

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**Resistencia a la compresión de ladrillo de concreto con
sustitución del cemento por una combinación de
concha de abanico en 3% y arcilla de la Unión en 6%.**

Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil

Autor

Flores Paz, Jhosmel Moises

Asesor

Miguel Solar Jara

Chimboote – Perú

2019

TÍTULO

**Resistencia a la compresión de ladrillo de
concreto con sustitución del cemento por una
combinación de concha de abanico en 3% y
arcilla de La Unión en 6%.**

PALABRAS CLAVE

Tema : Resistencia a la compresión de ladrillo de concreto

Especialidad : Tecnología de materiales

KEYWORDS

Theme : Compressive strength of concrete brick with cement

Specialty : Material Technology

LINEAS DE INVESTIGACION

Programa	Ingeniería Civil
Línea de investigación	Construcción y gestión de la construcción
Área	2. Ingeniería y tecnología
OCDE Sub Área	2.1 Ingeniería civil
Disciplina	Ingeniería Civil
Sub líneas o campo de investigación	Materiales de la construcción

RESUMEN

Surge la investigación cuya finalidad fue implementar un ladrillo de concreto donde se utilizó nuevos materiales sustituyendo al cemento en 9% por la combinación de 6% de arcilla de la Unión, Pataz – La Libertad y 3% de concha de abanico. Así mismo permitió obtener una mejor resistencia producto de dicha sustitución, la elaboración se desarrolló bajo los estándares de calidad según la norma E-070. Esperando que las unidades de ladrillo de concreto sustituido supere en resistencia a la compresión de un ladrillo de concreto convencional.

La importancia de este proyecto fue dar a conocer a la población cuanto puede soportar este nuevo método de preparación y que puedan usar en la construcción de sus viviendas, asimismo proporcione esta alternativa de solución en caso de ocurrir algún evento sísmico. Se realizaron ensayos de laboratorio con el propósito de caracterizar térmicamente la concha de abanico y la arcilla.

Los límites de Atterberg se realizaron para determinar los límites líquidos (LL) y límites plásticos (LP) y así poder determinar el tipo de arcilla. Estos ensayos se hicieron en los laboratorios de la Universidad San Pedro – Chimbote. El análisis térmico diferencial determinó las reacciones endotérmicas y exotérmicas correspondientes a los cambios de energía térmica realizados en la Universidad Nacional de Trujillo – Trujillo. La fluorescencia de rayos x (FRX) se realizó con el propósito de conocer los óxidos presentes en este tipo de arcilla y concha de abanico realizados en los laboratorios de física de la Universidad Mayor de San Marcos (UNMS). Se determinó la relación agua cemento de un ladrillo patrón y experimental. Se determinó la resistencia de ladrillos concreto a los 7, 14 y 28 días de curado tanto del patrón como el experimental. se comparó los resultados de un ladrillo convencional de concreto y un ladrillo experimental sustituido por la combinación del 3% de concha de abanico y 6% de arcilla.

ABSTRACT

The research was created whose purpose was to implement a concrete brick where new materials were used replacing the cement in 9% by the combination of 6% of the Union clay, Pataz - La Libertad and 3% of the fan shell. It also allowed to obtain a better resistance product of said substitution, the elaboration was developed under the quality standards according to the E-070 standard. Expecting that the substituted concrete brick units will exceed the compressive strength of a conventional concrete brick.

The importance of this project was to let the population know how much this new method of preparation can withstand and that they can use in the construction of their homes, as well as providing this alternative solution in the event of a seismic event. Laboratory tests were carried out with the purpose of thermally characterizing the fan shell and the clay.

The limits of Atterberg were made to determine the liquid limits (LL) and plastic limits (LP) and thus determine the type of clay. These tests were carried out in the laboratories of the San Pedro University - Chimbote. The differential thermal analysis determined the endothermic and exothermic reactions corresponding to the changes of thermal energy made at the National University of Trujillo - Trujillo. The X-ray fluorescence (FRX) was carried out with the purpose of knowing the oxides present in this type of clay and fan shell made in the physics laboratories of the Universidad Mayor de San Marcos (UNMS). The water cement ratio of a standard and experimental brick was determined. The resistance of concrete bricks was determined at 7, 14 and 28 days of curing both the standard and the experimental. We compared the results of a conventional concrete brick and an experimental brick replaced by the combination of 3% fan shell and 6% clay.

INDICE GENERAL

TÍTULO	II
PALABRAS CLAVE	III
KEYWORDS.....	III
LINEAS DE INVESTIGACION.....	III
RESUMEN	IV
ABSTRACT.....	V
INDICE DE TABLAS	X
INDICE DE IMAGENES	X
INDICE DE FOTOS	XI
INDICE DE GRAFICOS.....	XII
INTRODUCCION	1
Antecedentes y fundamentación científica	2
Antecedentes.....	2
Fundamentación científica.....	4
Soporte teórico.....	4
Características del ladrillo:	4
Propiedades de los ladrillos:	5
Materia prima.....	7
El agua	9

Agregados:	11
Tipo de agregados	12
La concha de abanico.....	16
Arcilla	19
Justificación de la investigación	36
Problema	37
Realidad problemática	37
Formulación del problema	39
Conceptuación y operacionalización de variables	39
Variable dependiente:	39
Definición conceptual:	39
Definición operacional:.....	39
Dimensiones:	40
Indicadores:.....	40
Variable independiente:	40
Definición conceptual:	40
Definición operacional:.....	40
Dimensiones:	40
Indicadores:.....	41
Hipótesis	41

