

**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL**



**Influencia de la sustitución del agregado grueso de los ladrillos  
de concreto por escoria de horno de arco eléctrico al 30% y  
40% en la resistencia a la compresión**

**Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil**

**Autor**

Cruz Roman, Yerson Alexis

**Asesor**

Castañeda Gamboa, Rogelio

Chimbote – Perú

2020

# INDICE

<b>PALABRA CLAVE</b> .....	ii
<b>KEY WORDS</b> .....	ii
<b>LINEAS DE INVESTIGACION</b> .....	ii
<b>TÍTULO</b> .....	iii
<b>RESUMEN</b> .....	iv
<b>ABSTRACT</b> .....	v
<b>I. INTRODUCCION</b> .....	1
<b>II. METODOLOGÍA</b> .....	28
<b>III. RESULTADOS</b> .....	35
<b>IV. ANALISIS Y DISCUSION</b> .....	46
<b>V. CONCLUSIONES</b> .....	48
<b>VI. RECOMENDACIONES</b> .....	50
<b>VII. AGRADECIMIENTOS</b> .....	51
<b>VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b> .....	52
<b>IX. ANEXOS</b> .....	54

### **PALABRA CLAVE**

<b>Tema :Ladrillo</b> Especialidad :Concreto
---

### **KEY WORDS**

<b>Theme Brick</b> Steciality:Concrete
---

### **LINEAS DE INVESTIGACION**

Línea de investigación	<b>Construcción y Gestión de la construcción</b>
Área	Ingeniería y tecnología
Subarea	Ingeniería civil
Disciplina	Ingeniería civil

## **TÍTULO**

**“INFLUENCIA DE LA SUSTITUCION DEL AGREGADO GRUESO DE LOS  
LADRILLOS DE CONCRETO POR ESCORIA DE HORNO DE ARCO  
ELECTRICO AL 30% Y 40% EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION”**

## **RESUMEN**

El presente proyecto tuvo por objetivo mejorar la resistencia de los ladrillos de concreto utilizando la escoria de horno de arco eléctrico al 30% y 40% sustituyendo al agregado grueso.

El material usado, la escoria de horno de arco eléctrico, fue obtenida de Sider Peru ubicado en la región de Ancash - Santa – Chimbote, el cual hicimos un pedido de 35 kg para poder realizar nuestras muestras experimentales. Esta escoria ha pasado por un proceso de molido y tamizado para que tenga la misma granulometría que el agregado grueso que voy a reemplazar (el confitillo). Con la adición de este material a nuestros ladrillos de concreto obtenemos una mejor resistencia a la compresión, igual o mayor con respecto a los ladrillos patrones

Se realizó un diseño de mezcla para una muestra patrón para un ladrillo tipo IV (130 kg/cm<sup>2</sup>) verificando esta mediante el ensayo de resistencia a la compresión. La cantidad de muestras a ensayar fueron 12 ( 6 muestras patrón, 3 experimentales al 30% y 3 experimentales al 40%). Las resistencias de las 15 muestras restantes fueron proyectadas mediante un modelo matemático publicado en el Código Modelo CEB-FIP 1990.

Como resultado se obtuvo que las resistencias promedios de los ensayos a los 7, 14 y 28 días fueron de 170 kg/cm<sup>2</sup> (para la muestra patrón), 189.09 kg/cm<sup>2</sup> (para el experimental al 30% de sustitución) y 195.67 kg/cm<sup>2</sup> (para el experimental al 40% de sustitución). Llegando a la conclusión de que todas las muestras superaron a la resistencia de diseño, y que los experimentales sobrepasaron a la resistencia de las muestras patrones.

.

## **ABSTRACT**

The objective of this project was to improve the resistance of concrete bricks using 30% and 40% electric arc furnace slag, replacing the coarse aggregate.

The material used, the electric arc furnace slag, was obtained from Sider Peru located in the Ancash - Santa - Chimbote region, which we placed an order for 35 kg to carry out our experimental samples. This slag has gone through a grinding and sieving process so that it has the same grain size as the coarse aggregate that I am going to replace (the confectionery). By updating this material to our concrete bricks we obtain a better resistance to understanding, equal or greater with respect to the brick patterns

A mix design was made for a standard sample for a type IV brick (130 kg / cm<sup>2</sup>), verifying this by means of the compression resistance test. The number of samples to be tested was 12 (6 standard samples, 3 experiments at 30% and 3 experiments at 40%). The resistances of the remaining 15 samples were projected using a mathematical model published in the CEB-FIP Model Code 1990.

As a result, it was obtained that the average resistances of the tests at 7, 14 and 28 days were 170 kg / cm<sup>2</sup> (for the standard sample), 189.09 kg / cm<sup>2</sup> (for the experimental 30% replacement) and 195.67 kg / cm<sup>2</sup> (for the experiment at 40% replacement). Concluding that all samples exceeded the design resistance, and the experiments exceeded the resistance of the standard samples.

## **I. INTRODUCCION**

Los antecedentes referidos al estudio de investigación, después de haberse realizado la búsqueda bibliográfica están orientados a determinar a aquellas Instituciones o Investigadores que han efectuado estudios relacionados con la escoria.

Gonzales, M. (2015) Realiza la tesis doctoral en la que se planteó una sustitución al 100% del agregado fino un 80% del agregado grueso y tuvo objetivos como: Determinar dosificaciones de áridos siderúrgico para la elaboración de concreto, evaluar la capacidad del hormigón siderúrgico para contrarrestar la radiación gamma.

Donde se obtiene como resultado final que las utilizaciones de estos porcentajes dan como obtención concreto similares o superiores en resistencia en comparación con un concreto convencional. Y a la vez que los usos de escoria proveen una protección contra las radiaciones gamma.

Santacruz, J. (2016), desarrolla una investigación la cual tuvo como objetivo analizar la factibilidad de utilizar escoria de fundición secundaria de plomo como reemplazo de arcilla en la elaboración de ladrillos cerámicos, siendo esta investigación de tipo aplicada de diseño experimental con nivel cuasi-experimental.

La conclusión a la que llegó fue que la escoria de fundición secundaria de plomo, contenidos importantes de óxidos de hierro, los cuales le proveen al residuo potencial colorante al ser agregado en productos cerámicos. Otros componentes en cantidades apreciables en la escoria es el sodio, que provoca en este material características importantes que producen un efecto sintetizador durante el hervor de cerámicos producidos con adición de este material residual.

Zelada, R. (2016), desarrolla la investigación la cual tuvo como objetivo realizar la estimación económica de la escoria de horno eléctrico producida por SIDERPERU como alternativa a la piedra en el área de construcción, siendo dicha investigación de tipo aplicada de diseño experimental con nivel cuasi-experimental.

La conclusión a la que llegó es que la escoria de horno eléctrico de SIDERPERU tiene un potencial económico de hasta S/ 402 000 como estimación de uso alternativo a la piedra de cantera en el área de construcción. Se puede afirmar que contribuye a la protección del medio ambiente, esto debido al nuevo valor que se le da a un residuo industrial y también debido a que ya disminuirá el proceso de producción de la piedra.

Huamani, G. & Paucar, F. (2018) En su Investigación se aprecia el objetivo de hallar la influencia de los agregados de diferentes procedencias sobre la resistencia a esfuerzos de compresión del concreto ; obtuvo como conclusión que la procedencia de los agregados influyen sobre la resistencia del concreto , al igual que su diseño de mezcla.

Tirado, J. (2018) en su investigación muestra como conclusiones que el concreto que tiene escoria, obtiene una relación A/C de 0.756, mientras que un concreto convencional tiene una relación A/C 0.717, dando como resultado que la escoria absorbe mayor cantidad de agua. En cuanto a la resistencia que presentan los testigos, el que da un mejor resultado es el testigo que tiene 45 % de sustitución (242.27 kg/cm<sup>2</sup>), sobrepasando al de 48% (220.50 kg/cm<sup>2</sup>), pudiéndose observa un excedente de casi 22 kg/cm<sup>2</sup>.

Actualmente en el Perú podemos observar diferentes problemáticas en torno a las estructuras de concreto y esto se debe a muchos factores entre estos encontramos la deficiente resistencia estructural que se debe a que la población realiza construcciones sin aplicar las normas o considera que realizar una edificación de acuerdo a la norma es muy

costosa; es por ello que necesitamos implementar nuevos elementos para la construcción de bajo costo y que a la vez sea más resistente; y siendo la escoria de horno de arco eléctrico, el costo de adquisición es significativamente más bajo que el agregado convencional y podría ser una interesante opción para la fabricación de nuevos ladrillos de concreto concretos.

Este proyecto es importante porque se obtiene una nueva opción para elaborar un ladrillo de concreto. Ya que en el medio en el que vivimos no es recomendable usar ladrillos artesanales, ya que muchas veces no pasan los estándares de calidad, es por ello, que se plantea mejorar a este producto que es muy usado en nuestra localidad.

La información que aporta esta investigación es un nuevo material (escoria) en porcentajes como una opción para crear un ladrillo de concreto.

Esta investigación da solución para elaborar nuevos materiales y nuevas opciones de ladrillo de concreto.

Esta investigación se va a realizar porque es de suma importancia ya que beneficiara al conocimiento de nuevos materiales e innova mucho al medio ambiente ya que se está dando a algo “sin valor” un uso importante y que se mantiene en el tiempo, el mundo de la construcción nunca se detendrá y el de la metalurgia tampoco, por ello es un buen camino el usar este elemento para la elaboración de edificaciones. Es importante hacer que algo que “ya perdió su valor” pueda ser útil para nuestras vidas y entorno.

Este material será extraído directamente de SIDERPERU, se localiza en Chimbote, Ancash – Perú con la que buscamos una alternativa más con este recurso para el diseño de ladrillos de concreto de alta resistencia.

Uno de los principales obstáculos que tenemos dentro de las unidades de albañilería son sus características de resistencia, ya que muchas veces se necesita obtener muros portantes o de alta calidad para no ver algunos defectos o contrarrestar muchas de las patologías que se presentan por falta de resistencia.

Por lo cual formulamos la siguiente pregunta Específica:

¿Cuál es la influencia de la sustitución del agregado grueso en un 30% y 40% por escoria de horno de arco eléctrico, en la resistencia a la compresión de los ladrillos de concreto, en comparación a un ladrillo de concreto convencional?

En este proyecto de investigación de toma como variable dependiente a la resistencia a la compresión y la variable independiente son los porcentajes de escoria que se manipularan , en este caso 30% y 40%. A continuación se presente el siguiente cuadro resumen para dar una mejor comprensión a la variable dependiente e independiente.

### **Tecnología del concreto**

El concreto u hormigón es una mezcla de materiales que es empleado para construcción, consta en la totalidad de veces de un material que aglomera agregados pétreos con agua y si es que lo requiere aditivos. El aglomerante del que se habla en la mayoría de las ocasiones es el cemento mezclado con una razonable cantidad de agua para que de esta manera se active al cemento. Los agregados, que son áridos que se encuentran fragmentados y de diámetros variables, tienen varias clasificaciones: grava, gravilla, arena. Al mezclar el cemento con agua se te obtiene un producto llamado mortero. El

concreto asfáltico es una mezcla que tiene como aglomerante al betún, con este ejemplo, podremos decir que el cemento no es el único aglomerante que existe.

El cemento es un material en polvo, muy fino en cuanto a diámetro, que se encuentra en estado inactivo hasta que entra en contacto con el agua (hidratación) y convierte en una masa maleable con propiedades de adherencia muy importantes que con pocas horas de hidratarse, se endurece de tal manera que se torna en un material de apariencia y consistencia pétreo. El cemento tiene una consistencia basada esencialmente en silicato cálcico hidratado (S-C-H), este compuesto químico es el artífice primordial para que el cemento tenga sus propiedades aglomerantes. El cemento recibe la denominación de “hidráulico” cuando este, resultante de su hidratación, no sufre anomalías cuando está en condiciones de sobrecarga de agua. Por otro lado, para poder cambiar ciertas características, se pueden adherir cualquier aditivo según requerimiento o situación .A día de hoy existen una gran variedad de aditivos, de los cuales podemos mencionar los siguientes: impermeabilizantes, retardantes y aceleradores de fraguado, meabilizantes, y muchos más.

El concreto común, que se utiliza en cualquier tipo de construcción convencional (como pavimentos o estructuras) tiene un peso específico aproximado de  $2200 \text{ kg/m}^3$ . El concreto tiene este valor aproximado en su densidad porque los agregados no tienen el mismo peso específico (para la construcción se utilizan distintos tipos de roca), también puede varias por otros factores como el aire atrapado que se debe al momento de mezclar el cemento con el agua. Por otra parte, La dimisión máxima del agregado es influyente en los volúmenes de agua y cemento que se requerirá. Al disminuir la cantidad de pasta aglomerante (aumentándose la cantidad de agregado), se incrementa la densidad. Al incluirse el acero en el concreto (concreto armado), el peso unitario del concreto con la armadura que pueda incluir aumenta considerablemente y tiene un valor aproximado de  $2400 \text{ kg/m}^3$  ( $150 \text{ lb/ft}^3$ ).

La característica principal de este producto ( el concreto) es que soporta de manera muy optima las cargas de compresión, pero es muy frágil ante otros esfuerzos, como la tracción o flexión, es debido a esto que se incluyen a un concreto convencional el acero en forma de armaduras, de esta forma el hormigón recibe el nombre de concreto armado, o concreto pre-reforzado en algunos lugares; con este nuevo producto llegamos a obtener un material que es resistente a esfuerzos a la compresión y a la vez se comporta de buena manera a los esfuerzos de flexión y cortante. Cuando se planifica construir una estructural cualquiera haciendo uso de concreto armado se tiene que tomar en cuenta los elementos que la integrarán como: el tipo de cemento, agregados, los aditivos (si fuese necesario) y el acero que se necesita usar. Todos estos parámetros estaran en función los distintos factores a los que se someterá la estructura como: los esfuerzos que deberá soportar, de las condiciones ambientales, fenómenos naturales, etc.

(“Es.wikipedia.org” s/f, parr. 1-5)

## **Tipos de concreto**

### **Concreto convencional**

Concreto que se usa generalmente para todo tipo de construcciones que no requieran características específicas y son utilizados para: Pisos, losas, muros, cimentaciones, banquetas, guarniciones, etc. Este tipo de concreto nos puede aportar lo siguiente: puede utilizarse cualquier tipo de aditivo, tiene una buena trabajabilidad y cohesión

### **Concreto estructural**

Producto con un estándar de calidad optimo y que satisface con cada una de las condiciones que estipula los reglamentos y normas nacionales de construcción como en el caso de edificar colegios, anfiteatros, edificios públicos y cualquier edificación con alto nivel de seguridad. Este tipo de concreto nos Ofrece:

- Resistencias mayores o iguales que 250 y menores que 400 kg/cm<sup>2</sup>
- Agregados de origen caliza o basalto

- Excelente trabajabilidad y cohesión
- Mayor durabilidad que la de un concreto convencional.

### **Concretos acelerantes**

Creado para obras donde se requiera la exigencia a un desencofrado rápido. En este caso, el hormigón alcanza su resistencia pico en tan solo 3, 7 ó 14 días de edad, y si es que el requerimiento o la necesidad es mayor se puede proporcionar concretos su máxima resistencia en 48 horas o menos. De esta manera se garantiza cualquier resistencia que se pueda solicitar. Este tipo de concreto nos permite acelerar el tiempo de construcción, esto incluye una menor cantidad de uso de madera para encofrado, clavos, palos, mano de obra y acelera también que la estructura esté en servicio en un menos tiempo. Con todo esto mencionado podemos decir que se puede disminuir el costo de la obra.

