilizados como unidades de albañilería estructural y no estructural y a los ladrillos de concreto.

### **4. DEFINICIONES**

Para los efectos de la presente Norma Técnica Peruana se aplican las definiciones dadas en las NTP 399.602 y NTP 399.601

### **5. MUESTREO**

#### **5.1 Selección de los especímenes para los ensayos**

5.1.1        Para propósito de los ensayos, unidades enteras de albañilería de concreto serán seleccionadas por el comprador y el vendedor o sus representantes de acuerdo a lo establecido por un método aceptado para el muestreo aleatorio que acuerden o adopten. En todo caso las unidades deberán ser seleccionadas utilizando una tabla estadística de números aleatorios. Se deberá tener cuidado para que no se modifiquen las características de las unidades. Los especímenes serán representativos del lote total de unidades de los cuales han sido seleccionados. Si los especímenes para el ensayo son seleccionados en obra, las unidades para el ensayo del contenido de humedad serán muestreadas de la remesa del comprador y colocadas en un envase sellado hasta que el peso recibido ( $W_r$ ) sea determinado de acuerdo con el ítem 4.3.2. Los especímenes seleccionados tendrán configuración y dimensiones similares.

5.1.2        El término "lote" se refiere a cualquier número de unidades de albañilería de

concreto de cualquier configuración o dimensión fabricado por el productor usando los mismos materiales, diseño de mezcla de concreto, proceso de fabricación, y método de curado.

## 5.2 Número de especímenes

Para determinar la resistencia a la compresión, absorción, peso unitario (densidad), y contenido de humedad, se seleccionarán seis unidades de cada lote de 10 000 unidades o menos y 12 unidades de cada lote de más de 10 000 y menos de 100 000 unidades. Para lotes de más de 100 000 unidades, se seleccionarán seis unidades por cada 50 000 unidades o fracción. Especímenes adicionales se pueden tomar por acuerdo del comprador y el vendedor.

## 5.3 Identificación

5.3.1 Marcar cada espécimen de manera que puedan ser identificados en cualquier momento. Las marcas cubrirán no más del 5 % del área superficial del espécimen.

5.3.2 Pesar las unidades para los ensayos del contenido de humedad inmediatamente después de muestreadas, marcar y registrar como  $W_r$  (peso recibido).

## 6. MEDICIÓN DE DIMENSIONES

### 6.1 Aparatos

Medir todas las dimensiones con una regla de acero graduada en divisiones de 1,0 mm . Los espesores de las paredes laterales y los tabiques se medirán con un calibre Vernier (pie de rey), graduado en divisiones de 0,4 mm y con quijadas paralelas de no menos de 12,7 mm ni más de 25,4 mm de longitud.

## 6.2 Especímenes

Se medirán tres unidades enteras para el ancho, la altura, longitud, y los espesores mínimos de las paredes laterales y tabiques.

NOTA 1: Los mismos especímenes podrán utilizarse en otros ensayos.

## 6.3 Dimensiones

6.3.1 Para cada unidad, se medirá y registrará, el ancho (A) en la longitud media de las superficies de apoyo superior e inferior, la altura (H) en la longitud media de cada cara, y la longitud (L) en la altura media de cada cara.

6.3.2 Para cada unidad, se medirá el espesor de la pared lateral y el espesor del tabique en la parte más delgada de cada elemento a 12,7 mm encima del plano de la cama de mortero y a la división más cercana de la regla o calibrador. Cuando la parte más delgada lateral opuesta de la pared difiera en espesor por lo menos en 3,0 mm, promediar sus medidas para determinar el espesor mínimo de pared lateral de la unidad. No considerar los surcos de la banda, los empalmes simulados, y detalles similares en las mediciones.

## 7. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

### 7.1. Aparatos

7.1.1 **Máquina de ensayo:** La máquina será equipada con dos bloques de soporte de acero ( Véase NOTA 2), uno de los cuales es una rótula con plato que transmitirá la carga a la superficie superior del espécimen de albañilería, y la otra un bloque rígido plano sobre el cual descansará el espécimen. Cuando el área de los bloques no sea suficiente para cubrir la sección del espécimen de albañilería refrentado, se colocará entre éstos y el espécimen placas de acero que cumplan los requisitos del apartado 7.1.2, después que el centroide de la superficie de apoyo de la albañilería se haya alineado con el centro de la rótula (Véase el apartado 7.4.1).