Objetivos.....	41
Objetivo general.....	41
Objetivos específicos	41
METODOLOGIA DEL TRABAJO	42
Metodología:.....	43
Métodos de investigación	43
Tipo de investigación.....	43
Diseño de investigación	43
Población y muestra.....	43
RESULTADOS	70
Objetivo N°1. Determinar los límites de Atterberg de la arcilla de La Unión, Pataz – La Libertad.....	71
Objetivo N°2. Determinar el análisis térmico diferencial (ATD) de la arcilla La Unión, Pataz – La Libertad.....	73
Objetivo N°3. Determinar la composición química mediante fluorescencia de rayos x de la arcilla de La Unión y de la concha de abanico.....	75
Objetivo N°4. Determinar la relación agua cemento de un ladrillo patrón y experimental.....	77
OBJETIVO N°5. Determinar la resistencia de ladrillos concreto a los 7, 14 y 28 días de curado tanto del patrón como el experimental.....	81
ANALISIS Y DISCUSIÓN	85
CONCLUSIONES	88

RECOMENDACIONES.....	90
AGRADECIMIENTOS	92
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	95
Bibliografía	96
APENDICES Y ANEXOS	99

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Clasificación de los ladrillos E-070-----	6
Tabla 2: composición química del Clinker -----	8
Tabla 3: Tamaño de tamices-----	14
Tabla 4: Composición química de la concha de abanico-----	18
Tabla 5: Componentes principales del cemento portland tipo I-----	18
Tabla 6: Composición química de las arcillas-----	34
Tabla 7: Límites de Atterberg de la arcilla de la Unión, Pataz - La Libertad-----	71
Tabla 8: Valores límite de Atterberg para los minerales arcillosos ingresados en el gráfico de Kovacs-----	72
Tabla 9: Diagrama de Plasticidad según los Límites de Atterberg-----	72
Tabla 10: Composición elemental de la arcilla calcinada de la Unión -----	75
Tabla 11: Composición elemental de polvo de concha de abanico-----	76

INDICE DE IMAGENES

Imagen 1: Tipos de arcillas -----	20
Imagen 2 Teoría de la película de agua-----	21
Imagen 3: El árbol de los caolines-----	22
Imagen 4: El anillo de seis tetraedros-----	24
Imagen 5: Una lámina de tetraedros (T)-----	24
Imagen 6: Una hoja de octaedros (O)-----	25
Imagen 7: Una lámina T-O -----	25
Imagen 8: La baraja de los caolines (Nacrita). -----	26
Imagen 9: La baraja de los caolines (Dickita) -----	26
Imagen 10: La baraja de los caolines (Caolinita). -----	27
Imagen 11: La baraja de los caolines (Livesita). -----	27
Imagen 12: Estados de la arcilla. -----	31

Imagen 13: Muestras de la arcilla en la copa de Casagrande. -----	32
Imagen 14: Muestras de la arcilla en la copa de Casagrande cuando se une. -----	32

INDICE DE FOTOS

FOTO 1: Recolección de la Arcilla de La Unión, Pataz - La Libertad-----	45
FOTO 2: Lavado de la arcilla-----	46
FOTO 3: Arcilla asentada después de 24 horas-----	46
FOTO 4: Secado de la arcilla-----	47
FOTO 5: Tamizado de la arcilla por la malla #200-----	47
FOTO 6: Limite Liquido (LL) de la arcilla-----	49
FOTO 7: Limite Plástico (LP) de la arcilla-----	50
FOTO 8: Cuarteo de la arcilla para el ATD -----	50
FOTO 9: peso 1g de arcilla para el ATD -----	51
FOTO 10: lavado y preparación para el ATD -----	51
FOTO 11: Calcinado de la Arcilla de La Unión, Pataz - La Libertad a 560°C-----	52
FOTO 12: tamizado por la malla #200 para la FRX -----	53
FOTO 13: Lavado y peso de la concha de abanico -----	53
FOTO 14: Paseado de la concha de abanico antes de la calcinación a temperatura controlada 900°C-----	54
FOTO 15: peso de 10g de concha de abanico calcinada a temperatura controlada para la FRX-----	54
FOTO 16: Universidad Mayor de San Marco (Facultad de Ciencias Físicas) -----	55
FOTO 17: Cilindro metálico para la calcinación de la concha de abanico -----	55
FOTO 18: Recolección de Agregados Fino y Grueso-----	56
FOTO 19: Cuarteo de los agregados-----	56
FOTO 20: colocación del material fino y grueso en el molde cilíndrico -----	57
FOTO 21: nivelado de los agregados -----	57
FOTO 18: peso de los agregados -----	58

FOTO 23: Apisonado de los agregados de 25 golpes-----	58
FOTO 24: Peso de la tara para Contenido de humedad -----	59
FOTO 25: Peso de tara más muestras -----	59
FOTO 26: agregados en proceso de secado 24 horas -----	60
FOTO 27: muestras para la gravedad especifica-----	61
FOTO 28: Peso de las muestras después de 24 hora de secado-----	64
FOTO 29: ensayo a la compresión de los ladrillos -----	69