### **Concreto arquitectónico**

También llamado concreto decorativo, Es un tipo de concreto que su uso esta direccionado o pensado a brindar una gran lista de alternativas estéticas en cuestión de acabados y colores, dependiendo las necesidades de quien construya o también de la obra misma. La resistencia con la que se la puede solicitar puede ser la que se desee, al igual que las dimensiones de los agregados gruesos y también la trabajabilidad que esta pueda tener. Este concreto puede ofrecer una gran variedad de colores y texturas en su acabado, también se le puede trabajar para que tenga dregadados (dependiendo de cuanta luz ultravioleta reciba). También ofrece concretos con acabado y color de marlo ó estampado, se puede elaborar con cementos blancos en este caso.

### **Concreto mr**

Este tipo de hormigón ha sido creado para que pueda utilizarse en la elaboración de elementos estructurales que reciban esfuerzos transversales a la estructura (flexión), por consiguiente, su utilización se ubica en la edificación de pistas, pisos que reciban grandes cargas (balanzas de camiones, cualquier uso industrial), infraestructuras de uso urbano, proyectos de pavimentos varios, etc. Esta clase de concreto proporciona bajos costos en

lo que a mantenimiento se refiere, las pistas de este material tiene un tiempo de vida mayor al de un pavimento de asfalto y esto se debe a la mayor resistencia al impacto y desgaste que tienen. Las pistas construida con concreto ofrecen mayor seguridad para quienes conduzcan en ella.

### **Concreto permeable**

Este concreto que una vez vaciado y fraguado permite el paso del agua (ya sea pluvial, o de algun establecimiento que tenga alto grado de humedad) hacia el suelo, y por ende al subsuelo, lo que permite que mantos freáticos se puedan mantener o recuperar. Por lo tanto, su uso puede ser dirigido a la construcción de pavimentos para tránsito ligero, estacionamientos que se encuentren a cielo abierto, entre otros. Este concreto tiene un acabado rugoso y cuenta con una permeabilidad alta (es por ello que filtra agua). Su proceso de elaboración y colocación es igual a la de un concreto común pero con la diferencia que aporta a la conservación de los mantos freáticos.

### **Relleno fluides**

Es un mortero que tiene ligero peso y puede tener uso como relleno en obras civiles. Por propiedades con la que esta cuenta, puede rellenar con total facilidad y eficacia los pequeños huecos y pequeños espacios que un concreto común no puede alcanzar. Puede utilizarse de la siguiente manera:

- Como relleno para compactación de sub-bases y bases.
- Como relleno de cepas y zanjas.
- Como agregados finos de origen andesita 5 mm.
- Como revenimientos base de 18 cm.
- Como auto nivelante por su gran trabajabilidad y condiciones mecánicas.
- No requiere vibrado ni compactado.

### **Concreto autocompactable**

Este un concreto ha sido diseñado para que se pueda vaciar y dejar fraguar sin necesidad de vibradores. Resulta muy conveniente para encofrados a los que no puede ingresar el

vibrador (el caso de muros armados de gran altura, o columnas donde el acero no permite el ingreso de la manguera vibradora). Siempre se presentan estructuras armadas con una alta concentración de acero en ellas y es aquí donde este producto facilita el trabajo de sacar las partículas de aire que la pasta de concreto atrapa. Este concreto no ofrece:

- Elaboración en cualquier grado de viscosidad
- Compactación debido al peso propio del hormigón, todo ello cuando se encuentran en el encofrado.
- Facilidad de colocado, ya que no necesita personal de ayuda.
- Un perfecto acabado al momento de quitar el encofrado.

### **Concreto ligero**

Es un hormigón para ser utilizado en elementos estructurales secundarios, es decir, elementos que no cumplan la función de recibir carga y que aporten poca carga muerta a la estructura principal. O, por otro lado, para colocar elementos de “relleno” (que no soporten y transmitan cargas a otras estructuras). Su uso se limita a muros de división, muros, losetas, muretes, relleno para nivelar, entre otros. Esta clase de concreto, como su mismo nombre lo dice, disminuye considerablemente el peso del elemento de concreto, por lo tanto, transmite poca carga a las estructuras principales (las que si forman parte de la estructura de la edificación) y a los cimientos, y estos al terreno donde nace.

### **Concreto fluido**

Son hormigones que cumplen las funciones y tiene las características de los Concretos Convencionales y Estructurales pero adicionalmente a todo lo que ello conlleva, también cuenta con propiedades de fluidez y de plasticidad, permitiendo a quien lo usa obtener como resultado una colocación más sencilla y un acabado bueno. Se pueden utilizar en columnas, lozas estrechas, muros con un espesor pequeño, entre otros. Este concreto nos ofrece una buena cohesión y excelente trabajabilidad, así como también una fácil y rápida colocación. Todo esto se debe al fácil moldeado con el que cuenta, es por ello que se usa en estructuras con un encofrado estrecho o coposo de acero.

### **Concreto alta resistencia**

Este concreto es elaborado para obtener un valor de resistencia a la compresión oscilante entre 500 y 1000 kg/cm<sup>2</sup>. Son ideales para edificios de gran altura, puentes, elementos pretensados o pos-tensados, columnas muy esbeltas, pisos con gran resistencia a la abrasión sin necesidad de usar endurecedores superficiales, etc. El concreto mencionado proporciona a la geometría de los elementos una reducción (ya sean verticales o horizontales). También ofrece una alta resistencia a esfuerzos a edades tempranas y reduce el peso del hormigón (lo que produce que la edificación pese menos), así como una baja permeabilidad y una mayor duración en cuanto al tiempo de vida se refiere. :

(“Concreto Premezclado Cruz Azul”, s/f)

### **Unidad de albañilería**

La unidad de albañilería a la que se le da el nombre de ladrillo o bloque, es el principal componente para la edificación de trabajos de albañilería. En la actualidad tenemos diferentes tipos de estas, por lo tanto debido a su variedad se es necesario tener una clasificación utilizando a sus propiedades como artífice central para esta.

Es importante remarcar que el cómo se comporte sísmicamente nuestras edificaciones tendrá dependencia en la mayoría los casos de la calidad de materiales usados y su procedimiento constructivo que este tuvo. La unidad de albañilería es elaborada de diversas materias primas tales como: arcilla, cemento portland, y la mezcla de sílice y cal.

Otro factor que toma parte en la calidad del ladrillo es la variación en el proceso de elaboración pues existen métodos de mezcla como, el de compactación o de extrusión; así como también por fabricación industrial o fabricación artesanal.

Debido a todos estos puntos explicados no es extraño que tiendan a variar las dimensiones, formas, y su propio peso el uno con respecto a otro, por consiguiente, la calidad de la unidad puede estar entre deficiente y óptimo.

### **Clasificación de las Unidades de Albañilería**

#### **Por sus Dimensiones.**

- Los ladrillos, tienen la principal característica a su peso y sus dimensiones, para que se pueda manipular con una sola mano en el proceso de asentado en la construcción. Un ladrillo típico debe tener un ancho de 11cm a 14cm, un largo de 23cm a 29cm y una altura de 6cm a 9cm; con un peso que puede variar entre 3kg a 6kg. Los bloques: a diferencia de los anteriores están diseñados para manipularse por ambas manos y puede tener hasta un peso aproximado de 15 kilogramos, la dimensión del ancho no está definido pues cambiará debido huecos con lo que este cuenta para manipularse, son usados también para que se inserte la armadura y/o el concreto líquido.

#### **Por su materia Prima y Fabricación.**

Por la materia prima existen unidades de arcilla, de Sílice, Cal y de Concreto. Mienta que por su fabricación existen los artesanales e industriales

#### **Por sus Alveolos.**

La presente clasificación ve su punto central en el área total de la unidad, con relación al área bruta de la cara y las características de los alveolos, se dividen en 4 clases:

- Macizas: Es cuando son perpendiculares, los alveolos, a la cara donde se asientan, y abarcan una superficie no superior al 30% del área bruta total, por lo tanto, para poder ser sólido aún los alveolos pueden mantenerse. En la aplicación de este tipo se considera

para todas las propiedades las de la sección bruta, como el área, modulo resistente y la inercia calculados en función del espesor y largo de la unidad sin tener en cuenta los alveolos. En la mayoría de veces las unidades elaboradas artesanalmente, por su sencilla elaboración, son macizas; por otro lado, las que presentan alveolos son elaborados en plantas industriales.

- Huecas: en comparación con las sólidas, los orificios sobrepasan el 30% de la superficie bruta y es posible introducir concreto. En este tipo también existen las perforadas, que tienen la característica particular de tener alveolos más pequeños y no se puede rellenar ni armar en ellas.

### **Propiedades de las Unidades de Albañilería**

**A.** Prop. Físicas: Está ligada a la resistencia a esfuerzos y otras características de los ladrillos o bloques. La resistencia a la compresión es una de las características que presenta un bloque, al igual que resistencia a la tracción (flexión). También se puede realizar una variabilidad dimensional a estas unidades, medidas de alveolos, succión y la evaluación de la textura de la cara que se debe asentar.

**B.** Prop. Mecánicas: Se relaciona con el bloque o ladrillo y sus características mecánicas. Aquí se ubica a la medición de su densidad y también a la capacidad de la unidad para absorber líquidos. El coeficiente de saturación también pertenecer a estas características; por último, la resistencia a la compresión juega un papel importantes en esta propiedad, ya que se trabaja principalmente en base a ello.

La unidad de albañilería tiene como exigencia el cumplir todos los requisitos mínimos que estipula la Norma E.0.70 de Albañilería.

### **Clasificación de Unidades con fin Estructural**

Los bloques existentes tendrán que tener estricta relación con la tabla presentada a continuación. Se tendrá que seguir lo presentado para que lo ladrillos presenten uso estructural.

**Tabla 01:** Clase de unidad de albañilería para fines estructurales

CLASE	VARIACION DE LA DIMENSION (maxima en porcentaje)			ALABEO (maximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERISTICA A COMPRESION f'b minimo en Mpa (kg/cm2) sobre area bruta
	Hasta 100mm	Hasta 150 mm	Mas de 150mm		
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	±4	±3	±2	4	4.9(50)
Bloque NP	±7	±6	±4	8	2.0(20)

**Fuente:** Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma E-070.

Bloque P con fines de uso estructural

Bloque NP con fines de uso no estructural

La unidad se clasificará en los siguientes tipos de acuerdo a sus propiedades.

- Tipo I: Presenta muy pobre resistencia a esfuerzos y durabilidad. Se limita su uso para elementos de albañilería que reciban cargas y/o exigencias mínimas.
- Tipo II: Presenta pobre resistencia a esfuerzos y durabilidad. Se limita su uso para elementos de albañilería que reciban cargas y/o exigencias moderadas.
- Tipo III: Presenta mediana resistencia a esfuerzos y durabilidad. Se limita su uso para elementos de albañilería que reciban cargas y/o exigencias generales o sin especificaciones.

- Tipo IV: Presenta una óptima resistencia a esfuerzos y durabilidad. Se emplean para elementos de albañilería que reciban cargas y/o exigencias de servicio rigurosas.
- Tipo V: Presenta una muy optima resistencia a esfuerzos y durabilidad. Se emplean para elementos de albañilería que reciban cargas y/o cargas de servicio muy rigurosas y con altos estándares de calidad.

### Limitaciones en su Aplicación

El uso o aplicación de las unidades de albañilería estará estrictamente condicionado a lo que se indica en la Tabla 2. Las zonas sísmicas son las estipuladas en la NTE E.030 Diseño Sismorresistente.

**Tabla02:** Limitaciones en el uso de la unidad de albañilería para fines estructurales

TIPO	ZONA SISMICA 2 Y 3		ZONA SISMICA 1
	Muro portante en edificios de 4 pisos a mas	Muro portante en edificios de 1 a 3 pisos	Muro portante en todo edificio
Solido Artesanal	NO	Si, hasta dos pisos	SI
Solido Industrial	SI	SI	SI
Alveclar	SI Celdas totalmente rellenas con grout	SI Celdas parcialmente rellenas conn grout	SI Celdas parcialmente rellenas con grout
Hueca	NO	NO	SI
Tubular	NO	NO	SI, hasta 2 pisos

**Fuente:** Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma E-070.

Las limitaciones que indica la anterior tabla establecen las condiciones mínimas a las que pueden ser expuestas con el respaldo de un informe y memoria de cálculo sustentada por un ingeniero civil.

### **Pruebas de albañilería**

a) Muestreo.- Esta prueba será efectuada en campo, en la obra. Por cada lote, que estará compuesta por hasta 50 millares de unidades se elegirán deliberadamente a 10 testigos de muestra, las cuales serán sometidas a pruebas como: variación de dimensional y alabeo. Por otro lado, 5 de los testigos se someterán al ensayo a la compresión y las 5 últimas a la prueba de absorción.

b) Resistencia a la Compresión. - Para poder determinar la resistencia a la compresión de los bloques o ladrillos, se realizarán los ensayos de laboratorio indiquen en las Normas NTP 399.613 y 339.604.

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

Para el proceso de este ensayo se utilizan unidades secas y limpias.

La resistencia a la compresión ( $f_b$ ) se obtiene con la siguiente formula:

$$f_b = \frac{P_m}{A}$$

Dónde:

$f_b$  = Resistencia a la compresión de la unidad de albañilería (Kg/cm<sup>2</sup>)

$P_m$  = Carga máxima de rotura (Kg)

$A$  = Área bruta de la unidad de albañilería (cm<sup>2</sup>)

Mientras que la resistencia a la compresión característica ( $f'b$ ) se obtiene:

$$f'b = f_b - \sigma$$

Dónde:

$f'b$  = Resistencia característica a la compresión de la unidad de albañilería (Kg/cm<sup>2</sup>)

$f_b$  = Resistencia a la compresión de la unidad de albañilería (Kg/cm<sup>2</sup>)

$\sigma$  = Desviación estándar

c) Variación dimensional:

Para obtener la variación dimensional de las unidades a las que nos referimos, seguiremos el procedimiento que indica en las Normas NTP 399.613 y 399.604.

Este ensayo se basa en medir las longitudes dimensionales de la unidad, es decir, el largo, ancho y alto a la mitad de la arista de cada cara o lado, esto se realiza utilizando cualquier herramienta para medir que esté graduada al milímetro. Para esto es necesario limpiar las caras de la unidad de albañilería, de tal manera que se elimine las partículas excedentes en la unidad.

La variabilidad dimensional expresada en porcentaje, viene representada por la siguiente fórmula:

$$V = (ME - MP) / ME \times 100$$

Dónde:

V = Variabilidad Dimensional (%)

ME = Medida especificada por el fabricante (mm)

MP = Medida Promedio (mm)

Es suma importancia realizar esta prueba, ya que, a mayor sea la imperfección en los lados de las unidades, se requerirá tener un mayor espesor de juntas, lo cual producirá a su vez una reducción considerable en la resistencia a compresión y en la fuerza cortante en el muro de albañilería.

d) Alabeo:

Para la obtener el alabeo de las unidades de albañilería, se realizará el proceso que indica la Norma NTP 399.613.

En esta prueba, se busca corroborar cuan cóncavo o convexo es la unidad de albañilería. Para esto se coloca una regla metálica en cada una de los lados de la unidad, de tal manera que ésta vaya de una arista a otra del lado contrario en diagonal.

Luego en la parte central y en los lados extremos se coloca una cuña que esté graduada.

Es primordial colocar la cuña en la parte central, cuando la unidad presentaba forma cóncava, mientras que cuando a los extremos se tienen una luz entre la regla y la unidad, la cara de la unidad ensayada tendrá forma convexa.

e. Absorción:

Las pruebas de absorción se realizarán conforme a lo estipulado en las Normas NTP 399.604 y 399.1613.

Las unidades de albañilería tienen que introducirse en un horno para que estén completamente secas, luego de ello por un lapso de 4 horas se dejaran al aire libre, para que los especímenes puedan enfriarse posteriormente, finalmente se introducirán en un

deposito que contenga agua destilada por un tiempo de 24 horas, para luego proceder al pesado.