**7.1.2 Bloques de soporte de acero y platos:** Las superficies de los bloques de soporte de acero y las placas no se apartarán de un plano por más de 0,025 mm en cualquier dimensión de 152,4 mm . El centro de la esfera de la rótula coincidirá con el centro de su cara de apoyo. Si se utiliza placa de apoyo, el centro de la esfera de la rótula reposará en una línea que pasa verticalmente a través del centroide de la cara de apoyo del espécimen. El plato de la rótula podrá girar en cualquier dirección. El diámetro de la cara de los bloques de soporte será por lo menos de 152,4 mm . Cuando el área de los bloques no sea suficiente para cubrir el área del espécimen, se colocará entre éstos y el espécimen refrentado, placas de acero con un espesor no menor de 25,4 mm . La longitud y el ancho de la placa de acero serán de por lo menos 15 mm mayor que la longitud y ancho del espécimen.

NOTA 2: Es deseable que las caras de apoyo de los bloques y placas usadas para la prueba de la compresión de hormigón (concreto) de albañilería tengan una dureza Rockwell de no menos que HRC 60 (BHN 620).

## 7.2 Especímenes de prueba

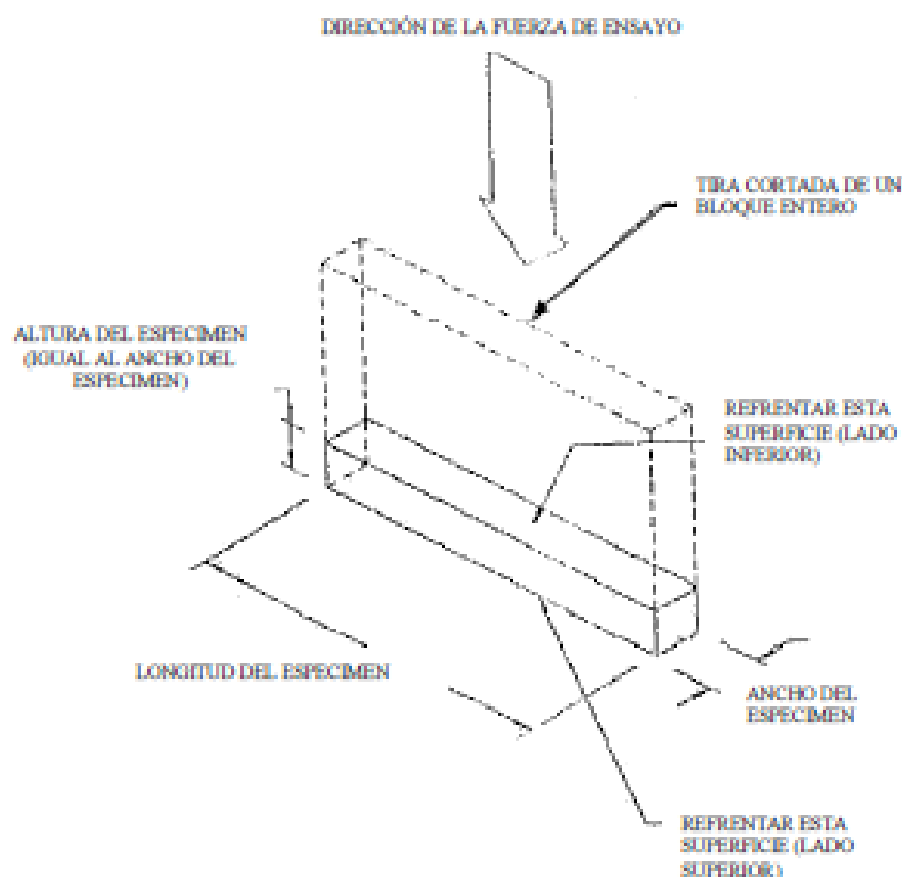
**7.2.1** De las seis unidades muestreadas, tres serán ensayadas en compresión. Después de la llegada al laboratorio, almacene (no apiladas y separadas por no menos de 13 mm en todas sus lados) en aire a una temperatura de  $24\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 8\text{ }^{\circ}\text{C}$  y una humedad relativa de menos de 80 % por no menos de 48 horas. Alternativamente, si los resultados de la compresión son requeridos prontamente, almacene unidades no apiladas en el mismo ambiente descrito arriba con una corriente de aire proporcionada por un ventilador eléctrico que pase sobre ellas por un período no menor de 4 horas. Se continúa hasta que dos pesadas sucesivas a intervalos de 2 horas muestren un incremento de pérdida no mayor que 0,2 % del peso previo determinado del espécimen y hasta que ninguna humedad o mancha de humedad sea visible sobre cualquiera de las superficies de la unidad. Los especímenes no serán sometidos a secado en horno. Los especímenes serán unidades enteras excepto según lo modificado en los apartados 7.2.2 hasta 7.2.4.