INDICE DE GRAFICOS

Grafico 1: Curva de pérdida de masa de la Arcilla-----	73
Grafico 2: Curva de pérdida de masa de la Concha de abanico-----	73
Grafico 3: Curva calorimétrica de la Arcilla -----	74
Grafico 4: Curva calorimétrica de la concha de abanico -----	74
Grafico 5: Resistencia a la compresión de ladrillos patrón curados sumergido. -----	82
Grafico 6: Resistencia de ladrillo experimental curado sumergido -----	83
Grafico 7: comparación de resultado del ensayo de compresión de los ladrillos (patrón y experimental) -----	86

INTRODUCCION

El presente trabajo de investigación tuvo como finalidad fundamental evaluar el efecto de la sustitución del cemento en 3% de la concha de abanico y 6% de arcilla de la Unión en un ladrillo de concreto tipo IV mediante ensayos mecánicos que se desarrollaran en los laboratorios de la universidad San pedro. teniendo en cuenta tanto sus propiedades químicas, físicas y mecánicas,

La metodología de la presente investigación es la experimentación, ya que se considera la activación térmica de la concha de abanico y la arcilla de La Unión, posteriormente seleccionaremos los agregados de una cantera de la provincia del Santa para diseñar muestras de ladrillo utilizando cemento portland tipo I, para alcanzar dicho objetivo se elaborarán una serie de ensayos como la resistencia a la compresión de los ladrillos cuyos resultados se analizarán e interpretarán con la metodología estadística, se tomaran ladrillos patrón para la comparación.

Propiedades químicas de la concha de abanico y de la arcilla (según ensayos de fluorescencia): oxido de calcio (CaO), dióxido de silicio (SiO_2), estas propiedades nos ayudaran a poder sustituir al cemento ya que el cemento tiene por propiedades químicas en gran porcentaje al CaO (oxido de calcio), SiO_2 (oxido de silicio).

La importancia de este reemplazo es obtener el mayor beneficio en cuanto a la resistencia y menor costo de un ladrillo de concreto el cual beneficiaría a las viviendas a la población de La Unión, Pataz – La Libertad, además contribuir a la preservación del medio ambiente y encontrar alternativas de materiales para ser aplicados en el campo de la ingeniería civil. Se espera lograr ladrillos con mejoras reflejadas en su resistencia.

Antecedentes y fundamentación científica

Antecedentes

Andrade, F., Al-Qureshi, H., y Hotza, D. (2011). Realizaron una investigación titulada “*La medición de la plasticidad de las arcillas: una revisión*”, Revista oficial Applied clay science. Esta es una investigación experimental de nivel cuasi-experimental, Está basada sobre el principio de plasticidad para explicar y caracterizar el comportamiento geológico de las arcillas en estado sólido o líquido mediante los límites de Atterberg. A medida que aumentaron el contenido de agua en la arcilla seca desplazando al aire, se da el primer efecto que es el aumento de la cohesión, dando origen al límite plástico.

Taylor, L., Lamon, E., Rading, K., y Juenger, M. (2015). En su investigación titulada: “*Caolinita calcinada - mezclas de arcilla de bentonita como materiales de cemento suplementarios*”, Revista oficial Applied clay science. Esta es una investigación experimental de nivel cuasi-experimental, las propiedades de las arcillas combinadas caolinita y bentonita (K) de estructura laminar 1:1. En un rango de calcinación entre 650°C, 830°C y 930°C aumentando la temperatura de calcinación de 23°C a una velocidad de 5°C/min, observando una pérdida de masa a los 430 °C asociadas a la deshidroxilación y la eliminación de agua adsorbida en los poros concluyendo que a mayor pérdida de masa durante el periodo de deshidroxilación, menor será la cristalinidad de la arcilla lo que en teoría sugiere un material puzolánico. Por lo tanto, usando el análisis de Rietveld, se determinó que K= 650°C, tiene un contenido amorfo de aproximadamente 91 % en peso después de la calcinación. Sin embargo, la diferencia en el contenido amorfo entre 830 * C y 930 * C demostró ser menos sustancial que la calcinación a 650 "C. Con poca diferencia en el contenido deshidroxilado y el análisis ROXRD.

Garces, R., y Garces, W. (2017). En su investigación titulada: “*Caracterización de las arcillas del norte del Cauca, Colombia enclave para la optimización del proceso productivo de la industria ladrillera*”, Revista oficial Journal de ciencia e ingeniería. Desarrollaron un estudio de una arcilla Caolinita utilizada en el norte del departamento del Cauca, Colombia para la producción de ladrillos, donde realizaron el método de la

fluorescencia de rayos X (FRX) para determinar su composición química de la arcilla previamente calcinada en el horno a temperatura de 100 °C durante 24 horas para obtener una muestra pulverizada mediante un mortero. Obteniendo como resultado de la composición química un alto porcentaje de componentes de SiO₂=53.69%, Al₂O₃=18.05%, Fe₂O₃=8.39%, CaO=2.54%, Na₂O=2.05%, K₂O=1.58%, TiO₂=1.03%, materiales necesarios para la industria.