Los resultados del ensayo de absorción, se pueden obtener mediante la siguiente expresión:

$$A = (P_{sat} - P_{sec}) / P_{sec} \times 100$$

Dónde:

A = Absorción (%)

$P_{sat}$  = Peso saturado de la unidad de albañilería (gr)

$P_{sec}$  = Peso seco de la unidad de albañilería (gr)

### **Aceptación de la unidad**

- a) Se ensayará otra testigo si la que se tomó da como resultado más del 20% de dispersión en los datos obtenidos (coeficiente de variación), para bloques que han sido producidas industrialmente, o el 40 % para testigos que fueron fabricadas de manera artesanal. Por otro lado, de permanecer la dispersión anteriormente mencionada se rechazará el lote.
- b) El grado de absorción de los testigos de arcilla y sílico calcáreas no deberá sobrepasar el 22%. El ladrillo de hormigón clase I en siguiente, deberá absorber un máximo de 12%. Mientras que el ladrillo NP de concreto no deberá absorber mas del 15%.
- c) Las caras laterales tendrán un mínimo de espesor con respecto a la superficie de asentado para los ladrillos clase P y NP de 25 mm y 12 mm respectivamente.

- d) Los ladrillos no deberán tener anomalías o suciedad en su acabado tales como: residuos varios, rajaduras, plásticos, cualquier materias del tipo calcáreo, etc.
- e) El ladrillo de arcilla tendrá una cocción óptima, agregado ello deberá presentar un uniforme color y no contará con vitrificaciones. Al proceder a golpear con un matillo, o herramienta similar, deberá producir un sonido metálico.
- f) El ladrillo o bloque no deberá presentar deficiencia alguna, de entre las cuales podemos mencionar: rajaduras, rupturas, deformidades, ondulaciones o cualquier degeneración similar que pueda ser un factor que afecte a su durabilidad y/o resistencia.
- g) El ladrillo o bloque deberá estar salva de todo tipo de manchas o rastros blanquecinos de tenga relación con el salitre o similares.

(“Norma Técnica Peruana”,2006)

### **Andesita**

La andesita es una roca volcánica caracterizada normalmente por una textura hipocrystalina con abundantes fenocristales de plagioclasa entre los félsicos y anfíbol, biotita o piroxenos entre los máficos. Aunque modalmente el QAPF proyecta andesitas y basaltos en el mismo campo composicional, el índice de color (mayor de 35 habitualmente en los basaltos) y la presencia de vidrio abundante (no muy habitual en basaltos), permite diferenciar ambos tipos litológicos en muestra de mano (“atlas de rocas ígneas”, s/f, pp 1)

La andesita puede tener una variedad de clasificaciones. Cada una de esas clasificaciones depende de la textura que presenta en su proceso de enfriamiento. De esta manera podemos identificar 2 tipos de andesitas: Andesita afanítica, andesita porfírica.

Las andesitas porfídicas se encuentran asociados con cuerpos subvolcánicos como diques. Mientras que las andesitas afaníticas se asocian con flujos de lava andesíticos en la superficie (geologiaweb, s/f).

**Tabla N°3:** Componentes químicos de la andesita de textura afanítica

Componente químico	Rango de porcentaje
SiO <sub>2</sub>	52%-56%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14%-17%
CaO	6%
FeO	4%

**Fuente:** Datos recuperados por geologíaweb

### **La escoria**

Las escorias son materiales con una utilización alta como adición activa para la preparación de una gran variedad de cementos comerciales. Estos productos (cementos) siderúrgicos cuentan con algunas propiedades mejores en ciertos puntos con respecto a los cementos Portland comunes, algunas ventajas que proporcionan son el menor calor de hidratación, alta resistencia a los sulfatos y al agua de mar, así como una disminución bastante perceptible a la reacción árido-álcalis.

Sin embargo, y pese a ello existen aún muchas interrogantes en torno a estas escorias y fundamentalmente respecto a los factores ó parámetros que afectan a su reacción hidráulica.

### **Producción en la localidad :**

En SiderPeru la escoria es un sub producto de la industria siderúrgica, cuya generación es de 100-200 kg/tn de acero producido, que pueden tener la utilidad de sustituir los materiales pétreos en la rama de la construcción. Este material cuenta con propiedades físicas muy parecidas al agregado común y se puede utilizar en el mismo campo de acción de lo anteriormente mencionado. La escoria ve su nacimiento en la elaboración de acero

durante la división del acero fundido con las impurezas. La escoria se presenta inicialmente como un fluido fundido y está compuesta como una mezcla compleja de silicatos y óxidos que se solidifica al enfriarse.

En la comercialización de la escoria se podrá obtener un ingreso anual aproximado de S/. 402 000 , teniendo un estimado de producción mensual de 28 toneladas de acero sólido , un ratio de 111kg de escoria por tonelada de acero solido (Zelada R., 2016).

### **Composición química y mineralógica de las escorias de alto horno**

Las escorias siderúrgicas son el producto de la fusión de la ganga acida "arcillosa" del material del fierro y de las cenizas de azufre del coque (que de igual manera es de carácter ácido), con la cal y la magnesia (ambos compuestos básicos) de las calizas más o menos dolomíticas utilizadas como fundentes.

La combinación de los óxidos ácidos ( $\text{SiO}_2$  y  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) y óxidos básicos ( $\text{CaO}$  y  $\text{MgO}$ ), y la formación de los constituyentes de la escoria tiene lugar por fusión a alta temperatura ( $\ll 1.600^\circ\text{C}$ ), y enfriamiento del magma fluido desde  $1.400^\circ\text{C}$  hasta temperatura ambiente.

Estos subproductos industriales están constituidos, tanto por fases vitreas como cristalinas. Las escorias con altos contenidos en material vitreo son de naturaleza más acida. Existen diferentes procesos de granulación ó peletización que tienen como objetivo conseguir una escoria con una elevada proporción de fase vitrea. Una escoria granulada normal tiene un contenido en materia vitrea entre el 85-95 % en peso.

La composición química de las escorias varia entre los siguientes límites :

**Tabla N°4:** Comparación de la composición química de las escorias de distintas plantas siderúrgicas

ELEMENTO	ESPAÑA1	ESPAÑA2	ITALIA3	BRASIL4	Alemania5	EUA6
CaO	25.0 - 33.0	21.8	24.2 - 29.5	30.0 - 35.0	32	35.0 - 60.0
FE <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	32.0 - 46.0	37.6	37.2 - 44.8	25.0 - 35.0	31	15.0 - 30.0
SiO <sub>2</sub>	10.0 - 16.0	18.3	10.1 - 14.7	15.0 - 20.0	15	9.0 - 20.0
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5.0 - 10.0	8.3	5.7 - 7.2	3.0 - 9.0	4	2.0 - 9.0
MgO	3.3 - 6.4	6.1	1.9 - 4.6	8.0 - 12.0	10	5.0 - 15.0
MnO	2.0 - 6.5	4.4	5.1 - 5.7	-	4	3.0 - 10.0
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.0 - 2.5	1.8	2.5 - 4.1	-	-	-

**Fuente:** Recuperado de “Gonzales M.” (2015). 1.Vazquez y Barra, 2001 2.Etxeberria et al, 2010 3.Pellegrino y Gaddo,2009 4.Geyer et al., 1997 5.Hernandez, 2007 6.Wang et al., 2010

El cambio en la composición química de las escorias depende del proceso siderúrgico aplicado y del tipo de acero refundido. Sin embargo, para un mismo acero, las composiciones químicas de las escorias de alto horno son bastantes similares. Los coeficientes de variación del SiO<sub>2</sub>, CaO y Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> están alrededor en su mayoría del 25% o 30%. Para el MgO alcanza valores del 15.0 %.

Las escorias de alto horno acidas son aquellas cuya relación CaO/SiO<sub>2</sub> es inferior a 1, y se obtienen en procesos siderúrgicos de minerales pobres en Fe.

En la Tabla 3 se resumen los minerales más importantes presentes en estas escorias, en la cual resalta el CaO y el FE<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

Minato estudió mediante microscopía óptica y electrónica, el proceso de crecimiento, la estructura y composición química de los cristales de melilita en el seno de un fundido de escoria, concluyendo que la melilita cristaliza en forma dendrítica, dando lugar a unos cristales de composición química heterogénea desde el interior a los bordes. Las zonas

centrales de los cristales son más ricas en gelenita, mientras que las áreas intermedias y externas tienen composiciones más próximas a las de la akermanita.

Las escorias básicas están constituidas principalmente de melilita y merwinita (C3MS2) mientras que las ácidas están formadas de melilita y dióxido de silicio.

Contrariamente a otras escorias y al clinker del cemento portland, las escorias de alto horno no tienen nunca óxidos libres, como FeO, CaO ó MgO. Tampoco aparecen los minerales ricos en cal del clinker, tales como C3A y C3S. (Puertas, 1993)

Evaluación de la resistencia del hormigón con la edad y la temperatura

El departamento de construcciones arquitectónicas de la Universidad Politécnica de Valencia realizó un artículo de investigación donde expone la influencia de la edad y la temperatura en el desarrollo de la resistencia del hormigón.

Cuando se realiza una investigación sobre concreto, siempre se toma la resistencia a la edad de 28 días como la resistencia patrón.

Los factores que intervienen en la velocidad de endurecimiento del concreto pueden ser : el cemento, proceso de curado y por último el uso de algún aditivo.

El instituto español de hormigón estructural (EHE) proporciona una tabla (tabla 30.4.b) donde establece la evolución de la resistencia del concreto tomando a la resistencia a los 28 días como la patrón .

**Tabla 05:** *resistencia a la compresión de probetas*

Edad (Días)	3	7	28	90	360
Hormigón de endurecimiento normal	0.40	0.65	1	1.20	1.35
Hormigones de endurecimiento rápido	0.55	0.75	1	1.15	1.20

**Fuente:** Recuperado de Valcuende et al.(2011)

Este artículo de investigación presenta una forma más precisa de obtener la resistencia del concreto a una edad cualquiera.

Dado que el presente cuadro de valores da a conocimiento las resistencias a edades muy concretas. Es aquí donde se puede recurrir a una normativa diferente para establecer la resistencia en una tiendo cualquiera “j”.

Para este fin, se apoyan en una expresión matemática que proporciona el Código Modelo CEB-FIP 1990:

$$f_c(j) = \beta_c(j) f_{c,28}$$

Donde  $\beta_c(j)$  es un coeficiente de valor:

$$\beta_c(j) = e^{[s(1-\sqrt{\frac{28}{j}})]}$$

Donde:

$f_c(j)$  : Resistencia a compresión a una edad j

$f_{c,28}$ : Resistencia a compresión a una edad de 28 días.

S : Coeficiente que depende del tipo de cemento, donde:

0.20 para cemento de endurecimiento rápido y de alta resistencia.

0.25 para cementos de endurecimiento normal o rápido

0.38 para cemento de endurecimiento lento.

Hay un facto final “m” que se usa para hayar la madures de un concreto que esta a diferentes temperaturas. Pero en la ciudad de chimbote siempre tenemos un clima estable y en promedio de 20 grados centigrados. Que es la temperatura ideal con la se que se trabaja la expresion matematica anteriormente mostrada (Valcuende et al, 2011).

## **Operacionalidad de variables**

variable dependiente:

resistencia a la compresión:

Se puede definir como la máxima de la resistencia a carga axial del concreto medida. Normalmente, se expresa en kilogramos por centímetros cuadrados (kg/cm<sup>2</sup>), megapascuales (MPa) o en libras por pulgadas cuadradas (lb/pulg<sup>2</sup> o psi) a una edad de 28 días. [NTP], (Norma 399.601, 2006)

Definición Operacional:

Ensayo a compresión para bloques (ladrillos) de concreto.

La resistencia a compresión especificada se designa con el símbolo  $f_c$  y la resistencia a compresión real del concreto  $f'_c$  debe excederla.

Estos resultados se generaron o se obtuvieron gracias al ensayo a compresión que se realizó a las diferentes muestras que se fabricaron, dando como resultado de resistencia a la compresión última a la resistencia a la compresión que se logró alcanzar antes de que la muestra se fisure.

Dimensiones:

Carga Axial

Es la carga vertical que se le aplicó al ladrillo de concreto para su posterior rotura.

Área :

Es la sección del ladrillo al cual se ejecutó la carga axial y dónde se concentró esta carga.

Tiempo:

Es el intervalo para medir la resistencia del ladrillo, a menor tiempo tuvo poca resistencia, a mayor tiempo obtuvo mejor resistencia. (NTP 331.017)

Indicadores:

La unidad de medida utilizada fue el kg/cm<sup>2</sup>

Variable independiente:

Escoria de horno de arco electrico :

Son conglomerantes puzolánicos que se producen conjuntamente con el arrabio y se granulan por enfriamiento rápido de una escoria de composición adecuada en estado de fusión, resultante del proceso de fusión de hierro. (Puertas F. 1994)

Definición Operacional:

Se le sustituyó la muestra pesada en porcentajes (30% y 40%) de escoria al ladrillo de concreto. Cada muestra con sus porcentajes respectivos fueron sometidos a ensayos a la compresión dando su valor f'c en kg/cm<sup>2</sup> , es aquí donde se observó las mejoras con respecto a un ladrillo convencional .

Dimensiones:

Dosificaciones:

La dosificación fue del 30% para la primera muestra.

La dosificación fue del 40% para la segunda muestra.

Indicadores

El porcentaje utilizado para la sustitución de este ladrillo es 30% y 40% de la escoria de horno de arco electrico por el agregado grueso para medir la resistencia a la compresión.

## Conceptuacion y operacionalizacion de variables

**Tabla 06:** *Análisis de variable dependiente*

Variable Dependiente	Definicion Conceptual	Definicion Operacional	Indicador
Resistencia a la compresión	La resistencia a compresión se puede definir como la medida máxima de la resistencia a carga axial del concreto	La resistencia a compresión especificada se designa con el símbolo $f_c$ y la resistencia a compresión real del concreto $f'_c$ debe excederla.	Kg/cm <sup>2</sup>

**Fuente:** Elaboración propia.

**Tabla 07:** *Análisis de variable independiente*

Variable Independiente	Definicion Conceptual	Indicador
Escoria de Horno de arco eléctrico como sustituto del agregado grueso (confitillo)	Se le sustituyó la muestra pesada en porcentajes (30% y 40%) de escoria al ladrillo de concreto. Cada muestra con sus porcentajes respectivos fueron sometidos a ensayos a la compresión	30% y 40% de escoria de horno de arco eléctrico

**Fuente:** Elaboración propia.

La hipótesis plantea que cuando se reemplaza un porcentaje de 30% y 40% de agregado grueso por escoria de horno de arco eléctrico en un ladrillo de concreto tipo IV  $f'c= 130$  kg/cm<sup>2</sup>, se logrará una mayor resistencia a la compresión

El objetivo principal es Determinar la influencia de la sustitución del agregado grueso en un 30% y 40% por escoria de horno de arco eléctrico en la resistencia a la compresión , en un ladrillo de concreto tipo IV  $f'c= 130$  kg/cm<sup>2</sup>.

De manera continua se presentan los objetivos específicos:

- Determinar el  $P_e$  del agregado grueso y de la escoria.
- Determinar la Resistencia a la Abrasión del conftillos y escoria.
- Determinar la composición química de la escoria.
- Determinar la relación agua cemento de la muestra patrón y experimental.
- Determinar la resistencia a la compresión, de los ladrillos de concreto a los 7, 14 y 28 días para la muestra patrón y para las muestras donde se sustituye el 30% y 40% del agregado grueso por escoria de horno de arco eléctrico.