NOTA 3: En este método de ensayo, el área neta (con excepción de ciertas unidades sólidas, véase el apartado 9.4) se determina con otros especímenes distintos de los sujetos al ensayo de compresión. El método de la resistencia a la compresión se basa en la asunción que las unidades utilizadas para determinar el volumen neta (especímenes de absorción) tienen el mismo volumen neta que las unidades usadas para el ensayo de compresión. Las unidades con caras partidas, que tienen superficies irregulares, se deben separar al mismo tiempo que son muestreadas del lote, de tal modo que los especímenes del ensayo de absorción tengan un volumen neta que sea virtualmente representativo y un peso que sea representativo de los especímenes del ensayo de compresión.

7.2.2 Las proyecciones sin apoyo que tienen una longitud mayor que su espesor serán removidas por cortadora. Para unidades con tabiques rebajados, se cortarán las caras laterales al mismo nivel para proporcionar una superficie de sustento completa sobre la sección transversal neta de la unidad. Cuando la altura de la unidad que resulta quede reducida por más de un tercio de la altura original de la unidad, la unidad cortada será ensayada de acuerdo con el apartado 7.2.4.

7.2.3 Cuando las unidades enteras para el ensayo de compresión sean demasiado grandes para los bloques de la máquina de ensayo o excedan la capacidad de carga de la misma, cortar las unidades para adecuarlas correctamente con las capacidades de la máquina de ensayo. El espécimen resultante no tendrá proyecciones de las caras laterales ni tabiques irregulares y constará de celda o celdas completas de 4 caras. La resistencia a la compresión del segmento será considerada como la resistencia a la compresión de la unidad entera.

7.2.4 Cuando las unidades del ensayo de compresión tengan dimensiones y formas inusuales (tales como, pero no limitadas a, unidades en enlace de vigas, unidades del extremo abierto, y unidades de pilastras), los especímenes serán aserrados para quitar cualquier proyección de la cara lateral. El espécimen resultante será una celda o celdas que contienen cuatro caras que aseguren una superficie de apoyo del 100 % . Cuando el corte no de lugar a una unidad con cuatro lados, el espécimen será un segmento cortado de la cara lateral de cada unidad. Este segmento cortado tendrá una relación altura espesor de 2 a 1 antes del refrentado y una relación de longitud a espesor de 4 a 1. El segmento será cortado de la unidad de modo que su altura esté en la misma dirección que la altura de la unidad entera. La resistencia a la compresión del segmento será la resistencia a la compresión del área neta de la unidad entera.



**FIGURA 1 - Esquema de ensayo de compresión**

7.2.5 Para el ensayo de resistencia a la compresión de segmentos cortados de muros, los especímenes ensayados serán no menos del 75 % sólidos y tendrán una relación de altura a espesor de no menos que 1:1 y no más que 2:1. Si es necesario el corte del espécimen en el ensayo, será realizado de acuerdo con los apartados 7.2.3 y 7.2.6.

7.2.6 El aserrado será realizado de una manera exacta y competente sometiendo al espécimen a la mínima vibración posible de la sierra. Utilizar una sierra de diamante con dureza apropiada. Si el espécimen se moja durante el aserrado, permita que el espécimen se seque a las condiciones del aire del laboratorio antes del ensayo utilizando los procedimientos indicados en el apartado 7.2.1.

7.2.7 Si los especímenes del ensayo de compresión han sido cortados de unidades enteras de acuerdo con las provisiones de los apartados 7.2.2 a 7.2.4 y el área neta de compresión de los especímenes de prueba no puede ser determinada por el apartado 9.4.1, cortar tres unidades adicionales con las dimensiones y configuración de los tres especímenes del ensayo de compresión. El área neta promedio de los especímenes de compresión cortados será el promedio del área neta de las tres unidades adicionales cortadas calculada de acuerdo a lo referido en el apartado 9.4. Los volúmenes netos calculados de los especímenes cortados no deberán usarse en el cálculo del espesor equivalente.