Flores, Y., y Mazza, S. (2014). Con su investigación titulada: "*Utilización de residuos de conchas de abanico como mejoramiento en las propiedades resistentes del concreto*". Siendo esta investigación experimental de nivel cuasi-experimental. La presente investigación se basa en la utilización del polvo proveniente del reciclaje y calcinación a 800° e de los residuos calcáreos (conchas de abanico). Este polvo así obtenido es utilizado para adicionar al cemento comercial tipo Portland 1 en diversas dosificaciones en el diseño de mezcla. Las mezclas de concreto obtenidas con este orden de adición son sometidas a la medición de su resistencia a la compresión para los periodos de 7, 14, 21 y 28 días. Se concluye: De los ensayos se pudo afirmar que la adición de residuos calcáreos de 5% a 15% mejora la resistencia de concreto, observando que a mayor adición de residuos calcáreos el asentamiento disminuye en 1".

Julián et. al. (2015). Con su investigación titulada: "*Resistencia de nuevos materiales para sustituir el cemento en concreto*". Revista oficial de Investigación Científica-Universidad San Pedro. Esta es una investigación experimental de nivel cuasi-experimental, la cual está basada en la determinación de la resistencia en compresión de un concreto; en el cual, el cemento fue sustituido en porcentajes de 5%,10% y 15% por separado, para cada uno de los materiales investigados entre ellos el residuo de "Argopecten purpuratus" Concha de abanico el cual fue activada térmicamente a 900°C por 4 horas, dando como resultado más prometedor la sustitución al 5%, aumentando una resistencia en función de edades y niveles de sustitución de 230 kg/cm² a 290 kg/cm².

Claudia, L., Gordillo, J., García, J., Guzmán, A., Caba, A., y Flores, S. (2014). Desarrollaron la investigación titulada. *“Proporcionalidad de agregados en la fabricación de un ladrillo de concreto”*. Determinamos que es una investigación experimental de nivel cuasi-experimental, la cual está basada en la elaboración de ladrillos de concreto bajo normativas vigentes, planteando 5 dosificaciones para la elaboración de los ladrillos: 1:5:2, 1:4:2, 1:3:2, 1:3:3, 1:2:4. Utilizando el cemento Portland Tipo MS, arena gruesa, confitillo y agua para luego ser sometidos a 7, 14, 28 días de curado a ensayos mecánicos llegando a la conclusión que el porcentaje de absorción se reduce conforme aumenta la cantidad de confitillo por ende proponen la dosificación 1:5:2 como la óptima según ensayos realizados.

Fundamentación científica

Soporte teórico

La Norma Técnica Peruana E-070, denomina al ladrillo como aquella unidad cuya dimensión y peso permite que sea manipulable con una sola mano y puede utilizarse en toda clase de albañilería y construcciones por ser su forma regular y fácil manejo. Esta norma nos refiere que como materia prima para la elaboración de los ladrillos se utiliza Arcilla, sílice-cal o concreto, el plazo mínimo para ser utilizada será de 28 días. Dichas unidades serán comprobadas de acuerdo a la Norma E.070.

Características del ladrillo:

El ladrillo está destinado principalmente a la construcción de muros, tabiques, suelos, etc.

Es la unidad de albañilería fabricada de arcilla moldeada, extruida o prensada en forma de prisma rectangular y quemada o cocida en un horno. Se denomina ladrillo a aquella unidad cuya dimensión y peso permite que sea manipulada con una sola mano. Estas unidades se elaboran de materias primas diversas: arcilla, de concreto de cemento portland, y la mezcla de sílice y cal; entre las principales.

Las unidades de albañilería de concreto serán utilizadas después de lograr su resistencia especificada y su estabilidad volumétrica. Para el caso de unidades curadas con agua de acuerdo a la Norma E.070

Según la NTP 331.017, los ladrillos estarán libres de defectos, deficiencias y tratamientos superficiales, incluyendo recubrimientos, que pudieran interferir con la adecuada colación del ladrillo o perjudicar significativamente la resistencia o el desempeño de la construcción.

Propiedades de los ladrillos:

El ladrillo de concreto tiene en la resistencia a la compresión una propiedad mecánica muy importante porque se relaciona directamente con la resistencia del muro que conforma (Mas y Kirschbaum, 2010).

Propiedades físicas relacionadas a la estética del material:

- ✓ Color: Depende de su composición química de la materia prima y de la cuidadosa forma de curado.
- ✓ Textura: Es el efecto en la superficie o la apariencia que presenta la unidad como resultado de la forma de elaboración.

Propiedades ingenieriles:

Algunas propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos de concreto que son las siguientes:

- ✓ Propiedades Físicas: que tiene que ver con la resistencia de la albañilería serán:
- ✓ Resistencia a la Compresión. Propiedad mecánica muy importante que le permite al ladrillo soportar a compresión. Normas NTP 399.613 y 339.604.
- ✓ Variabilidad dimensional. con relación a la unidad nominal, o mejor con relación a la unidad promedio y, principalmente, la variabilidad de la altura de la unidad.

- ✓ Alabeos. medidos como concavidades o convexidades en las superficies de asiento.
- ✓ Absorción. Propiedad física que hace referencia a la capacidad de retener una sustancia (agua) en estado líquido.

Clasificación de los ladrillos

Según el Reglamento Nacional de Edificaciones E-070. El ladrillo se clasificará en cinco tipos de acuerdo a sus propiedades indicados en la tabla

Tabla 1: Clasificación de los ladrillos E-070

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

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

Tipo II: Resistencia y durabilidad bajas. Apto para construcciones de albañilería en condiciones de servicios moderadas.