## **II. METODOLOGÍA**

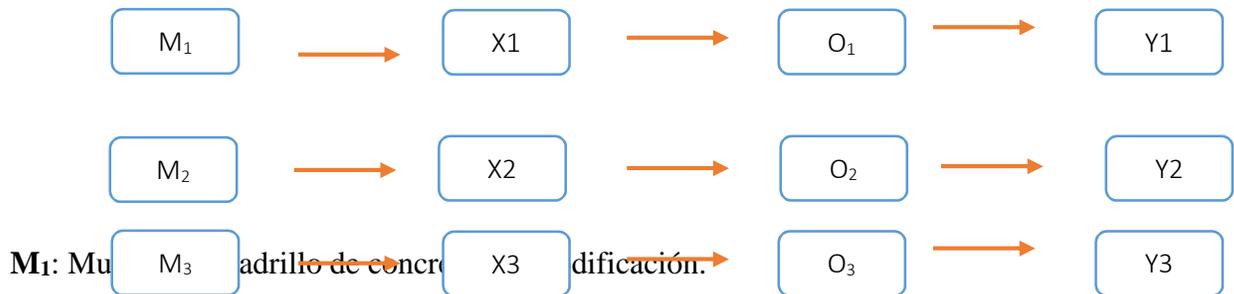
### **Tipo de Investigación**

El tipo de investigación fue aplicada, porque los resultados obtenidos fueron para la solución de problemas relacionados a la construcción, mejorando así la propiedad de los ladrillos de concreto tal como la Resistencia a la Compresión.

### **Diseño de Investigación**

fue un diseño cuasi experimental porque es un proceso en el cual estudiamos el diseño convencional del concreto para ladrillo en comparación con el nuevo diseño elaborado

con la sustitución de agregado grueso por escoria, el estudio en su mayor parte se concentró en las pruebas realizadas en el Laboratorio de Suelos, donde el investigador estuvo en contacto con los ensayos a realizar obteniendo resultados de acuerdo a lo planeado en sus objetivos. Siendo su diseño de investigación el siguiente:



**M<sub>1</sub>:** Muestra de ladrillo de concreto sin modificación.

**X<sub>1</sub>:** Variable Independiente, sin modificación en el diseño de mezcla.

**O<sub>1</sub>:** Resultados posibles, observaciones, al grupo control

**Y<sub>1</sub>:** Variable Dependiente, resistencia a la compresión de ladrillos de concreto sin modificación.

**M<sub>2</sub>:** Muestras de ladrillo de concreto sustituyendo al agregado grueso en 30% de escoria.

**X<sub>2</sub>:** Variable Independiente, en el diseño de mezcla, sustituyendo al agregado grueso en 30% de escoria.

**O<sub>2</sub>:** Resultados posibles, observaciones, que se espera encontrar al modificar la sustitución de agregado grueso en 30% de escoria.

**Y<sub>2</sub>:** Variable Dependiente, resistencia a la compresión de ladrillos de concreto sustituidos de agregado grueso en 30% de escoria.

**M<sub>3</sub>:** Muestras de ladrillo de concreto sustituyendo al agregado grueso en 40% de escoria.

**X<sub>3</sub>:** Variable Independiente, en el diseño de mezcla, sustituyendo al agregado grueso en 40% de escoria.

**O<sub>3</sub>:** Resultados posibles, observaciones, que se espera encontrar al modificar la sustitución de agregado grueso en 40% de escoria.

**Y<sub>3</sub>:** Variable Dependiente, resistencia a la compresión de ladrillos de concreto sustituidos de agregado grueso en 40% de escoria.

### **Población – muestra**

#### **J Población y muestra**

Los testigos necesarios para que haya podido experimentar en el laboratorio de Mecánica de Suelos de la universidad san pedro; para así poder fundamentar nuestra hipótesis.

Para la distribución de los testigos se realizó el diseño de bloque completo al azar quedando distribuidas de la siguiente manera:

Z 3 testigos de Control que se realizaron con un diseño convencional y que fueron evaluadas por el Ensayo de Compresión a los 7 días.

Z 3 testigos de Experimentación donde se sustituyo 30% y 40% el agregado grueso por Escoria de horno de arco eléctrico , evaluadas por el Ensayo de Compresión a los 7 días.

Z 3 testigos de Control que se realizó con un diseño convencional y que fueron evaluadas por el Ensayo de Compresión a los 14 días.

Z 3 testigos de Experimentación donde se sustituyó 30% y 40% de agregado grueso por Escoria de horno de arco eléctrico, actividad que se evaluó por el Ensayo de Compresión a los 14 días.

Z 3 testigos de Control que se realizaron con un diseño convencional y que fueron evaluadas por el Ensayo de Compresión a los 28 días.

Z 3 testigos de Experimentación donde se sustituyó 30% y 40% de agregado grueso por escoria de horno de arco eléctrico, actividad que se evaluó por el Ensayo de Compresión a los 28 días.

### **Obtención de los materiales que se emplearán:**

Para poder fabricarse los ladrillos de concreto se empleó arena gruesa y confitillo con tamaño máximo nominal #4 procedentes de la cantera Rubén. Por otro lado el cemento utilizado fue Portland tipo I de la marca Pacasmayo y agua potable.

La escoria fue obtenida de Sider Peru – Chimbote a través de una solicitud. Dicha empresa se ubica en la Av. Industrial S/N Chimbote-Santa-Ancash.

### **Ensayo a los agregados**

#### **Granulometría del agregado fino y grueso:**

La granulometría del agregado fino se determinó usando la norma ASTM C136, La cual consiste en usar una variedad de tamices (dependiendo si es arena o confitillo) y pesar la cantidad de material que se retiene en cada una de las “mayas”. De esta manera podemos obtener los porcentajes de los diámetros que componen el total del volumen que elegimos inicialmente. De tal modo que podemos encontrar el tamaño nominal Máximo al igual que el módulo de Fineza.

#### **Porcentaje de humedad de los agregados:**

El ensayo de contenido de humedad de los agregados se realizó siguiendo a la norma ASTM C566, la cual nos indica que debemos pesar muestras aleatorias en estado natural, luego pesándolo después de secarlo en horno (peso seco) y de esta manera realizar el cálculo respectivo para encontrar así el porcentaje de humedad.

#### **Peso unitario suelto seco y peso unitario compactado seco de los agregados:**

El peso unitario suelto y compactado seco de los agregados fino y grueso se realizó bajo norma ASTM C 29, la cual consiste en llenar con la muestra en un recipiente metálico, de 5 L o 10 L de capacidad, en tres capas de agregado y varillando cada una de las capas para que el material quede mejor compactado (para el caso del peso unitario compactado seco),

posteriormente se niveló con la varilla y la parte superior del recipiente y se procedió a pesar el recipiente con la muestra, luego se divide el peso por el volumen del recipiente y de esta manera se obteniendo el peso compacto seco. Por otro lado, el peso unitario suelto se realiza de la misma forma excepto la compactación, solamente vaciando el agregado a una altura aproximada de 30 cm superior a la superficie del recipiente.

### **Gravedad específica , Absorción y Porcentaje de Vacíos de los Agregados:**

La Gravedad específica, absorción y porcentaje de vacíos del agregado fino se realizó bajo norma ASTM C 128, el cual nos indica que debemos dividir el peso de las partículas entre el volumen de las mismas tomar en cuenta los vacíos entre ellas, Este procedo se siguió de acuerdo al procedimiento estandarizado para su determinación en laboratorios, pudiendo diferenciar tres maneras de expresarlo en función de las condiciones de saturación y el cual se encontró por fórmula.

Por otro lado, en cuanto a la gravedad específica, absorción y porcentaje de vacíos de una muestra de agregado grueso se realizó bajo norma ASTM C 127, la cual consiste en lo mencionado en el punto anterior.

### **Preparación del material a usar (escoria)**

SiderPeru brindó este material es un estado compacto y en particular grandes (de ½ hasta 5 pulgadas), la cual tuvimos que someterlo a un proceso gradual de molido. Se debe de hacer gradual porque si se muele una misma porción de manera exagerada , no podremos obtener un diámetro similar al que tiene nuestro agregado grueso (confitillo). Por lo tanto, es un proceso repetitivo el de moler, tamizar y las partículas que están grandes , volver a moler.

Siguiendo este procedimiento y teniendo previamente la granulometría del confitillo, se pudo dar a nuestro material (escoria) una característica granulométrica totalmente igual al de nuestro agregado grueso.



**Figura 01:** Estado inicial



**Figura 02:** Molido parcial

### **Elaboración de los ladrillos con máquina ladrillera (vibradora de concreto)**

Para tener una mejor uniformidad y cumplir con los tiempos de preparación, transporte y vaciado de concreto, se utilizó una maquina ladrillera que tiene una capacidad de desmoldar 6 ladrillos a la vez; Los ladrillos tienen dimensiones de 24 cm de largo, 14 cm de ancho y 9 cm de altura. La compactación que se emplea en la máquina es el vibrado, que es proporcionado por un motor de  $\frac{1}{2}$  HP, y a su vez otro motor de menor capacidad en las tapas para su mejor desmolde.



**Figura 03:** Máquina ladrillera

### **Fabricación de ladrillos:**

Para elaborar los ladrillos se realizó el siguiente procedimiento:

Se posicionó la maquina en una superficie nivelada y limpia.

Se Preparó la mezcla diseñada.

Se Vacío de la mezcla en los moldes y en la tolva con la que esta cuenta.

Se Llenó todos los moldes a una altura superior a su superficie, 10cm aproximadamente.

Se Vibró durante 20 segundos.

Durante el vibrado se llenó con el concreto de la tolva, para que tenga una compactación uniforme.

Pasado los 20 segundos se rellenó con mezcla los pocos espacios vacíos en los moldes.

Se Enrazó los moldes y colocó las tapas.

Se Vibró con las tapas durante 10 segundos.

Se Desmoldó los ladrillos utilizando la palanca con la que esta cuenta.

Se Retiró la máquina jalando hacia atrás para volver a realizar el proceso.

### **Elaboración de ladrillos experimentales**

Luego de realizar las muestras patrones y de tener mi material en uniforme similitud con la granulometría de mi confitillo a utilizar, se procedió a realizar la sustitución del 30% y 40% del peso de confitillo que utilicé en el diseño de mezcla empleado anteriormente.

El peso requerido para 12 ladrillos sustituyendo el 30% de confitillo es de 8.492 kg . Para la sustitución del 40% se requiere un peso de 11.323 kg de escoria.

El peso específico de la escoria es mayor al del confitillo. Por lo tanto, al hacer la sustitución , nos dió un volumen menor en el recipiente donde tendremos el Agregado

grueso. Para esto, el volumen faltante se rellenó con confitillo para así poder llegar al volumen que necesitamos para fabricar 12 unidades por cada porcentaje de sustitución.

### **Curado de ladrillos**

El método de curado utilizado fue el de sumersión y se realizó 24 h después de su elaboración, y se sacaron de esta 24h antes de fecha a ensayar.

### **Ensayos**

Resistencia a la Compresión

Los unidades se ensayaron en el Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad San Pedro a los 7, 14 días de curado y tal como indica la norma NTP 339:604 (ASTM C109).

$$f'c \text{ XP}^*A$$

-f'c: Es la resistencia a la compresión en Kg/cm<sup>2</sup>

P: Es la carga máxima total en Kgf

-A: Área de la superficie de carga en cm<sup>2</sup>

## **III. RESULTADOS**

### **Uso de la maquina ladrillera para fabricación de ladrillos macizos**

Se deduce el gran nivel de compactación de concreto al ser vaciado y vibrado en la maquina porque al realizarse diseño de mezcla, que calcula el volumen de concreto que tendrá cada ladrillo y a su vez le agrega un porcentaje de desperdicio, se le agregó en total un 30% adicional a cada elemento. De esta manera podemos corroborar nuestra deducción que se plasma en cantidad de material usado.

### **Resistencia a la Abrasión**

Se realizó el ensayo de abrasión para comparar el desgaste que tiene el confitillo de cantera en comparación con el desgaste que cuenta la muestra de escoria. Como se presenta en el cuadro mostrados, el confitillo tiene un desgaste del 17.75% , mientras que el confitillo cuenta con un 20.62% de desgaste en comparación con la cantidad de material que se empleó para realizar esta prueba.

**Tabla 08:** *Ensayo de la resistencia a la abrasión*

MATERIAL	CONFITILLO	ESCORIA
Peso de muestra	2500	2500
Método	D	D
Número de esferas	6	6
Número de revoluciones	500	500
Desgaste (%)	17.75%	20.62%

**Fuente:** Laboratorio de Mecánica de Suelo – USP

### **Ensayo de agregado grueso – escoria**

Como se mostró en la parte previa, a todo agregado se le tiene que realizar ensayos para ver sus características físicas y mecánicas, y a continuación se presenta un cuadro comparativo entre las propiedades del confitillo en contraste con la escoria. Todos estos ensayos fueron realizados en el laboratorio de mecánicas de suelos de la Universidad San Pedro.

**Tabla 09:** *Ensayos de agregados*

MATERIAL	CONFITILLO	ESCORIA
Contenido de humedad	0.21	0.36
Peso Unitario Suelto	1324	1660
Peso Unitario Compactado	1455	1756
Peso Esp. Aparente	2.923	2.628
Absorción	1.09%	0.06%

**Fuente:** Laboratorio de Mecánica de Suelo – USP

## Diseño de mezcla

Basados en los ensayos a los agregados, que se mencionaron anteriormente, en el Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad San Pedro, se calculó el diseño de mezcla con la que elaboré mis muestras de ladrillo patrón y con los que tomé de referencia para realizar la sustitución por mi material (escoria).

Se determinó el siguiente diseño de Ladrillo Patrón  $f'c = 130\text{kg/cm}^2$

**Tabla 10:** *Diseño de mezcla Patrón y experimental*

Diseño	Relación a/c	Cemento	Agregado fino	Agregado grueso	Agua
Patrón y experimental	0.90	0.838 kg	3.624 kg	2.449 kg	0.747 kg

**Fuente:** Laboratorio de Mecánica de suelos – USP.

## Ensayo de Resistencia a la Compresión de Ladrillos de Concreto

Ladrillos Patrón a 7 días de edad

**Tabla 11:** *Resultados del ensayo de compresión de los ladrillos patrón a los 7 días de edad*

Ladrillo Patron	Dimensiones		Area (cm <sup>2</sup> )	Carga de Rotura	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	f'c promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	%
	Largo	Ancho					
P1	24.2	13.4	324.28	34320	105.83	116.79	89.84
P2	24.1	13.6	327.76	42510	129.70		
P3	24.1	13.6	327.76	37640	114.84		

**Fuente:** Laboratorio de Mecánica de Suelo – USP

La resistencia promedio obtenida de los ensayos a compresión a las 3 unidades patrón a 7 días de curado es de  $f'c=116.79\text{ kg/cm}^2$ , lo que representa el 89.84 % de la resistencia diseño de  $f'c=130\text{ kg/cm}^2$ .

Ladrillos patrón a 14 días de curado

**Tabla 12:** Resultados del ensayo de compresión de los ladrillos patrón a los 14 días de curado

Ladrillo Patrón	Dimensiones		Area (cm <sup>2</sup> )	Carga de Rotura	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	f'c promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	%
	Largo	Ancho					
P4	24.2	13.5	326.70	46660	142.82	136.63	105.10
P5	24.2	13.6	329.12	37800	114.85		
P6	24.2	13.7	331.54	50470	152.23		

**Fuente:** Laboratorio de Mecánica de Suelo – USP

La resistencia promedio obtenida de los ensayos a compresión a las 3 unidades patrón a 14 días de curado es de  $f'c=136.63 \text{ kg/cm}^2$ , lo que representa el 105.10 % de la resistencia diseño de  $f'c=130 \text{ kg/cm}^2$ .