### 7.3 Refrentado de los especímenes de prueba

7.3.1 Refrentar las superficies de apoyo de las unidades por uno de los métodos de los apartados 7.3.2 ó 7.3.3.

7.3.2 Azufre y materiales granulares: Extender uniformemente en una superficie de refrentado no absorbente que haya sido cubierta ligeramente con aceite (Véase NOTA 5) o rociada con una capa de TFE – fluoro- carbono. Utilizar mezclas preparadas por el propietario o el laboratorio de 40 % a 60 % de azufre por peso, el resto es bentonita molida convenientemente u otro material inerte que pase por el tamiz N° 100 ( 150  $\mu\text{m}$ ) con o sin plastificante. Calentar la mezcla de azufre en una olla de calefacción controlada por termostato a una temperatura suficiente para mantener la fluidez después del contacto con la superficie de refrentado. Tener cuidado para evitar el sobrecalentamiento, y revolver el líquido en la olla momentos antes de su uso. La superficie de refrentado será plana dentro de los 0,08 mm en 406,4 mm y será lo suficientemente rígida para no flexionarse durante la operación de refrentado. Colocar cuatro barras de acero cuadradas de 25 mm sobre la placa superficial del refrentado para formar un molde rectangular aproximadamente de 12,7 mm mayor en cualquier dimensión interior que la unidad de albañilería. Llène a una profundidad de 6,4 mm con material fundido de azufre. Lleve la superficie de la unidad para ser refrentada rápidamente en contacto con el líquido e inserte el espécimen, manteniéndolo de modo que su eje sea perpendicular a la superficie del líquido de refrentado. Permitir que la unidad no sea perturbada hasta que la solidificación este completa. Permitir que el refrentado enfrie por un mínimo de 2 horas antes de ensayar los especímenes. No se permitirá el parchado del refrentado. Quitar los refrentados imperfectos y substituirlos por nuevos.

NOTA 4: El uso del aceite en las placas de refrentado puede ser omitido si se encuentra que la placa y la unidad pueden ser separadas sin dañar el refrentado.

7.3.3 Refrentado con yeso-cemento: Extender uniformemente en una superficie de refrentado no absorbente que haya sido cubierta ligeramente con aceite (Véase NOTA 4) o rociado con una capa de TFE-fluorocarbono, una pasta de yeso-cemento de alta resistencia (Véase NOTA 5) y agua. Este yeso-cemento cuando esté mezclado con agua a la consistencia de refrentado, tendrá una resistencia a la compresión a las 2 horas no menor de 24,1 MPa ensayada en cubos de 50,8 mm. La superficie de la placa del bastidor estará conforme con los requisitos descritos en el apartado 7.3.2. Poner la superficie de la unidad para ser refrentada en contacto con la pasta de refrentado; presionar firmemente hacia abajo el espécimen con un solo movimiento, manteniéndolo de modo que su eje sea perpendicular a la superficie de refrentado. El espesor medio del refrentado no excederá de 3,2 mm. No se permitirá el parchado del refrentado. Retirar capas imperfectas y reemplazar con capas nuevas. El refrentado se realizará al menos 2 horas antes del ensayo de los especímenes.

NOTA 5: Los dos yeso-cementos siguientes se consideran dentro de esta clasificación: yeso-cemento blanco Hydrotone o Hydrocal. Otros yeso-cementos no deben ser utilizados a menos que se demuestre por ensayos estar dentro de los requerimientos del ensayo de resistencia.

## 7.4 Procedimiento

7.4.1 Colocación de los especímenes: Ensayar los especímenes con el centroide de sus superficies de apoyo alineada verticalmente con el centro de empuje de la rótula de la máquina de ensayo (Véase NOTA 6). A excepción de unidades especiales para uso con sus paredes en una dirección horizontal, ensayar todas las unidades huecas de la albañilería de concreto con sus paredes en dirección vertical. Las unidades de albañilería que sean 100 % sólidas y unidades huecas especiales previstas para su uso, ensayarlas con sus huecos en dirección horizontal, en la misma dirección de servicio.