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

Tipo IV: Resistencia y durabilidad altas. Apto para construcciones de albañilería en condiciones de servicio rigurosas.

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

Materia prima

Ladrillos de concreto

Los ladrillos de concreto son elementos modulares, pre moldeados, diseñados para ser utilizados en los sistemas de albañilería confinada o armada. Para su fabricación se requiere de materiales como el cemento, confitillo, arena, y agua.

Cemento portland:

Definición: El cemento es un conglomerante formado a partir de una mezcla de caliza y arcilla calcinadas y posteriormente molidas, que tiene la propiedad de endurecerse al contacto con el agua. Es el más usual en la construcción y es utilizado como conglomerante para la preparación del hormigón

Materias primas utilizadas en la elaboración del cemento Portland:

Las materias primas principales para la producción del portland son la piedra caliza y arcilla

Fabricación del Cemento Portland:

El cemento se fabrica generalmente a partir de materiales minerales calcáreos, tales como la caliza, alúmina y sílice.

Las calizas están compuestas en un alto porcentaje de carbonato de calcio CaCO_3 , cuando se calcina da lugar a óxido de calcio CaO

Pizarra: Se llama pizarra a las arcillas constituidas principalmente por óxido de silicio de un 45 a 65%, por óxido de aluminio de 10 a 15%, óxido de hierro de 6 a 12% y calcio 4 a 10%.

El proceso de fabricación del cemento se inicia con los estudios y evaluación minera de materias primas (calizas y arcillas) necesarias para conseguir la composición deseada de óxidos metálicos para la producción de clínker. Una vez evaluada se tramita la concesión o derechos sobre la cantera.

El Clinker se compone de los siguientes óxidos (datos en %)

Tabla 2: composición química del Clinker

Óxidos componentes del Clinker	Porcentaje %
Oxido de calcio —Calc (CaO)	60-69
Oxido de Silicio —Sílicel	18-24
Oxido de Aluminio —Alúminall (Al ₂ O ₃)	4-8
Óxido de Hierro (Fe ₂ O ₃)	1-8

Tipos de cemento Portland y sus aplicaciones:

Las especificaciones estipulan 5 tipos de cemento para diversos usos, según se trate de construcciones ordinarias, construcciones levantadas en un tiempo mínimo, obras hidráulicas y masivas, obras marítimas o que están en contacto permanente con terrenos y agua sulfatados. normas para el cemento Portland (C-150)

- ✓ Tipo I –común- Para estructuras, pavimentos y productos (bloques, tubos y otros), que no necesitan requisitos especiales.
- ✓ Tipo II –modificado- Con características de resistencia similares a las del común, presenta menor calor de hidratación, menor resistencia a aguas y a suelos sulfatados y es en general el adecuado para obras hidráulicas.

- ✓ Tipo III –resistencia rápida- Para cuando se requiere que las estructuras, pavimentos y productos sean pronto puestos en servicio.
- ✓ Tipo IV –bajo calor- Adquiere resistencia con lentitud, pero produce menos calor al hidratarse y reduce así la tendencia al agrietamiento en grandes volúmenes como en presas.
- ✓ Tipo V Resiste mejor al ataque desintegrador de suelos y agua sulfatados, en lagos salados y terrenos alcalinos.
- ✓ Cemento Portland Tipo IS: Cemento al que se le ha añadido entre un 25% a 70% de escoria de altos hornos referido al peso total.
- ✓ Cemento Portland Tipo ISM: Cemento al que se ha añadido menos del 25% de escoria de altos hornos referido al peso total.
- ✓ Cemento Portland Tipo IP: Cemento al que se le ha añadido puzolana en un porcentaje que esta entre el 15% y 40% de su peso total.
- ✓ Cemento Portland Tipo IPM: Cemento al que se le ha añadido puzolana en un porcentaje de hasta el 15% de su peso total.

El agua

El agua es un elemento fundamental para la hidratación del cemento y el desarrollo de sus propiedades, por lo tanto, este componente debe cumplir ciertos requisitos para llevar a cabo su función en la combinación química, sin ocasionar problemas colaterales, si tiene ciertas sustancias que pueden dañar al concreto.

El agua de mezcla en el concreto tiene tres funciones principales:

Reaccionar con el cemento para hidratarlo.

Actuar como lubricante para contribuir a la trabajabilidad del conjunto.

Procurar la estructura de vacíos necesarios en la pasta para que los productos de hidratación tengan espacios para desarrollarse. Rivera (2013, p.143).

Agua de mezclado

Cantidad de agua que requiere el concreto por unidad de volumen para que se hidraten las partículas del cemento y para proporcionar las condiciones de manejabilidad adecuada que permitan la aplicación y el acabado del mismo en el lugar de la colocación en el estado fresco.

Diseño de mezcla

El agua en el concreto es fundamental porque al relacionarla con la cantidad de cemento contenido en la mezcla (relación agua/cemento), es la que determina la resistencia del mismo y en condiciones normales su durabilidad.

Por ello, es fundamental el control de adición de agua a la mezcla durante su preparación o colocación ya que al alterar la condición inicial de esta (aumentar la relación agua/cemento para conseguir mayor facilidad en la acomodación y el acabado, puede afectar de forma apreciable el desempeño del mismo consiguiéndose menores resistencias a la compresión o desgastes prematuros de los elementos construidos (NTP339.088).