Por los datos proporcionados por la institución española de EHE. La resistencia del concreto a los 7 días de edad es el 65% de la resistencia obtenida a los 28 días de edad (100%). Por lo tanto, según lo obtenido en nuestros resultados, la resistencia promedio a los 7 días es de  $116.79 \text{ kg/cm}^2$ . Entonces hacemos la relación para obtener la resistencia que tendría a los 28 días de edad.

$$R_2 = \frac{116.79 \times 100}{68.38}$$

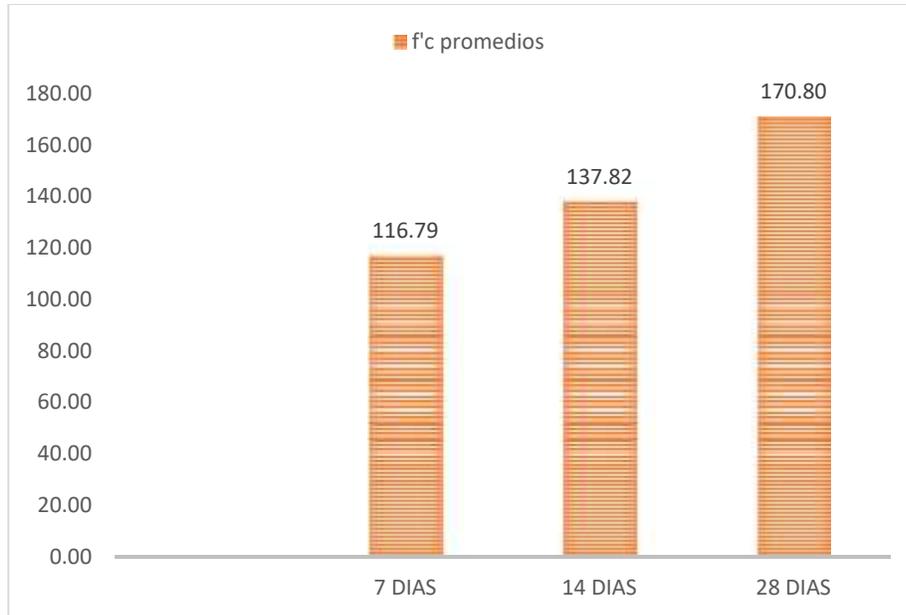
$$R_2 = 170.80 \text{ k /c}^2$$

F'c promedios a los 7, 14 y 28 días de edad para la muestras patrones

**Tabla 13:** Resistencias promedios de ladrillos experimentales

EDAD DE LADRILLOS	f'c promedios
7 DIAS	116.79
14 DIAS	137.82
28 DIAS	170.80

**Fuente:** Propia elaboración



**Figura 04:** Resistencias promedio a los 7, 14, 28 días

Ladrillos experimentales al 30% de sustitución del agregado grueso - 7 días de edad

**Tabla 14:** Resultados del ensayo de compresión de los ladrillos experimentales a los 7 días de curado

Ladrillo Experimental 1	Dimensiones		Area (cm <sup>2</sup> )	Carga de Rotura	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	f'c promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	%
	Largo	Ancho					
E1-01	24.00	13.50	324.00	42400	130.86	129.30	99.46
E1-02	23.90	13.50	322.65	44540	138.04		
E1-03	24.00	13.50	324.00	38550	118.98		

**Fuente:** Laboratorio de Mecánica de Suelo – USP

Utilizamos su resistencia promedio obtenida a los 7 días y la proyectamos a los 28 días basándonos en la expresión matemática que se mostró en la presente investigación, procedemos a resolver:

$$R_2 = \frac{129.30 \times 100}{68.38}$$

$$R_2 = 189.09 \text{ k /cm}^2$$

Con este dato y aplicándola a la fórmula matemática publicada en el Código Modelo CEB-FIP 1990 podemos obtener la resistencia del concreto a la edad de 14 Días, teniendo como requisito su resistencia que obtendrá al 100% ( edad de 28 días). Para esto realizaremos la siguiente operación:

$$f_c(j) = B_c(j) f_{c,28}$$

$$\beta_c(j) = e^{[0.3(1-\sqrt{\frac{28}{j}})]}$$

Para hallar la resistencia a los 24 días debemos hallar el valor del factor  $\beta_c$ :

$$\beta_c(14) = e^{[0.3(1-\sqrt{\frac{28}{14}})]}$$

$$\beta_c(14) = e^{[0.3(1-\sqrt{2})]}$$

$$\beta_c(14) = e^{[0.3(1-1.414)]}$$

$$\beta_c(14) = e^{[0.3(-0.414)]}$$

$$\beta_c(14) = e^{[-0.1242]}$$

$$\beta_c(14) = 0.855$$

Para hallar la resistencia a los 14 dias, el factor de ella es igual a 0.855. Entonces procedemos a reemplazar datos.

$$f_c(j) = B_c(j) f_{c,28}$$

$$f_c(14) = B_c(14) f_{c,28}$$

$$f_c(14) = 0.855 \times 189.08 \text{ k /cm}^2$$

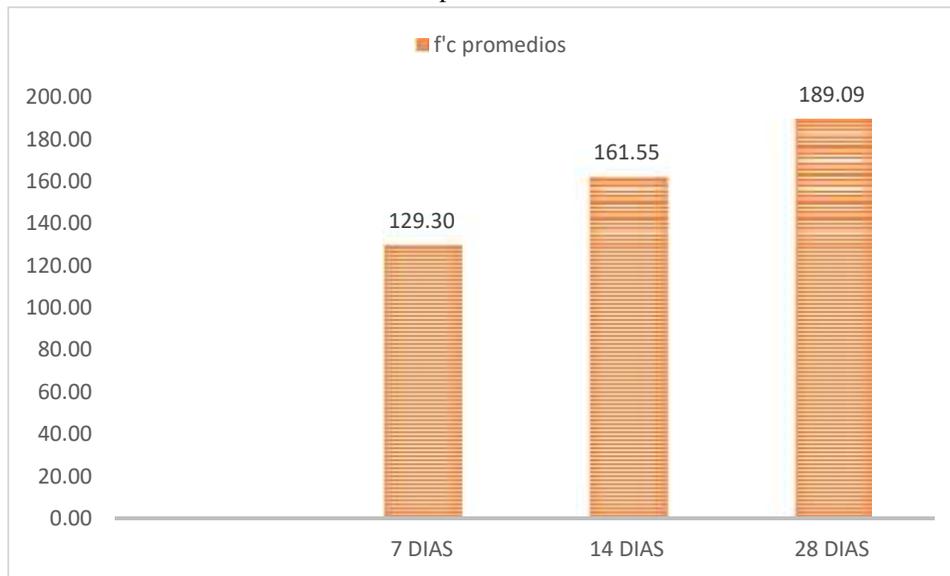
$$f_c(14) = 161.55 \text{ k /cm}^2$$

F'c promedios a los 7, 14 y 28 días de edad para la sustitución del 30% del agregado grueso.

**Tabla 15:** Resistencias promedios de ladrillos experimentales

EDAD DE LADRILLOS	f'c promedios
7 DIAS	129.30
14 DIAS	161.55
28 DIAS	189.09

Fuente: Propia elaboración



**Figura 05:** Resistencias promedio a los 7, 14, 28 días

Ladrillos experimentales al 40% de sustitución del agregado grueso - 7 días de edad

**Tabla 16:** Resultados del ensayo de compresión de los ladrillos experimentales a los 7 días de curado

Ladrillo Experimental 2	Dimensiones		Area (cm <sup>2</sup> )	Carga de Rotura	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	f'c promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	%
	Largo	Ancho					
E2-01	24.1	13.7	330.17	42930	130.02	133.80	102.92
E2-02	24.1	13.8	332.58	46800	140.72		
E2-03	24.2	13.7	331.54	43320	130.66		

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelo – USP

Se utilizó la resistencia promedio obtenida a los 7 días y se proyectó a los 28 días de igual manera como resolvimos para el anterior porcentaje:

$$R_2 = \frac{133.80 \times 100}{68.38}$$

$$R_2 = 195.67 \text{ k /c}^2$$

Con este dato y aplicándola a la fórmula matemática publicada en el Código Modelo CEB-FIP 1990 se pudo obtener la resistencia del concreto a la edad de 14 Días, teniendo como requisito su resistencia que obtendrá al 100% ( edad de 28 días). Para esto se realizó la siguiente operación:

$$f_c(j) = B_c(j) f_{c,28}$$

$$\beta_c(j) = e^{[0.3(1-\sqrt{\frac{j}{28}})]}$$

Para hallar la resistencia a los 14 días debemos hallar el valor del factor  $\beta_{cc}$  para la respectiva edad:

$$\beta_c(14) = e^{[0.3(1-\sqrt{\frac{14}{28}})]}$$

$$\beta_c(14) = e^{[0.3(1-\sqrt{0.5})]}$$

$$\beta_c(14) = e^{[0.3(1-0.707)]}$$

$$\beta_c(14) = e^{[0.3(-0.414)]}$$

$$\beta_c (14) = e^{[-0.1 \cdot 14]}$$

$$\beta_c (14) = 0.855$$

Hallado el factor que para este caso es igual a 0.855. Entonces procedemos a reemplazar datos.

$$f_c(j) = \beta_c (j) f_{c,z}$$

$$f_c(14) = \beta_c (14) f_{c,z}$$

$$f_c(14) = 0.855 \times 195.67 \text{ k /c}^2$$

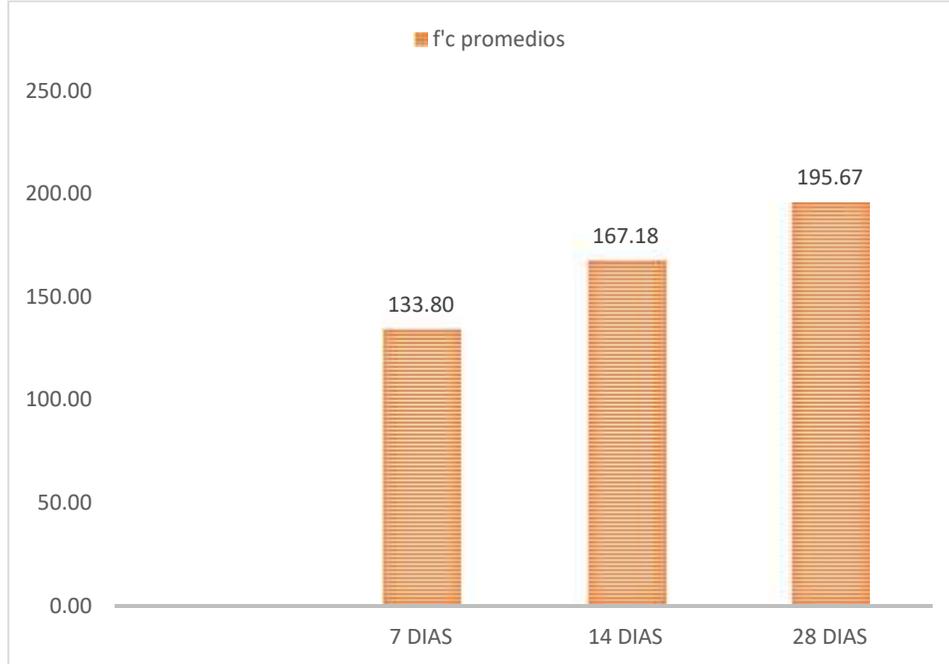
$$f_c(14) = 167.17 \text{ k /c}^2$$

F<sup>2</sup>c promedios a los 7, 14 y 28 días de edad sustituyendo el 40% del agregado grueso.

**Table17:** Resistencia Promedio de ladrillos experimentales

EDAD DE LADRILLOS	f'c promedios
7 DIAS	133.80
14 DIAS	167.18
28 DIAS	195.67

**Fuente:** Elaboración propia.



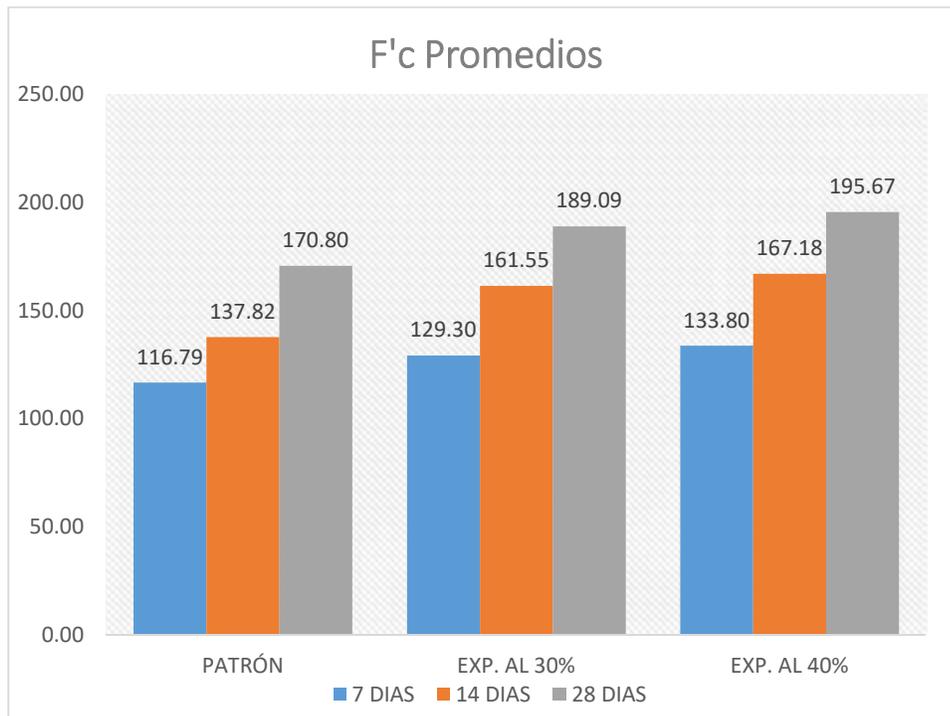
**Figura 06:** Resistencias promedio a los 7, 14, 28 días

Comparación de resistencias a la compresión

**Table18:** Resistencia Promedio de ladrillos experimentales y patrón

<b>F'C PROMEDIOS</b>			
<b>EDAD DE LADRILLOS</b>	<b>PATRÓN</b>	<b>EXP. AL 30%</b>	<b>EXP. AL 40%</b>
7 DIAS	116.79	129.30	133.80
14 DIAS	137.82	161.55	167.18
28 DIAS	170.80	189.09	195.67

**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 07:** Comparación de resistencias promedio a los 7, 14, 28 días.

#### IV. ANALISIS Y DISCUSION

- ) La escoria presenta un desgaste mayor en comparación con el desgaste del confitillo, esto se aprecia al ver los resultados de laboratorio (**ver cuadro N°09**). Por otro lado, La escoria presente una menor absorción con un 0.06% en comparación con el 1% del confitillo y aquí sí se aprecia una diferencia significativa, aquí se aprecia una diferencia en cuanto a los resultados que obtuvo Tirado J. (2018) donde en su investigación el concreto con escoria absorbió más agua que el convencional. En cuanto a la contenido de humedad ambos agregados presentan un bajo contenido de humedad, siendo la escoria algo mayor al confitillo ( en 0.15%). También se realizó el ensayo para calcular el peso unitario de ambos materiales y aquí la escoria también supera con creces al confitillo, en el P.U. Suelto es mayor por 339 kg/cm<sup>3</sup> mientras que en el P.U. Compactado supera por 304 kg/cm<sup>3</sup>. Nos basamos en los resultados obtenidos en laboratorio (**ver cuadro N°10**).
- ) El uso de la máquina de ladrillos para la realizar este proyecto de investigación ayuda a la uniformidad en cuanto al proceso de elaboración de estos, utilizando el vibrado como método de compactación y reducción de vacíos. Para llegar a la resistencia de un ladrillo tipo 4 (130 kg/cm<sup>2</sup>) es necesario vibrar 20 segundos sin tapa y 10 segundos más con tapa incluida.
- ) Debido al grado de compactación que tiene la maquina es necesita agregar un 30% a toda la dosificación ya que la mezcla “baja” en una buena cantidad y por este motivo a mayor sea la cantidad que baja, mayor será la cantidad de material que requiera y por consiguiente el ladrillo tendrá mayor peso.
- ) Para poder proyectar las resistencias faltantes nos apoyamos en una ecuación matemática que la podemos ubicar en el Código Modelo CEB-FIP 1990. Donde necesitamos tener como mínimo la resistencia a los 7 días y de esta manera proyectar hasta los 28 días. Esta última será el principal dato para poder obtener la

resistencia en cualquier tiempo dentro de los 28 días que necesita el concreto para llegar a su madurez plena.