NOTA 6: Para las unidades de albañilería que sean simétricas respecto a un eje, la localización del eje puede ser determinada geométricamente dividiendo la dimensión perpendicular a ese eje (pero en el mismo plano) por dos. Para unidades de albañilería que sean asimétricas respecto a un eje, la localización de ese eje puede ser determinada balanceando la unidad de albañilería sobre el borde de un cuchillo o una barra metálica colocada paralela a dicho eje. Si se utiliza una barra de metal, la barra será recta, cilíndrica (capaz de rodar libremente en una superficie plana), tener un diámetro de no menos de 6,4 mm y no más que 19,1 mm, y su longitud sobrepasará cada extremo del espécimen cuando está colocado sobre ella. La barra de metal será colocada sobre una superficie lisa y plana. Determinado el eje centroidal será marcado en el extremo de la unidad usando un lápiz o etiqueta de plástico que tenga un ancho de marca no mayor que 1,3 mm. Una barra de chuceo usada para la consolidación del concreto y para el ensayo de asentamiento conformadas de acuerdo con la NTP 339.035 se utiliza a menudo como barra de balanceo.

**7.4.2 Condición de humedad de los especímenes:** Cuando se ensayen los especímenes, estarán libres de humedad visible o manchas de humedad.

**7.4.3 Velocidad de ensayo:** Aplicar la carga hasta la mitad de la máxima prevista a cualquier velocidad conveniente, después ajustar los controles de la máquina para dar un recorrido uniforme del cabezal móvil tal que la carga restante sea aplicada en no menos de 1 minuto y no más de 2 minutos.

**7.4.4 Carga máxima:** Registrar la carga de compresión máxima en Newtons como  $P_{m\acute{a}x}$ .

## 8. ABSORCIÓN

**8.1 Aparato:** La balanza utilizada será sensible dentro del 0,5 % del peso del espécimen más pequeño probado.

**8.2 Ensayo de especímenes:** Se utilizarán tres unidades enteras que hayan sido marcadas, pesadas, y registradas de acuerdo con el apartado 5.3.2. Las pruebas serán realizadas en unidades enteras cuando los resultados de la prueba deben ser utilizados para determinar el contenido de humedad de acuerdo con el apartado 9.2 o espesor equivalente de acuerdo con el apartado 9.7.

**8.2.1** Las pruebas serán realizadas en unidades enteras o especímenes cortados de unidades enteras. Los valores calculados de absorción y densidad de piezas reducidas serán considerados como representativas de la unidad entera. La razón de la reducción será incluida en el informe del ensayo.

### 8.3 Procedimiento

**8.3.1 Saturación:** Sumergir los especímenes de prueba en agua a una temperatura de 15,6 °C a 26,7 °C por 24 horas. Pesar los especímenes mientras están suspendidos por un alambre de metal y sumergidos totalmente en agua y registrar  $W_i$  (peso sumergido).



Sacar del agua y permitir el drenado por 1 minuto colocándolo en una malla de alambre más grueso de 9,5 mm, retirando el agua superficial visible con un paño húmedo; pesar y registrar como  $W_s$  (peso saturado).

**8.3.2 Secado:** Subsecuente a la saturación, secar los especímenes en un horno ventilado a 100 °C a 115 °C por no menos de 24 horas y hasta que dos pesadas sucesivas en intervalos de 2 horas muestren un incremento de la pérdida no mayor que 0,2 % del peso último previamente determinado del espécimen. Registrar los pesos de los especímenes secados  $W_d$  (peso secado al horno).

## 9. CÁLCULOS

**9.1 Absorción:** Calcular la absorción como sigue:

$$\text{Absorción, kg/m}^3 = [ ( W_s - W_d ) / ( W_s - W_i ) ] \times 1000,$$

$$\text{Absorción, \%} = [ ( W_s - W_d ) / W_d ] \times 100 \quad (1)$$

donde:

$W_s$  = peso saturado del espécimen, (kg)

$W_i$  = peso sumergido del espécimen, (kg)

$W_d$  = peso seco al horno del espécimen, (kg).

**9.2 Contenido de humedad:** Calcular el contenido de humedad como sigue:

$$\text{Contenido de humedad, \% de absorción total} = [ ( W_r - W_d ) / ( W_s - W_d ) ] \times 100 \quad (2)$$

donde:

$W_r$  = peso recibido de la unidad, (kg).