Según la NTP 339.088

El agua debe estar dentro de los límites siguientes.

- ✓ El contenido máximo de materia orgánica, expresada en oxígeno consumido, será de 3ppm
- ✓ El contenido de residuos sólido no será mejor de 5000ppm.
- ✓ El pH estará comprendido entre 5.5 y 8.
- ✓ El contenido de sulfatos, expresado en ion SO₄ será menor de 600ppm
- ✓ El contenido de cloruros, expresado en ion Cl, será menor de 1000ppm

Agua recomendable:

No existe un patrón definitivo en cuanto a las limitaciones en composición química que debe tener el agua de mezcla, ya que incluso aguas no aptas para el consumo

humano sirven para preparar concreto y por otro lado depende mucho del tipo de cemento y las impurezas de los demás ingredientes (NTP339.088)

Agregados:

Definición:

Se define como agregados al conjunto de partículas inorgánicas obtenidos o producidos a partir de rocas ígneas, son materiales inertes que se combinan con los aglomerantes (cemento, cal, etc) y el agua formando los concretos y morteros.

El Agregado en el Concreto:

El concreto es una masa endurecida de materiales heterogéneas como son el cemento, el agua y los agregados y a veces algunos aditivos; de estos materiales el que en mayor proporción interviene en la formación del concreto so los agregados, material que no se puede considerar como un simple relleno, sino que su selección y empleo debe de estar de acuerdo con las normas establecidas (MORALES, 2013).

Función del agregado en el concreto:

principales funciones del agregado en el concreto

Es un conjunto de partículas, de origen natural o artificial, que pueden ser tratadas o elaboradas y cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados por la presente norma (NTP.400.037, 2014).

Materiales perjudiciales al concreto contenido en los agregados:

Los límites permisibles son:

- ✓ Arcilla 0.25%
- ✓ Partículas blandas 5%
- ✓ Materias más 4finas que la malla N ° 200 1%
- ✓ Carbón y lignito 1% (MORALES, 2013)

Tipo de agregados

Agregado fino:

Definición:

Es el agregado proveniente de la desintegración natural y/o artificial de rocas, que pasa como mínimo el 95% por el tamiz N° 3/8" (9.51mm) y queda retenido en el tamiz N° 200 (0.074 mm) que cumple con los límites establecidos en la Norma NTP 400.037

Propiedades físicas del agregado fino

Análisis granulométrico:

Normas: NTP 400.012

ASTM C-136

Se llama también análisis mecánico y consiste en la determinación de la distribución por tamaño de las partículas de los agregados. La granulometría influye en la trabajabilidad y economía del concreto ya que si el agregado tiene una gradación discontinua consumirá mayor pasta de cemento. En lo posible se debe trabajar con agregados de gradación uniforme o continua. Burgos. E (2012).

Módulo de finura:

Normas: NTP 400.012

ASTM C -136

Es un índice de finura del agregado; es una constante adimensional que nos representa el tamaño promedio ponderado del agregado.

Determinación del Módulo de Finura del Agregado Fino:

Su valor se obtiene mediante la suma de porcentajes acumulados de los agregados retenidos en los tamices estándar

$$\text{MF (Agregado Fino)} = \frac{\text{N}^{\circ}4 + \text{N}^{\circ}8 + \text{N}^{\circ}16 + \text{N}^{\circ}30 + \text{N}^{\circ}50 + \text{N}^{\circ}100}{100}$$

c) porcentaje de absorción:

Normas: NTP 400.022

ASTM C -128

Definición:

La absorción total ocurre cuando el agregado alcanza el estado de aturado superficialmente seco.

El porcentaje de absorción de un agregado es la cantidad de agua que tienen los poros libres (abiertos) de los agregados y esto se obtiene saturando el material.

Peso unitario suelto y compactado:

Normas NTP 400.017

ASTM C-29

Definición:

El peso unitario está determinado por la relación de peso por unidad de volumen; esta relación se expresa en Kg/m³.

El peso unitario varía por características tales como; forma y tamaño, absorción y contenido de humedad, granulometría del agregado; así como también de factores externos como el grado de compactación y el tamaño

Granulometría

(N.T.P 400.012 / A.S.T.M C-33)

Requisitos granulométricos:

Para esta caracterización de tamaños debe analizar mediante su separación en 7 fracciones

Tabla 36: Tamaño de tamices

Malla		% que pasa
<i>3/8''</i>	<i>9.5mm</i>	<i>100</i>
<i>N°4</i>	<i>4.75mm</i>	<i>95-100</i>
<i>N°8</i>	<i>2.36mm</i>	<i>80-100</i>
<i>N°16</i>	<i>1.18mm</i>	<i>50-100</i>
<i>N°30</i>	<i>600um</i>	<i>25-60</i>
<i>N°50</i>	<i>300um</i>	<i>10-30</i>
<i>N°100</i>	<i>150um</i>	<i>0</i>

Fuente: Normas ASTM C-33

Contenido de humedad

(N.T.P. 400.011/ A.S.T.M. C-12)

Este valor indica el porcentaje de agua que posee el agregado y se obtiene al determinar el contenido de agua de una muestra húmeda secada al horno a 110°C,

Agrega grueso:

Propiedades Físicas del Agregado Grueso:

Los agregados gruesos para que puedan ser utilizados en la preparación de concreto, deben cumplir con los requerimientos mínimos que especifican las normas de control.