- ) La fórmula que presentamos en este proyecto de investigación nos da un porcentaje de resistencia de 68.38 para los 7 días y 85.44 para los 14 días de edad. Usando estos factores podemos obtener el  $F'c$  de concreto a los 7 y 14 días.
- ) Basándonos en los datos obtenidos con el apoyo de esta operación matemática, podemos decir que los ladrillos experimentales tienen una mejor resistencia en comparación con un ladrillo compuesto por un concreto convencional (**ver gráfico 04**). Y este resultado guarda relación con la investigación de Gonzales, M. (2015) donde como conclusión estipula que un concreto con escoria en su adición tiene una resistencia igual o superior que uno convencional.
- ) De las 2 sustituciones realizadas, la que presenta un mejor promedio de resistencia a la compresión es la muestras con un 40% de sustitución de confitillo por escoria. Teniendo una resistencia a los 28 días de 195.67 kg/cm<sup>2</sup> (**ver gráfico 03**) la cual guarda relación con Tirado, J (2018) donde su sustitución al 45% de agregado grueso le dio una resistencia superior al de su concreto patrón.
- ) Hay una diferencia, a los 28 días de curado, de resistencias entre el Ladrillo patrón y el experimental al 40% (que es el de mayor  $F'c$ ) de 24.87 kg/cm<sup>2</sup>. Mientras que a los 7 días el experimental al 40% es superior en 17.01 kg/cm<sup>2</sup>. Esto nos dice que el 21 días de madurez del concreto , el ladrillo experimental con 40% de sustitución solo a mejorado en 7.86 kg/cm<sup>2</sup> con respecto al concreto del ladrillo patrón. Aquí reafirmamos lo concluido en la tesis de Huamani, G. & Paucar, F. (2018) donde dice que el agregado si tiene una gran influencia en la resistencia de los concreto.

## V. CONCLUSIONES

- J La escoria presenta un mayor peso ya sea en estado suelto o compactado, si se compara con el confitillo, y también absorbe un porcentaje muy bajo de agua con un “0.06%” pero presenta un desgaste un poco mayor al agregado pétreo. El resultado de la prueba de abrasión no se aprecia al momento de realizar los ladrillos y ensayarlos a la compresión, por el contrario, los ladrillos salen más resistentes aun siendo fabricados de la misma manera y con los mismos parámetros.
- J El estado inicial de la escoria brindada por SiderPeru es de bloques que van desde 1mm hasta 4 pulgadas. Por lo tanto, tiene que estar constantemente sometida a un proceso de molido. Por lo cual debe ser molido y tamizado en paralelo, este se debe a que con el contante fraccionamiento a la que es sometido se pierde mucho material que no será usado (partículas menores a lo pasante por el tamiz 1/8 y 1/16). De los 35 kg que nos brindó la empresa siderúrgica , solo se aprovechó para nuestros intereses aproximadamente 21 kg de esta.
- J Debido al alto grado de compactaciones de la máquina de ladrillos, a pesar de que tenemos una relación agua cemento 0.90, se ha sobrepasado la resistencia que apuntamos inicialmente (ladrillo tipo 4 – 130 kg/cm<sup>2</sup>).
- J La ubicación del motor, que proporciona el vibrado a la máquina, toma mucha influencia en la compactación de los ladrillos dependiendo siempre de la ubicación de ella. La máquina ladrillera cuenta con una capacidad de 6 ladrillos, y el motor se encuentra soldada en la parte central de esta. De esta manera la vibración se concentra mejor en la parte central de la tolva, este factor puede variar si es que se estaciona a la maquina en un lugar desnivelado. Si se encontrase en este último caso, la vibración tendería a llevarse a uno de los lados, vibrando de esta manera más a una parte con respecto a la otra.

- ) La mejora en cuanto a la resistencia es progresiva y ve su pico máximo a los 28 días de madurez. Mediante la observación de resultados podemos decir que la escoria utilizada como sustitución al confitillo es totalmente factible. Mientras se sustituyó con más escoria, la resistencia del concreto fue aumentando progresivamente. Esto se puede notar si es que se compara las resistencias entre los experimentales al 30% y 40%. **(Ver grafico 04)**
- ) Se debe seguir con estricto cuidado la cantidad de tiempo del vibrado sin tapa y finalmente con la tapa puesta (20 seg. Y 10 seg. Respectivamente), tiempos mayores podrían compactar más al concreto.
- ) Para poder reducir la resistencia de nuestros ladrillos de concreto se tendría que usar una relación A/C mayor o de lo contrario usar un tiempo de vibrado menor. Ya que como se observa en los resultados, la resistencia a la que se apuntó fue superada con creces.
- ) En la carrera de Ingeniería Civil se toma en cuenta en las enseñanzas que esta imparte el tiempo de mezcla, transporte y vaciado de concreto. Al emplear esta máquina de ladrillos estamos cumpliendo con todos los tiempos que se estima para un correcto manejo del concreto es estado fresco. Evitando de esta manera, fraguado, segregación, pérdida de agua, pérdida de consistencia. Proceso que se puede ver en las ladrilleras artesanales. En la provincia de Santa- Ancash se aprecia comúnmente donde quiera que se vaya.

## VI. RECOMENDACIONES

- J Se recomienda enfáticamente no hacer excesivo uso del vibrado ya que podría arruinarse la mezcla debido al fenómeno de segregación, concentrando de esta manera la mayor cantidad de agregado grueso en el fondo del ladrillo y todo dejando pasta de concreto en la parte superior del ladrillo.
- J Se aconseja ubicar a la máquina de ladrillos en un lugar completamente nivelado, para de esta manera tener ladrillos homogéneos en dimensiones y con proceso de vibrado similar (debido a la ubicación del motor vibrador).
- J Debido a que se quiso dar a la escoria una característica granulométrica similar al confitillo, se debe tener paciencia y cuidado al intentar moler los bloques y posteriormente las partículas, no se logrará dar la granulometría requerida con una sola molina, este proceso se repetirá varias veces, por lo tanto, habrá mucha pérdida de material (se conseguirá mucho material fino) y por ello se recomienda tener cuidado al momento de moler la escoria.
- J Si se planea usar ladrillos con escoria en su composición, Se recomienda que su uso debe limitarse a muros que cumplan la función de recibir carga y no para tabiquería o algún uso similar. Esto se debe a el peso que tendrá cada ladrillo será mayor al de uno convencional.
- J Se sabe que la escoria es un producto que se genera a partir de los metales, es por ello que sería beneficioso para posteriores investigaciones el someter concretos con este material y observar su comportamiento en el tiempo al corrosivo ambiente que presenta Chimbote.
- J Se aconseja siempre retirar del agua un día antes de cuando se tiene planificado ensayar a la compresión, esto debido a que cuando el ladrillo se encuentra en esta húmedo su resistencia es menor a cuando se encuentra seco.

## **VII. AGRADECIMIENTOS**

Mi persona, lo que hago, lo que pienso y lo que soy es gracias a mis padres. Es por ello, que en el presente texto les agradezco con todo mi ser a esas 2 maravillosas personas que pudieron lograr de mi un gran ser humano y futuro profesional de bien. Todos mis logros que pueda obtener se deben a ellos, queda pequeño este párrafo para expresar el gran sentimiento que tengo hacia mis 2 guías de la vida.

Agradezco a mi hermana porque ella también acudió en mi apoyo en los pequeños momentos que necesité a alguien.

La Universidad San Pedro es también merecedora de agradecimiento, conocí a grandes personas y pasé un sin número de buenas experiencias al igual que enseñanzas.

De igual manera darle las gracias a las personas que integran el comité de asesores, porque darnos el apoyo en estas épocas de difícil sentir como es el 2020. Es por esto que brindo mi más sincero agradecimiento a estas buenas personas.

Vuelvo a reiterar, muchas gracias Universidad San Pedro. Siempre te tendré en mi corazón. Al igual que a todos los docentes con los que pude tener una buena conversación , tal es el ejemplo si es que se me permite mencionar al gran licenciado Aniano Rodriguez.

Siempre Gracias.

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Dosificación (concreto) (s.f.). Recuperado el 15 de abril del 2020 de wikipedia:  
[https://es.wikipedia.org/wiki/Dosificaci%C3%B3n\\_\(concreto\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Dosificaci%C3%B3n_(concreto)).

Tecnología de materiales (s.f.). Recuperado el 15 de abril del 2020 de wikipedia:  
[https://es.wikipedia.org/wiki/Tecnolog%C3%ADa\\_de\\_materiales](https://es.wikipedia.org/wiki/Tecnolog%C3%ADa_de_materiales).

Tipos de Concretos (2018). Recuperado el 15 de abril del 2020 de Concreto pre mezclado  
cruz azul:  
<http://concretopremezcladodf.mx/productos-y-servicios/tipos-de-concretos>

Andesita (2020). Recuperado el 15 de abril del 2020 de geologíaweb:  
<https://geologiaweb.com/rocas-igneas/andesita/>

Andesita (s/f). Recuperado el 16 de abril del 2020 del Atlas de rocas ígneas:  
<https://petroignea.wordpress.com/rocas-volcanicas/andesita/>

Valcuente et al. (s/f). *Evolución de la resistencia del hormigón con la edad y temperatura*. España: Universidad Politécnica de Valencia

Puertas, F. (1993). Escorias de alto horno: composición y comportamiento hidráulico. *Materiales de construcción*, 43(229), pp.37-48.

NTP (2006). Unidades de Albañilería. Ladrillos de Concreto. Requisitos.

Teodoro E. (1997). *Materiales de Diseño de Estructuras de Concreto Armado* (11). Perú: Pontificia Universidad Católica de Perú.

- NTP (2001). *Agregados. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global.*
- NTP (2001). *Agregados. Análisis granulométrico del agregado grueso. Contro de calidad durante el proceso de construcción .*
- Zelada R. (2016). *Valoración económica de la escoria de horno eléctrico de siderperu como producto alternativo a la piedra de cantera al sector constructivo*(Tesis de maestría).Universidad Nacional de Trujillo.
- Santa cruz , jessica. (2016). *Viabilidad técnica y ambiental de la utilización de una escoria de fundición como reemplazo parcial de arcilla en ladrillos cerámicos* (Maestría en ingeniería ambiental). Universidad Nacional de Colombia.
- Belito, G. & Paucar , F. (2018). *Influencia de los agregados de diferentes procedencias y diseño de mezcla sobre la resistencia del concreto* (Titulación en ingeniero civil). Universidad Nacional de Huancavelica.
- Tirado, J. (2018). *Resistencia de una concreto con agregado grueso sustituido en un 45% y 48% por escoria de horno de arco electrico* (Titulación en ingeniero civil). Universidad Privada San Pedro.
- Gonzales, M. (2015). *Comportamiento y diseño de hormigones estructurales con aridos siderurgucos eaf* (Doctorado en Ingeniería de la Construcción ). Universidad Politécnica de Catalunya.

## IX. ANEXOS

### ANEXO 1. PANEL FOTOGRAFICO



Figura 08: Obtención de agregado fino de la cantera



Figura 09: Obtención de agregado grueso de la cantera



Figura 10: Estado inicial de la escoria, como se obtiene



Figura 11: Se muele hasta dar un tamaño aproximado al del confitillo



Figura 12: El proceso de molido puede hacerse varias veces



Figura 13: Se llena el molde con el confitillo para el Peso Unitario suelto



Figura 14: Luego se procede a pesar



Figura 15: Para el peso Unitario compactado se llena en 3 capas, varillandolo



Figura 16: Luego se procede a pesar



Figura 17: Para la arena se realiza el mismo procedimiento



Figura 18: Secado de arena en estufa para su posterior pesado



Figura 19: Granulometría para los agregados



Figura 20: Se realiza tamizado para la escoria molida, para igualar a la granulometría del confitillo.



Figura 21: Luego del tamizado y proporcionado, se procede a mezclar.



Figura 22: Se mezcla uniformemente todo el confitillo



Figura 23: Para el ensayo de gravedad específica pesamos la tara y nuestra arena



Figura 24: De igual manera se hace para el confitillo



Figura 25: El confitillo será sometido al mismo ensayo, como un agregado común.



Figura 26: luego de ello se ingresa al horno para poder obtener su peso seco.



Figura 27: De igual manera de secará en horno la escoria.



Figura 28: Al día siguiente se retira del horno y se procede a pesar.



Figura 29: Para la gravedad específica se lavó 3 veces los agregados y la escoria. Luego se dejó en reposo hasta el día siguiente.



Figura 30: Se retiró el agua y se procedió a secar superficialmente el confitillo.



Figura 31: Este proceso se realizó de igual forma para la escoria



Figura 32: Se pesan aleatoriamente muestras de confitillo



Figura 33: También se pesó cantidades aleatorias de escoria.



Figura 34: Luego se procedió a sumergir las muestras de confitillo y escoria, para tomar su peso.



Figura 35: Para la gravedad especifica de la arena de tamiza luego de secarla en cocina.



Figura 36: Se humedeció moderadamente para poder ver su trabajabilidad.



Figura 37: Se golpeó 25 veces.



Figura 38: Se corroboró que tiene buena trabajabilidad .



Figura 39: Uso de picnómetro para obtener un peso del material sin vacíos.



Figura 40: Se secó en horno para obtener su peso seco y proceder con el llenado en el formado.



Figura 41: Con todos los datos hallados se pudo realizar el diseño de mezcla, del cual partiríamos para realizar los patrones.



Figura 42: Se fabrico los ladrillos patrones empleando una maquina ladrilla



Figura 43: La máquina tiene una capacidad máxima de 6 ladrillos



Figura 44: luego de 7 días se procedió al ensayo a la compresión.



Figura 45: Para ello se tomó su peso , al igual que sus medidas.



Figura 46: Luego se procedió al colocado en la maquina hidráulica.



Figura 47: Para el ensayo se usó las almohadillas para ladrillos.



Figura 48: Para el ensayo a los 14 días se realiza el mismo procedimiento.



Figura 49: Con se halló una dosificación, se procedió al reemplazo del 30% y 40% del agregado grueso



Figura 50: Se agregó la escoria al recipiente de agregado grueso



Figura 51: Se realizó el pesado de todos los materiales para el experimental al 30%.



Figura 52: De igual manera se procedió el pesado de todos los materiales para el experimental al 40%.



Figura 53: Con el concreto mezclado y listo se realiza el vaciado a la máquina ladrillera.



Figura 54: Se realiza un vibrado sin tapas por un lapso de 20 seg.



Figura 55: luego se enraza toda la parte superior.



Figura 56: Luego se colocó la tapa y se vibró por 10 seg. mas.



Figura 57: Se desmoldó con éxito los 24 ladrillos



Figura 58: Se procedió a proteger los ladrillos



Figura 59: Se realizó la toma de datos de los ladrillos al 30%.



Figura 60: Se realizó la toma de datos de los ladrillos al 40%.



Figura 61: Se procedió al ensayo a la compresión.



Figura 62: Se colocó los ladrillos en la maquina hidráulica.



Figura 63: Fallas en los ladrillos al 30% sometidos a cargas.



Figura 64: Fallas en los ladrillos al 40% sometidos a cargas.