$W_d$  = peso seco al horno de la unidad, (kg), y

$W_s$  = peso saturado de la unidad, (kg)

9.3 **Densidad:** Calcular la densidad seca al horno como sigue:

$$\text{Densidad (D), kg/m}^3 = [ W_d / (W_s - W_i) ] \times 1000 \quad (3)$$

donde:

$W_d$  = peso seco al horno del espécimen, (kg).

$W_s$  = peso saturado del espécimen, (kg), y

$W_i$  = peso sumergido del espécimen, (kg).

9.4 **Área neta media:** Calcular el área neta media como sigue:

$$\text{Volumen neto (Vn), mm}^3 = W_d / D = (W_s - W_i) \times 10^4 \quad (4)$$

$$\text{Área Neta Media (An), mm}^2 = V_n / H$$

donde:

$V_n$  = volumen neto del espécimen.

$W_d$  = peso seco al horno del espécimen, kg (Véase el apartado 8.3.2),

$D$  = Densidad seca al horno del espécimen,  $\text{kg/m}^3$  (Véase el apartado 9.3),

$W_s$  = peso saturado del espécimen, kg (Véase el apartado 8.3.1),

$W_i$  = peso sumergido del espécimen, kg (Véase el apartado 8.3.1).

$A_n$  = área neta media del espécimen,  $\text{mm}^2$ , y

$H$  = altura media del espécimen, mm (Véase el apartado 5.3.2).

9.4.1 A excepción de los especímenes de forma irregular, tales como aquellos con superficies con hendiduras, calcular el área neta de los segmentos de ensayo y aquellos especímenes cuyas áreas de la sección transversal neta en cada plano paralelo a la superficie de apoyo sea el área bruta de la sección transversal medida en el mismo plano, como sigue:

$$\text{Área neta (An), mm}^2 = L \times W \quad (5)$$

donde:

$A_n$  = área neta del segmento de ensayo o espécimen,  $\text{mm}^2$ ,  
 $L$  = longitud promedio del segmento de ensayo del espécimen, mm, y  
 $W$  = anchura promedio del segmento de ensayo o espécimen, mm

**TABLA 1 - Factores de corrección de la relación altura a espesor para los ensayos de compresión en segmentos de unidades de muros de contención**

$h/t^A$	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
Factor de corrección	0,85	0,88	0,90	0,92	0,94	0,95	0,96	0,97	0,98	0,99	1,00

<sup>A</sup>  $h/t$  = relación de altura del espécimen a la menor dimensión lateral medida.

**9.5** Área bruta: Calcular el área bruta como sigue:

$$\text{Área bruta } (A_g), \text{ mm}^2 = L \times W \quad (6)$$

donde:

$A_g$  = área bruta del espécimen,  $\text{mm}^2$ ,  
 $L$  = longitud promedio del espécimen, mm (Véase el apartado 6.3.2), y  
 $W$  = ancho promedio del espécimen, mm (véase el apartado 6.3.2).

El área bruta de la sección transversal de un espécimen es el área total de la sección perpendicular a la dirección de la carga, incluyendo áreas dentro de las celdas y espacios reentrantes, a menos que estos espacios vayan a ser ocupados por porciones de la albañilería adyacente.

**9.6** Esfuerzo de compresión

**9.6.1** Esfuerzo de compresión del área neta: Calcular el esfuerzo de compresión del área neta del espécimen como sigue:

$$\text{Esfuerzo de compresión del área neta, MPa} = P_{\text{max}} / A_n \quad (7)$$

donde:

$P_{\text{máx}}$  = carga de compresión máxima, N (Véase el apartado 6.4.3), y  
 $A_n$  = área neta promedio del espécimen,  $\text{mm}^2$  (Véase el apartado 9.4)

**9.6.2 Esfuerzo de compresión del área bruta:** Calcular el esfuerzo de compresión del área bruta del espécimen como sigue:

$$\text{Esfuerzo de compresión del área bruta, MPa} = P_{\text{max}} / A_g \quad (8)$$

donde:

$P_{\text{max}}$  = carga, (N), y  
 $A_g$  = área bruta del espécimen,  $\text{mm}^2$

**9.6.3 Resistencia a la compresión del área neta corregida para especímenes cortados de muros de contención:** Multiplique la fuerza de compresión del área neta calculada de cada espécimen por el factor de corrección de la relación altura a espesor de la tabla 1.