Peso específico (N.T.P. 400.021 / A.S.T.M. C-127)

La norma ASTM C-127 indica el procedimiento para determinar el peso específico del agregado grueso.

Peso unitario (N.T.P. 400.017 / A.S.T.M. C-29)

El peso unitario de un agregado es el peso de un volumen establecido, considerando los vacíos que se encuentran en su interior; se expresa como el peso de material por cubo. El peso unitario se expresa en dos formas:

Peso unitario suelto

El agregado se llena continuamente hasta completar un volumen establecido sin ningún tipo de compactación. El peso unitario varía con el contenido de humedad. Este incrementa en el agregado grueso cuando incrementa su contenido de humedad.

Peso unitario compactado.

El agregado se llena en tres partes iguales, aplicando compactación por varillado a cada capa de acuerdo a la especificación de la norma.

Granulometría (N.T.P. 400.012 / A.S.T.M. C-33)

El agregado grueso deberá estar graduado dentro de los límites establecidos en la Norma, la granulometría seleccionada deberá ser perfectamente continua y deberá permitir obtener la máxima densidad del concreto con una adecuada trabajabilidad en función de las condiciones de colocación de la mezcla.

Contenido de humedad (N.T.P. 400.012 / A.S.T.M. C-136)

Este valor indica el porcentaje de agua que posee el agregado y se obtiene al determinar el contenido de agua de una muestra húmeda secada al horno en 110°C, entre el peso de la materia; y a este cociente se multiplica por 100.

porcentaje de absorción:

Normas NTP 400.021-- ASTM e -127

(N.T.P. 400.011/ A.S.T.M. C-12)

Este valor indica el porcentaje de agua que posee el agregado y se obtiene al determinar el contenido de agua de una muestra húmeda secada al horno a 110°C.

La concha de abanico

Uno de los tantos Productos de Acuicultura dentro de nuestro país es la Concha de Abanico. Ella se caracteriza por ser un molusco filtrador de 2 valvas (es decir, dos placas). Su especie, conocida como *Argopecten Purpuratos*, habita en zonas costeras, entre profundidades que van entre los 5 metros hasta los 30 metros, y bajo temperaturas que varían entre los 13° y 28° C.

Accesibilidad

Nivel Regional

Ancash cuenta con la bahía de Huarmey, Casma, Samanco, con plantas de cultivo de conchas de abanico.

Nivel Local

Se cuenta con la planta de Producción de la empresa Acuapesca Ubicada en la ciudad de Casma

Producción de concha de abanico

Nivel Nacional

La bahía de Sechura (Piura), responsable del 70% de la producción nacional

Nivel Regional

Ancash cuenta con el 30% de la producción de concha de abanico a nivel regional

Nivel Local

Casma cuenta con 15% de la producción Local.

Características de conchas de abanico como agregado según norma técnica peruana.

Características de las conchas de abanico como agregado según las Normas Técnicas Peruanas Las conchas de abanico están conformadas por caparazones de carbonato cálcico. Existe la probabilidad de ser usada como agregado por ser un material no nocivo para el concreto, además por ser inorgánico y con características similares a los agregados convencionalmente usados, las cuales se explicarán a detalle en el siguiente capítulo. A continuación, se analizarán según las Normas Técnicas Peruanas, las características comúnmente evaluadas en los agregados del concreto. (NIZAMA, 2014)

Forma.

En cuanto a la forma de los caparazones de concha de abanico, consta de partículas laminares e irregulares, pues el espesor de los caparazones varía entre 1.50mm y 3.00mm.

Humedad y capacidad de absorción

La humedad y la capacidad de absorción son dos parámetros que influirán en la trabajabilidad del concreto fresco. En caso la concha triturada absorba mayor cantidad de agua en comparación con los agregados convencionales, la trabajabilidad disminuirá, a lo que se suma la forma de las partículas, por lo que será necesario evaluarlos con ensayos de slump en el laboratorio.

Resistencia a la abrasión

Una referencia sobre la resistencia al desgaste que presentan los caparazones de conchas de abanico sería interesante, dependiendo de su uso. A priori se puede ver que es un material menos resistente que los agregados convencionales, pero se tendría que realizar este ensayo y analizar los resultados. Si bien es cierto la abrasión no es un

factor muy importante en edificaciones, lo es para pavimentos de concreto, canales, entre otros.

Resistencia a los sulfatos

Para tener una mejor idea del comportamiento del concreto, sería adecuado analizar la resistencia de los agregados a la desintegración por medio de soluciones saturadas de sulfato de sodio o sulfato de magnesio, según lo especificado en la NTP 400.016. El ensayo suministra información útil para juzgar la alterabilidad de los agregados sometidos a la acción de la intemperie, particularmente cuando no se dispone de información adecuada del comportamiento del material expuesto a condiciones atmosféricas reales. (NIZAMA, 2014)

Tabla 4: Composición química de la concha de abanico

COMPOSICION QUÍMICA	PORCENTAJES (%)
Oxido de calcio (CaO)	99.597
Oxido de Estroncio (SrO)	0.344
Trioxido de azufre (SO ₂)	0.059

Tabla 5: Componentes principales del cemento portland tipo I

OXIDOS	CONTENIDO (%)
Oxido de calcio (CaO)	60 - 67
Oxido de Sílice (SiO₂)	17 – 25
Oxido de Aluminio (Al₂O₃)	3 – 8
Oxido de Hierro (Fe₂O₃)	0.5 – 6.
Oxido de Magnesio MgO	0.1 – 4.0
Álcalis	0.2 – 1.3
Óxido de azufre (SO₃)	1 – 3

Fuente: Concreto Simple (2013)

Características ambientales

Hábitat. habita normalmente en las zonas protegidas en dónde hay presencia de consueles, fondo rocoso, pedregosos, arenosos, limosos y algosos especialmente en pequeños bosques formados por las macro algas.