## ANEXO 2. CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGDO FINO, GRUESO Y ESCORIA

### CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO FINO (ASTM D-2216)

SOLICITA: BACH. CRUZ ROMAN YERSON ALEXIS  
 TESIS: INFLUENCIA DE LA SUSTITUCION DEL AGREGADO GRUESO DE LOS LADRILLOS DE CONCRETO POR ESCORIA DE HORNO DE ARDO ELECTRICO AL 30% Y 40% EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION  
 LUGAR: CHIBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH  
 CANTERA: RUBEN  
 MATERIAL: ARENA CRUESA  
 FECHA: 05/05/2020

PRUEBA Nº	01	02
TARA Nº		
TARA + BUELO HUMEDO (gr)	662.9	709
TARA + BUELO SECO (gr)	650.4	706.6
REBO DEL AGUJA (gr)	2.5	2.2
REBO DE LA TARA (gr)	262.9	209
REBO DEL BUELO SECO (gr)	497.5	497.8
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	3.50	0.44
W <sub>1</sub> - W <sub>2</sub> / W <sub>2</sub> * 100	0.47	


**UNIVERSIDAD DEL ALTIPLANO**  
 Facultad de Ingeniería  
 La Oroya - Perú  
 Mg. Miguel Ángel Jara

**CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO GRUESO  
(ASTM D-2216)**

SOLICITA : BACH. CRUZ ROMAN YERSON ALEXIS  
 TESIS : INFLUENCIA DE LA SUSTITUCIÓN DEL AGREGADO GRUESO DE LOS LADRILLOS DE CONCRETO POR  
 ERDORIA DE HORMIGÓN DE ARCO ELÉCTRICO AL 30% Y 40% EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN  
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH  
 CANTERA : RUBEN  
 MATERIAL : CONKITILLO  
 FECHA : 05/06/2020

PRUEBA N°	01	02
TARA N°		
TARA + SUELO HUMEDO (gg)	701.3	698.5
TARA + SUELO SECO (gg)	700.3	697.9
PESO DEL AGUA (gg)	1.1	1
PESO DE LA TARA (gg)	201.3	198.5
PESO DEL SUELO SECO (gg)	498.9	499
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.22	0.20
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)	0.21	


**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**  
 FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA DE MATERIALES  
 Mg. Miguel Sotillo Jara

**CONTENIDO DE HUMEDAD ESCORIA DE HORNO DE ARCO ELECTRICO**  
( ASTM D-2216)

SOLICITA : BACH. CRUZ ROMAN YERSON ALEXIS  
 TESIS : INFLUENCIA DE LA SUSTITUCIÓN DEL AGREGADO GRUESO DE LOS LADRILLOS DE CONCRETO POR ESCORIA DE HORNO DE ARCO ELÉCTRICO AL 30% Y 40% EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN  
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH  
 CANTERA : RUBEN  
 MATERIAL : CONFITILLO  
 FECHA : 30/08/2020

PRUEBA N°	01	02	03
TARA N°			
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	1022	1194	1054
TARA + SUELO SECO (gr)	1019	1190.5	1051
PESO DEL AGUA (gr)	3	3.5	3
PESO DE LA TARA (gr)	202.5	198	199
PESO DEL SUELO SECO (gr)	816.5	992.5	852
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.37	0.35	0.35
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)		0.36	


 UNIVERSIDAD SAN PEDRO DE CALLO  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL  
 Mg. Wilfredo Salar Jara

### ANEXO 3. PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y ESCORIA

#### PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO

SOLICITA : BACH. CRUZ ROMAN YERSON ALEXIS  
 TESIS : INFLUENCIA DE LA SUSTITUCIÓN DEL AGREGADO GRUESO DE LOS LAPILLOS DE CONCRETO POR ESCORIA DE HORNO DE ARDO ELÉCTRICO AL 30% Y 40% EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN  
 LUGAR : CHAMPOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH  
 CÁMERA : RUBEN  
 MATERIAL : ARENA GRUESA  
 FECHA : 05/09/2020

#### PESO UNITARIO SUBLTO

Ensayo N°	01	02	03
Peso de molde + muestra	7450	7450	7500
Peso de molde	3328	3328	3328
Peso de muestra	4124	4121	4174
Volumen de molde	2788	2788	2788
Peso unitario (Kg/m <sup>3</sup> )	1479	1479	1487
Peso unitario prom. (Kg/m <sup>3</sup> )	1480		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1476		

#### PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	01	02	03
Peso de molde + muestra	8100	8100	8100
Peso de molde	3328	3328	3328
Peso de muestra	4774	4774	4774
Volumen de molde	2788	2788	2788
Peso unitario (Kg/m <sup>3</sup> )	1712	1712	1712
Peso unitario prom. (Kg/m <sup>3</sup> )	1712		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1704		

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 DE CALANCA  
 DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL  
 Ing. Miguel Solar Lara



**PESO UNITARIO DE LA ESCORIA DE HORNO DE ARCO ELECTRICO**

SOLICITA : BACH, CRUZ ROMAN YERSON ALEXIS  
 TESIS : INFLUENCIA DE LA SUSTITUCIÓN DEL AGREGADO GRUESO DE LOS LADRILLOS DE CONCRETO POR ESCORIA DE HORNO DE ARCO ELÉCTRICO AL 30% Y 40% EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN  
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH  
 CANTERA : RUBEN  
 MATERIAL : CONFITILLO  
 FECHA : 30/05/2020

**PESO UNITARIO SUELTO**

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	7970	7955	7965
Peso de molde	3325	3320	3325
Peso de muestra	4644	4629	4639
Volumen de molde	2788	2788	2788
Peso unitario ( Kg/m <sup>3</sup> )	1680	1662	1664
<b>Peso unitario prom. ( Kg/m<sup>3</sup> )</b>	1683		
<b>CORREGIDO POR HUMEDAD</b>	1660		

**PESO UNITARIO COMPACTADO**

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	8194	8230	8268
Peso de molde	3326	3326	3326
Peso de muestra	4868	4904	4942
Volumen de molde	2788	2788	2788
Peso unitario ( Kg/m <sup>3</sup> )	1748	1759	1773
<b>Peso unitario prom. ( Kg/m<sup>3</sup> )</b>	1769		
<b>CORREGIDO POR HUMEDAD</b>	1756		

  
 INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CHIMBOTE  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIONES Y DESARROLLO TECNOLÓGICO  
 Mg. Miguel Sotlar Jara  
 I.D.

**ANEXO 4. GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO,  
GRUESO Y ESCORIA**

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

SOLICITA : BACH. CRISTÓFORO YERSON ALEXIS  
 TÍTULO : INFLUENCIA DE LA SUSTITUCIÓN DEL AGREGADO GRUESO DE LOS LADRILLOS DE CONCRETO POR  
 ESCORIA DE HORNO DE ARCO ELÉCTRICO AL 30% Y 40% EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN  
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANGASH  
 CANTERA : RUBEN  
 MATERIAL : ARENA GRUESA  
 FECHA : 06/06/2020

A	Peso de molde saturado superficialmente seco (masa)	gr.	300.00	300.00
B	Peso de molde (C) + agua	gr.	854.00	854.00
C	Volumen de masa + volumen de vacíos (A+B)	cm <sup>3</sup>	854.00	854.00
D	Peso de molde (C) + agua + material	gr.	844.00	844.00
E	Volumen de (masa + volumen de vacíos (C-D))	cm <sup>3</sup>	110.00	110.00
F	Peso de material seco en estado	gr.	296.00	296.00
G	Volumen de masa (E) (A.F.)		106.00	106.00
H	P.e. Bulk (Base Seca)	P.E	2.691	2.691
I	P.e. Bulk (Base Saturada)	A.E	2.727	2.727
J	P.e. Aparato (Base Seca)	P.E	2.792	2.792
K	Absorción (%) (D.A.B.A.M)		1.35	1.35

P.e. Bulk (Base Seca) : 2.691  
 P.e. Bulk (Base Saturada) : 2.727  
 P.e. Aparato (Base Seca) : 2.792  
 Absorción (%) : 1.35

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 INSTITUTO TECNOLÓGICO DE  
 LA MATERIA DE INGENIERÍA DE  
 MATEMÁTICA Y FÍSICA  
 Ing. Miguel Ángel Jara  
 2020

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

SOLICITA : RAIZ CRUZ ROMAN YERSON ALEXIS  
 TESIS : INFLUENCIA DE LA SUSTITUCION DEL AGREGADO GRUESO DE LOS LADRILLOS DE CONCRETO POR ESCORIA DE HORNO DE ARCO ELÉCTRICO AL 30% Y 40% EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN  
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCAHUE  
 CANTERA : SUSEN  
 MATERIAL : CONKITILLO  
 FECHA : 05/09/2020

A	Peso de volumen saturado superficialmente seco (gms)	582.00	532.00
B	Peso de material saturado superficialmente seco (agua)	379.30	345.70
C	Volumen de masa + volumen de vacíos (A-B)	202.70	186.30
D	Peso de material seco en estado	575.00	520.00
E	volumen de masa (C-A-D)	199.70	180.30
G	P.e. Bulk (Base Seca) D/C	2.842	2.823
H	P.e. Bulk (Base Saturada) A/C	2.871	2.856
I	P.e. Aparente (Base Seca) D/E	2.928	2.917
F	Absorción (%) (D-A/A) x 100	1.04	1.14

P.e. Bulk (Base Seca) : 2.833  
 P.e. Bulk (Base Saturada) : 2.863  
 P.e. Aparente (Base Seca) : 2.933  
 Absorción (%) : 1.09


 UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 DE CALLO  
 LA UNIVERSIDAD DEL COMERCIO  
 INTERNACIONAL  
 M<sup>o</sup>. Miguel Ángel Jara

**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN ESCORIA DE HORNO DE ARCO ELECTRICO  
(Según norma ASTM C-127)**

SOLICITA : BACH. CRUZ ROMAN YERSON ALEXIS  
 TESIS : INFLUENCIA DE LA SUSTITUCIÓN DEL AGREGADO GRUESO DE LOS LADRILLOS DE CONCRETO POR ESCORIA DE HORNO DE ARCO ELÉCTRICO AL 30% Y 40% EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN  
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANGASH  
 CANTERA : RUBEN  
 MATERIAL : CONFITILLO  
 FECHA : 30/06/2020

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	1502.00	1634.00
B	Peso de material saturado superficialmente seco (agua)	889.50	1050.00
C	Volumen de masa + volumen de vacíos (A-B)	612.50	584.00
D	Peso de material seco en estufa	1501.00	1633.00
E	Volumen de masa (C-(A-D))	611.50	583.00
G	P.e. Bulk (Base Seca) D/C	2.451	2.796
H	P.e. Bulk (Base Saturada) A/C	2.452	2.798
J	P.e. Aparente (Base Seca) D/E	2.455	2.801
F	Absorción (%) ((D-A)/(x100))	0.07	0.06

P.e. Bulk (Base Seca) : 2.623  
 P.e. Bulk (Base Saturada) : 2.625  
 P.e. Aparente (Base Seca) : 2.628  
 Absorción (%) : 0.06



## ANEXO 5. DISEÑO DE MEZCLA

### DISEÑO DE MEZCLA ( 30% SUSTITUCIÓN DEL AGREGADO GRUESO)

SOLICITA : BACH. CRUZ ROMAN YERSON ALEXIS  
TESIS : INFLUENCIA DE LA SUSTITUCIÓN DEL AGREGADO GRUESO DE LOS LADRILLOS DE CONCRETO POR ESCORIA DE HORNO DE ARCO ELÉCTRICO AL 30% Y 40% EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN  
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH  
FECHA : 05/06/2020

#### ESPECIFICACIONES

- La selección de las proporciones se hará empleando el método del ACI
- La resistencia en compresión de diseño promedio: 130 kg/cm<sup>2</sup>, a los 28 días.

#### MATERIALES

##### A.- Cemento :

- Tipo I "Pacasmayo"
- Peso específico ..... 3.10

##### B.- Agua :

- Potable, de la zona

##### C.- Agregado Fino :

CANTERA : RUBEN

- Peso específico de masa 2.69
- Peso unitario suelto 1476 kg/m<sup>3</sup>
- Peso unitario compactado 1704 kg/m<sup>3</sup>
- Contenido de humedad 0.47 %
- Absorción 1.35 %
- Módulo de fineza 2.09

##### D.- Agregado grueso

CANTERA : RUBEN

- Piedra, perfil angular #4
- Tamaño Máximo Nominal 2.83
- Peso específico de masa 1321 kg/m<sup>3</sup>
- Peso unitario suelto 1452 kg/m<sup>3</sup>
- Contenido de humedad 0.21 %
- Absorción 1.09 %

 **UNIVERSIDAD SAN PEDRO**  
CALLE SAN PEDRO DE HUANCABELICA  
Ay. Atypa Solar Jara

**SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO**

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de 1" a 2".

**VOLUMEN UNITARIO DE AGUA**

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 1" a 2" sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de #4, el volumen unitario de agua es de 218 l/m<sup>3</sup>.

**RELACIÓN AGUA - CEMENTO**

Se obtiene una relación agua - cemento de 0.900

**FACTOR DE CEMENTO**

F.C. : 218 / 0.900 = 240 kg/m<sup>3</sup> = 5.65 bolsas / m<sup>3</sup>

**VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS**

Cemento.....	240.000	kg/m <sup>3</sup>
Agua efectiva.....	232.152	lts/m <sup>3</sup>
Agregado fino.....	1251.24	kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso.....	582.173	kg/m <sup>3</sup>

**PROPORCIONES EN PESO**

$$\frac{240.00}{240.00} : \frac{1251.24}{240.00} : \frac{582.17}{240.00}$$

1 : 5.26 : 2.43 : 41.11 lts / bolsa

**PROPORCIONES EN VOLUMEN**

1 : 5.31 : 2.75 : 41.11 lts / bolsa

 UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
DE MACORIS  
CARRERA INGENIERIA CIVIL  
Ing. Miguel Saiz Jara

## ANEXO 6. DISEÑO DE MEZCLA

### DISEÑO DE MEZCLA

SOLICITA : BACH. CRUZ ROMAN YERSON ALEXIS  
TITULO : INFLUENCIA DE LA SUSTITUCION DEL AGREGADO GRUESO DE LOS LADRILLOS DE CONCRETO POR ESCORIA DE HORNO DE ARCO ELECTRICO AL 30% Y 40% EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION  
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANDAGU  
FECHA : 05/05/2020

#### ESPECIFICACIONES

- La selección de las proporciones se hará empleando el método del ACI
- La resistencia en compresión de diseño especificada es de 130 kg/cm<sup>2</sup>, a los 28 días.

#### MATERIALES

##### A.- Cemento :

- Tipo I "Pacasmayo"
- Peso específico ..... 3.10

##### B.- Agua :

- Potable, de la zona

##### C.- Agregado Fino :

CANtera : RUBEN

- Peso específico de masa 2.89
- Peso unitario suelto 1478 kg/m<sup>3</sup>
- Peso unitario compactado 1704 kg/m<sup>3</sup>
- Contenido de humedad 0.47 %
- Absorción 1.35 %
- Módulo de finiza 2.88

##### D.- Agregado grueso

CANtera : RUBEN

- Piedra, perfil angular #4
- Tamaño Máximo Nominal 2.83
- Peso específico de masa 1321 kg/m<sup>3</sup>
- Peso unitario suelto 1452 kg/m<sup>3</sup>
- Contenido de humedad 0.21 %
- Absorción 1.06 %

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
CANTON ESCOBARA  
Mg. Miguel Ángel Jara  
Jara

#### SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de 1" a 2" .

#### VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 1" a 2" , sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de #4 , el volumen unitario de agua es de 216 lt/m<sup>3</sup> .