**9.7 Espesor equivalente del tabique:**El espesor equivalente del tabique de cada unidades igual a la suma de los espesores medidos de todos los tabiques en la unidad multiplicada por 12 y dividida por la longitud de la unidad.

NOTA 7: El espesor equivalente del tabique no se aplica a la porción de la unidad que se llenará con lechada. La longitud de esa porción se debe deducir de la longitud total de la unidad.

**9.8 Espesor equivalente:** El espesor equivalente para la albañilería de concreto se define como el espesor promedio del material sólido en la unidad y se calcula como sigue:

$$T_e, \text{ mm} = [ V_n / (L \times H) ] \quad (9)$$

donde:

$T_e$  = espesor equivalente, mm,  
 $V_n$  = volumen neto promedio de unidades enteras,  $\text{mm}^3$ ,  
 $L$  = longitud promedio de las unidades enteras, mm, y  
 $H$  = altura promedio de las unidades enteras, mm.

## 10. INFORME

10.1 Un informe completo incluirá lo siguiente:

10.1.1 La resistencia a la compresión del área bruta con aproximación a las 0,1 MPa por separado para cada espécimen y como el promedio para de especímenes según lo determinado por el apartado 9.6.1.

a) Para las unidades segmentadas de muros, reportar la resistencia a la compresión con aproximación a 0,1 MPa, la relación altura espesor, y la resistencia a la compresión corregida por separado para cada espécimen según lo determinado por el apartado 9.6. También, reportar la resistencia a la compresión del promedio corregida para el conjunto de tres especímenes.

10.1.2 La absorción y la densidad resultante por separado para cada unidad y como el promedio para las tres unidades según lo determinado por los apartados 9.1 y 9.3. También, en caso sea necesario, reportar la razón de la reducción de medida de los especímenes utilizados en el ensayo de absorción.

10.1.3 El ancho, la altura, y la longitud promedios de cada espécimen según lo determinado por el apartado 6.3.2.

10.1.4 El espesor mínimo de la pared lateral del bloque como promedio de las medidas en cada uno de los tres especímenes según lo determinado en el apartado 6.3.2.

10.1.5 El espesor mínimo del tabique como promedio del espesor mínimo del tabique registrado para cada uno de tres especímenes según lo determinado en el apartado 6.3.2.

10.1.6 El espesor equivalente del tabique como promedio de tres especímenes según lo determinado por el apartado 9.7.

10.1.7 El espesor equivalente como promedio de tres especímenes según lo determinado en el apartado 9.8 cuando sea requerido.

El contenido de humedad como promedio de tres especímenes según lo determinado en el apartado 9.2 cuando sea requerido.

## 11. ANTECEDENTE

ASTM C 140:1997

Standard test methods of sampling and testing  
concrete masonry units



**ANEXO IV**  
**ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS**



**ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS**

Código : F06-PP-PR-02.02  
Versión : 08  
Fecha : 12-09-2017  
Página : 1 de 1

Yo, Dr. Rigoberto Cerna Chávez docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo Chimbote, revisor de la tesis titulada "PROPIEDADES FISICO MECÁNICAS DEL LADRILLO DE CONCRETO AL SUSTITUIR EL CEMENTO POR CENIZAS DE ASERRIN EN UN 10% 15% Y 20% NUEVO CHIMBOTE - 2018", de la estudiante CELESTE STEFANI IBAÑEZ NECIOSUP, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 11% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Chimbote, 7 de Diciembre del 2018

.....  
Dr. RIGOBERTO CERNA CHÁVEZ

DNI:32942267

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

Yo, Dr. Rigoberto Cerna Chávez docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo Chimbote, revisor de la tesis titulada "PROPIEDADES FISICO MECÁNICAS DEL LADRILLO DE CONCRETO AL SUSTITUIR EL CEMENTO POR CENIZAS DE ASERRIN EN UN 10% 15% Y 20% NUEVO CHIMBOTE - 2018", del estudiante YOEL KIN RODRIGUEZ MORALES, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 11% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Chimbote, 7 de Diciembre del 2018



Dr. RIGOBERTO CERNA CHÁVEZ

DNI:32942267

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

**ANEXO V**  
**FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA**  
**PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DE TESIS**