#### RELACIÓN AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua - cemento de 0,900

#### VOLUMENES ABSOLUTOS

Cemento.....	(m <sup>3</sup> )	0.077
30% ESCORIA DE HORNO.....	(m <sup>3</sup> )	0.052
Agua efectiva.....	(m <sup>3</sup> )	0.216
Agregado fino.....	(m <sup>3</sup> )	0.467
Agregado grueso.....	(m <sup>3</sup> )	0.144
Aire.....	(m <sup>3</sup> )	0.035
		<b>1.000 m<sup>3</sup></b>

#### PESOS SECOS

Cemento.....	240.00 kg/m <sup>3</sup>
30% ESCORIA DE HORNO.....	174.285 kg/m <sup>3</sup>
Agua efectiva.....	216.00 lts/m <sup>3</sup>
Agregado fino.....	1255.31 kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso.....	408.67 kg/m <sup>3</sup>

#### PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento.....	240.00 kg/m <sup>3</sup>
30% ESCORIA DE HORNO.....	174.652 kg/m <sup>3</sup>
Agua efectiva.....	199.87 lts/m <sup>3</sup>
Agregado fino.....	1281.24 kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso.....	407.521 kg/m <sup>3</sup>

#### PROPORCIONES EN VOLUMEN

$$\frac{240.00}{240.00} \quad \frac{174.652}{240.00} \quad \frac{1281.24}{240.00} \quad \frac{407.52}{240.00}$$

$$1 \quad : \quad 0.73 \quad : \quad 5.26 \quad : \quad 1.70 \quad \text{##### lts / bolsa}$$

 UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
C.A. 1997, S.A. 2002  
Las Mercedes, C.A. - Cascajal, C.A.  
*Mg. Miguel Solar Jara*

## ANEXO 7. ENSAYO A LA COMPRESION DE LADRILLO PATRON

### COMPRESION DE LADRILLO DE CONCRETO-PATRON

SOLICITA : BACH. CRUZ ROMAN YERSON ALEXIS  
 TESIS : INFLUENCIA DE LA SUSTITUCION DEL AGREGADO GRUESO DE LOS LADRILLOS DE CONCRETO POR ESCORIA DE HORNO DE ARCO ELECTRICO AL 30% Y 40% EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION  
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH  
 FECHA : 05/06/2020

MATERIAL : LADRILLO ( PATRON)  
 DIMENSIONES DE FORMATO (cm) : 24x13x9

Identificación de la Muestra	Dimensiones (cm)			Área Bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga de Rotura (Kg)	Resistencia a la Compresión (Kg/cm <sup>2</sup> ) Área Bruta
	Largo	Ancho	Altura			
PATRON 7 DMS	24.20	13.40	9.00	324.3	34,320	105.83
PATRON 7 DMS	24.10	13.60	9.00	327.8	42,510	129.70
PATRON 7 DMS	24.10	13.60	9.00	327.8	37,640	114.84
PATRON 14 DSE	24.10	13.50	9.00	325.4	39,740	122.13
PATRON 14 DSE	24.00	13.50	9.00	324.0	46,210	142.62
PATRON 14 DMS	24.00	13.50	9.00	324.0	48,190	148.70


 UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 INSTITUTO TECNOLÓGICO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
 CHIMBOTE - PERÚ  
 Mg. Miguel Salar Jara

**ANEXO 8. ENSAYO A LA COMPRESIÓN DE LADRILLOS EXPERIMENTALES AL 30% DE SUSTITUCIÓN POR ESCORIA**

**COMPRESION DE LADRILLO DE CONCRETO-EXPERIMENTAL - 30%**

SOLICITA BACH: CRUZ ROMAN VERNON ALEXIS  
 TESIS INFLUENCIA DE LA SUSTITUCIÓN DEL AGREGADO GRUESO DE LOS LADRILLOS DE CONCRETO POR ESCORIA DE HORNO DE ARCO ELECTRICO AL 30% Y 40% EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN  
 LUGAR CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH  
 FECHA 05/06/2020

MATERIAL : LADRILLO ( EXPERIMENTAL)  
 DIMENSIONES DE FORMATO (cm) : 24x 13 x 9

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA	Dimensiones ( cm )			Area Bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga de Rotura ( Kg )	Resistencia a la Compresión ( Kg/cm <sup>2</sup> )
	Largo	Ancho	Alura			Area Bruta
EXPERIMENTAL T 0.3	24.00	13.50	9.00	324.0	42,400	130.86
EXPERIMENTAL T 0.4	23.90	13.90	9.00	322.7	44,540	138.04
EXPERIMENTAL T 0.5	24.00	13.50	9.00	324.0	36,550	112.80

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 Ing. Miguel Solar Jara

**ANEXO 9. ENSAYO A LA COMPRESIÓN DE LADRILLOS EXPERIMENTALES  
AL 40% DE SUSTITUCIÓN POR ESCORIA**

**COMPRESION DE LADRILLO DE CONCRETO-EXPERIMENTAL - 40%**

SOLICITA : BACH. CRUZ ROMAN YERSON ALBIRIS  
 TESIS : INFLUENCIA DE LA SUSTITUCIÓN DEL AGREGADO GRUESO DE LOS LADRILLOS DE CONCRETO POR  
 ESCORIA DE HORNO DE ARCO ELECTRICO AL 30% Y 40% EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION  
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH  
 FECHA : 05/06/2020

MATERIAL : LADRILLO ( EXPERIMENTAL )  
 DIMENSIONES DE FORMATO (cm) : 24x 13 x 9

Identificación de la Muestra	Dimensiones (cm)			Área Bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga de Rotura (Kg)	Resistencia a la Compresión (Kg/cm <sup>2</sup> ) Área Bruta
	Largo	Ancho	Alteza			
EXPERIMENTAL E 045	24.10	13.70	9.00	334.2	42,500	130.07
EXPERIMENTAL E 046	24.10	13.80	9.00	332.6	46,900	140.71
EXPERIMENTAL E 047	24.20	13.70	9.00	331.5	43,320	130.66


**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**  
 C.A. 20000000000000000000  
 Los Pinos 2, Chicla, Chicla, Chicla  
 Mg. Miguel Oscar Jara  
 (Firma manuscrita)

# ANEXO 10. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y ESCORIA

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO GRUESO (AETM C 136-06)

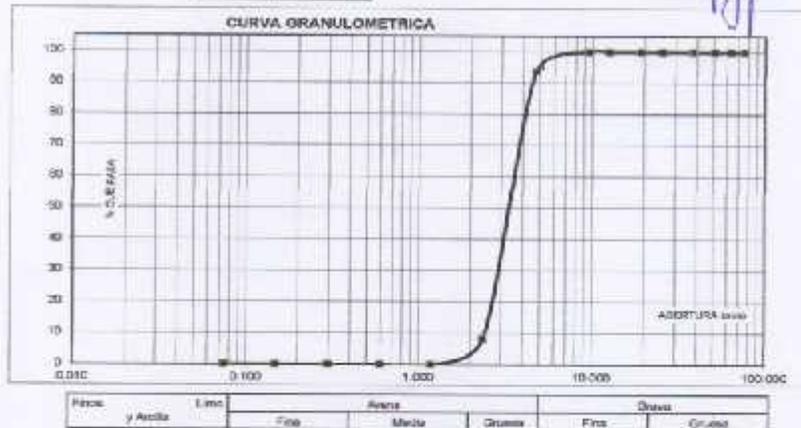
SOLICITA: BACH. CRUZ ROMAN YERSON ALEXIS  
 TESIS: INFLUENCIA DE LA SUSTITUCIÓN DEL AGREGADO GRUESO DE LOS LADRILLOS DE CONCRETO POR ESCORIA DE HORNO DE ARCO ELÉCTRICO AL 30% Y 40% EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN  
 LUGAR: CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH  
 CAMPEÑA: RUBEN  
 MATERIAL: CEMENTILLO  
 FECHA: 09/02/2020

TRAMZ	Peso retenido	% Ret. Parcial	% Ret. Acumada	% Que pasa
Nº	Medida (mm)	(g)	(%)	(%)
3"	76.200	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	63.500	0.0	0.0	100.0
2"	50.800	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	100.0
1"	25.400	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.0	0.0	100.0
5/8"	12.500	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.500	0.0	0.0	100.0
Nº 4	4.750	37.0	37.0	63.0
Nº 5	2.980	57.3	94.3	5.7
Nº 10	1.580	48.8	100.0	0.0
Nº 20	0.850	0.0	100.0	0.0
Nº 40	0.425	0.0	100.0	0.0
Nº 100	0.150	0.0	100.0	0.0
Nº 200	0.075	0.0	100.0	0.0
TOTAL	AGREGADO	0	100.0	0.0

PROPIEDADES FÍSICAS	
Tamaño Máximo Nominal	34
Humid.	Nº 0
	Ref. ASTM C-221

OBSERVACIONES  
 La muestra sometida verificó por el subsecuente.

CRISTIAN ANGLAS PEDRO  
 Ing. Civil  
 Mg. Miguel Sotelo Jara



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO**  
(ASTM C 136-06)

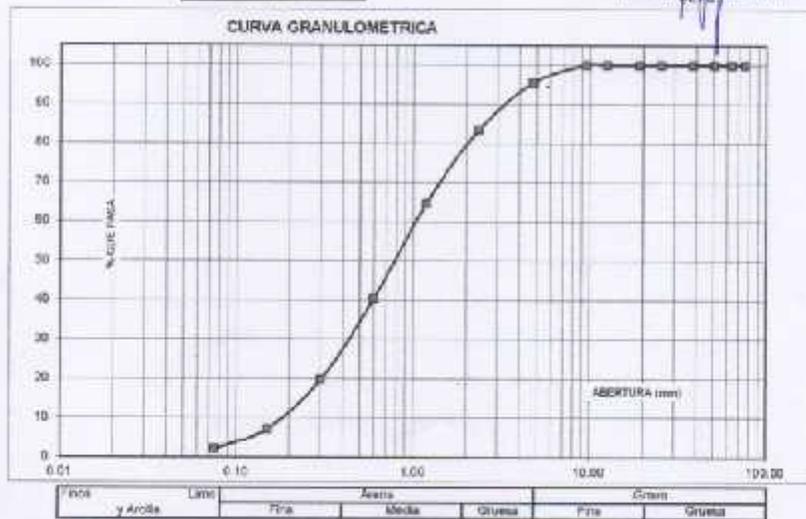
SOLICITA : BACH. CRUZ ROMAN YERSON ALEXIS  
 TESIS : INFLUENCIA DE LA SUSTITUCIÓN DEL AGREGADO GRUESO DE LOS LADRILLOS DE CONCRETO POR ESCOBIA DE HORNO DE ARCO ELÉCTRICO AL 30% Y 40% EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.  
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH  
 CANTERA : FLECH  
 MATERIAL : ARENA GRUESA  
 FECHA : 05/06/2020

TAMIZ	Apert.(mm)	Peso retenido (gr)	% ret. Parcial (%)	% ret. Acum. (%)	% Que pasa (%)
N°					
3"	75.20	0.0	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	63.50	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.80	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.40	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.10	0.0	0.0	0.0	100.0
3/8"	12.50	0.0	0.0	0.0	100.0
1/2"	9.52	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 4	4.75	28.8	4.4	4.4	95.6
N° 8	2.36	72.1	10.7	15.1	84.9
N° 16	1.18	112.5	16.8	31.9	68.1
N° 30	0.60	144.7	21.2	53.1	46.9
N° 50	0.30	229.3	33.7	86.8	13.2
N° 100	0.15	75.3	10.8	97.6	2.4
N° 200	0.075	36.1	5.0	102.6	-2.6
PLATO	ASTM C-117-04	13.2	2.0	104.6	-4.6
TOTAL		597.8	100.0		

PROPIEDADES FÍSICAS	
Módulo de Elasticidad	2.89

OBSERVACIONES  
 La muestra utilizada consistió por el siguiente:

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 DE CALANCA  
 Mg. Miguel Salazar Jara  
 de PE



**ANALISIS GRANULOMETRICO ESCORIA DE HORNO DE ARCO ELECTRICO**  
(ASTM C 136-05)

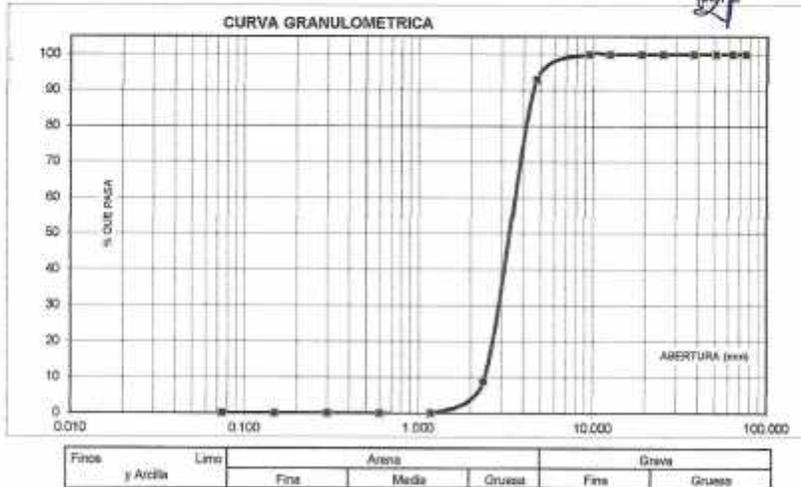
SOLICITA : BACH. CRUZ ROMAN YERSON ALEXIS  
 TESIS : INFLUENCIA DE LA SUSTITUCION DEL AGREGADO GRUESO DE LOS LADRILLOS DE CONCRETO POR  
 ESCORIA DE HORNO DE ARCO ELECTRICO AL 30% Y 40% EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION  
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH  
 CANTERA : RUBEN  
 MATERIAL : ESCORIA  
 FECHA : 30/06/2020

TAMIZ		Peso retenido	% ret. Parcial	% ret. Acumu.	% Que pasa
N°	Abert.(mm)	(gr.)	(%)	(%)	(gr.)
3"	76.200	0.0	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	62.500	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.800	0.0	0.0	0.0	100.0
1 3/4"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	35.400	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/4"	31.750	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.100	0.0	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.500	0.0	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.520	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 4	4.760	45.5	7.1	7.1	92.9
N° 5	2.360	536.0	84.0	91.1	8.9
N° 10	1.180	55.6	8.9	100.0	0.0
N° 30	0.600	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 60	0.300	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 100	0.150	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 200	0.075	0.0	0.0	100.0	0.0
PLATO	ASTM C-117-04	0	0.0	100.0	0.0
TOTAL		637.1	100.0		

PROPIEDADES FISICAS	
Tamaño Máximo Nominal	#4
Huaco	N° 5 Ref. (ASTM C-33)

OBSERVACIONES  
 La Muestra tomada identificada por el solicitante.


 UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA CONSTRUCCION  
 Mg. Miguel Polar Jara  
 Ing. Civil



## ANEXO 11. ENSAYO DE RESISTENCIA A LA ABRASIÓN

### RESISTENCIA A LA ABRASION ( MAQUINA DE LOS ANGELES)

SOLICITA : BACH CRUZ ROMAN YERSON ALEXIS  
TESIS : INFLUENCIA DE LA SUSTITUCIÓN DEL AGREGADO GRUESO DE LOS LADRILLOS DE CONCRETO PCM  
ESGORA DE HORNO DE ARCO ELÉCTRICO AL 30% Y 40% EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN  
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH  
MATERIAL : CONCRETO  
FECHA : 30/05/2020

Peso de la muestra (g) : 2500  
Método : D  
Número de esteras : 8  
Número de revoluciones : 500  
Desgaste (N) : 20.62

ESPECIFICACIONES: El ensayo responde a la norma de diseño ASTM C - 131.

CHIMBOTE  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA CONSTRUCCIÓN  
*Ma. Miguely Solter Jara*

**RESISTENCIA A LA ABRASION**  
( MAQUINA DE LOS ANGELES)

**SOLICITA** : BACH. CRUZ ROMAN YERSON ALEXIS  
**TESIS** : INFLUENCIA DE LA SUSTITUCIÓN DEL AGREGADO GRUESO DE LOS LADRILLOS DE CONCRETO POR ESCORIA DE HORNO DE ARCO ELÉCTRICO AL 30% Y 40% EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN  
**LUGAR** : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH  
**MATERIAL** : DCCNFITILLO  
**FECHA** : 30/06/2020

**Peso de la muestra (g)** : 2500  
**Método** : D  
**Número de esferas** : 5  
**Número de revoluciones** : 500  
**Desgaste (%)** : 17.75

**ESPECIFICACIONES:** El ensayo responde a la norma de diseño ASTM C - 131.

**UNIVERSIDAD PERUANA DEL NORTE**  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
Escuela de Ingeniería Civil  
*Mg. Miguel Sotelo Jara*