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI)  
"César Acuña Peralta"

## FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DE LAS TESIS

### 1. DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres: (solo los datos del que autoriza)

IBÁÑEZ NECIOSUP CELESTE STEFANI  
D.N.I. : 70116426  
Domicilio : URB. NICOLÁS GARATEA MZ 17 LOTE 06  
Teléfono : Fijo : 614751 Móvil : 928836163  
E-mail : CELESTE\_IBANEC\_95@GMAIL.COM

### 2. IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS

Modalidad:

Tesis de Pregrado

Facultad : INGENIERIA  
Escuela : PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
Carrera : INGENIERIA CIVIL  
Título : INGENIERA CIVIL

Tesis de Post Grado

Maestría

Doctorado

Grado :  
Mención :

### 3. DATOS DE LA TESIS

Autor (es) Apellidos y Nombres:

RODRIGUEZ MORALES, YOEL KIN  
IBÁÑEZ NECIOSUP, CELESTE STEFANI

Título de la tesis:

<< PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL LADRILLO DE CONCRETO AL  
SUSTITUIR EL CEMENTO POR CENIZAS DE ASERRIN EN UN 10%, 15%,  
Y 20%. NUEVO CHIMBOTE - 2018 >>

Año de publicación : 2018

### 4. AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN VERSIÓN ELECTRÓNICA:

A través del presente documento,

Si autorizo a publicar en texto completo mi tesis.



No autorizo a publicar en texto completo mi tesis.



Firma : 

Fecha : 17/12/2018





Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI)
"César Acuña Peralta"

FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DE LAS TESIS

1. DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres: (solo los datos del que autoriza)

RODRIGUEZ MORALES YOEL KIN
D.N.I. : 72497411
Domicilio : 21 DE ABRIL MZ. B-6 LOTE 15
Teléfono : Fijo : Móvil : 94264629
E-mail : YOEL-K21@HOTMAIL.COM

2. IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS

Modalidad:

[X] Tesis de Pregrado

Facultad : INGENIERIA
Escuela : PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
Carrera : INGENIERIA CIVIL
Título : INGENIERO CIVIL

[ ] Tesis de Post Grado

[ ] Maestría

[ ] Doctorado

Grado :
Mención :

3. DATOS DE LA TESIS

Autor (es) Apellidos y Nombres:

RODRIGUEZ MORALES YOEL KIN
IBÁÑEZ NECIOSUP CELESTE STEFANI

Título de la tesis:

<< PROPIEDADES FISICO MECANICAS DEL LADRILLO DE CONCRETO AL SUSTITUIR EL CEMENTO POR CENIZAS DE ASERRIN EN UN 10%, 15% Y 20%. NUEVO CHIMBOTE - 2018 >>

Año de publicación : 2018

4. AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN VERSIÓN ELECTRÓNICA:

A través del presente documento,

Si autorizo a publicar en texto completo mi tesis.

No autorizo a publicar en texto completo mi tesis.



Firma :

[Handwritten signature]

Fecha : 17/12/2018

**ANEXO VI**  
**FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN**  
**FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**





# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE

E. P. Ingeniería Civil

---

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

IBAÑEZ NECIOSUP, CELESTE STEFANI

INFORME TÍTULADO:

“PROPIEDADES FISICO MECANICA DEL LADRILLO DE CONCRETO AL  
SUSTITUIR EL CEMENTO POR CENIZAS DE ASERRIN EN UN 10% 15%  
Y 20% NUEVO CHIMBOTE - 2018”

---

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

---

INGENIERA CIVIL

SUSTENTADO EN FECHA: Viernes , 07 de Diciembre de 2018

NOTA O MENCIÓN: DIECISIETE (17)

FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN





# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE

E. P. Ingeniería Civil

---

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

RODRIGÚEZ MORALES, YOEL KIN

INFORME TÍTULADO:

“ PROPIEDADES DEL LADRILLO DE CONCRETO AL SUSTITUIR EL CEMENTO POR CENIZA DE ASERRIN EN UN 10% , 15% Y 20% - NUEVO CHIMBOTE 2018”

---

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:


---

INGENIERO CIVIL

SUSTENTADO EN FECHA: viernes, 07 de diciembre de 2018

NOTA O MENCIÓN: DIECISIETE ( 17 )



  
FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN  
DE E. P. INGENIERÍA CIVIL