Temperatura. este molusco puede vivir tranquilamente y con temperaturas que van desde los 13° C a 20°C, puede llegar a soportar extremo de 7°C hasta 28°C

Oxígeno los tenores de oxígeno son de 02 a 8 ml/l, en la playa la arena en Bahía tortugas (Casma) donde se viene realizando experiencias en cultivo suspendido de concha de abanico los tenores de oxígeno están en un Rango de 8 a 14 ml/l

Ph. de 6.8 a 7.9

Salinidad la salinidad óptima es de 35 partes por mil

Características biológicas

El ciclo biológico comprende cuatro fases. Huevo, larva, Juvenil y adulto la fase larva es planctónica y presenta tres estudios.

Trocóferas (larva ciliada como un flagelo).

Veliger (con velo u órgano ciliado nadador).

Se caracteriza por la segregación de las 10 conchas y del pie que le sirve para adherirse al sustrato adecuado

Arcilla

La arcilla es un agregado de minerales y de sustancias coloidales que se han formado mediante la desintegración química de las rocas alumínicas. Está compuesta principalmente por sílice, alúmina y agua; conteniendo también otras sustancias como fragmentos de rocas, de óxidos hidratados de hierro, álcalis y materiales coloidales.

En esencia los minerales de la arcilla son silicatos de aluminio. En algunas arcillas los elementos alcalinos se presentan como constituyentes; en otras el magnesio, el hierro o ambos elementos sustituyen total o parcialmente al aluminio. La mayoría de las arcillas se han formado por la desintegración de rocas con un alto contenido de alúmina, a pesar de que algunas son producto del metamorfismo. Estas últimas aparecen sólo en pequeñas cantidades (Vasquez, 2016)



Imagen 15: Tipos de arcillas

Propiedades de la arcilla.

La arcilla tiene las propiedades que la han hecho muy útil para el uso del ser humano desde la antigüedad. La arcilla, con sus múltiples propiedades, es ampliamente utilizada para realizar objetos cerámicos y a su vez en la construcción. Este material está formado a partir del desgaste de las rocas, sumando factores como presión tectónica, sismos, erosión, etcétera. La arcilla se puede clasificar según el aspecto que tenga: color, plasticidad, fusibilidad. (Bordón, 2011).

Propiedades físicas y químicas de las arcillas

Las importantes aplicaciones industriales de estos minerales radican en sus propiedades físico-químicas.

Propiedades físicas

- ✓ Su extremadamente pequeño tamaño de partícula (inferior a 2 mm)
- ✓ Su morfología laminar (filosilicatos)
- ✓ Las sustituciones isomórficas, que dan lugar a la aparición de carga en las láminas y a la presencia de cationes débilmente ligados en el espacio interlaminar. (García Romero & Suárez Barrios)

Plasticidad:

La plasticidad es la propiedad que expresa la magnitud de las fuerzas de las películas de agua dentro de la arcilla ya que éstas permiten que la arcilla sea moldeada sin romperse hasta un determinado punto. Siendo el efecto resultante una presión y una deformación mediante la adición de cierta cantidad de agua, puede adquirir la forma deseada. (Osorio, 2010)

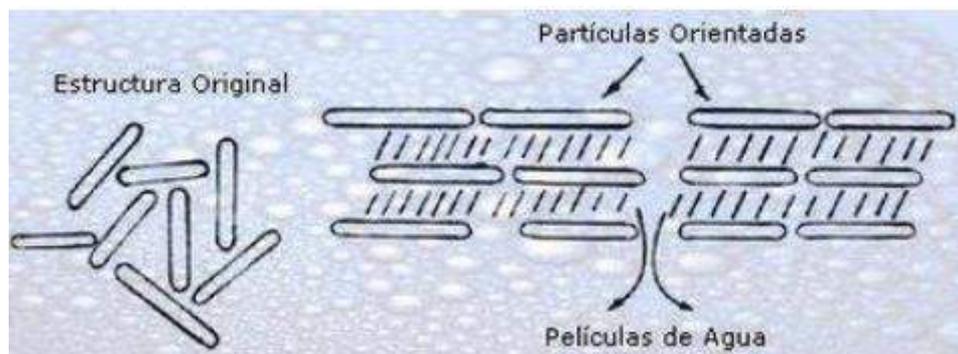


Imagen 2: Teoría de la película de agua

Merma: debido a la evaporación del agua contenida en la pasta, se produce un encogimiento o merma durante el secado.

Refractariedad: resistencia a diversas temperaturas sin sufrir variaciones, aunque cada tipo de arcilla tiene su tiempo de cocción.

Porosidad: varía según el tipo de arcilla, depende de la consistencia más o menos compacta que adopte el cuerpo cerámico después de la cocción.

Color: presentan coloraciones diversas después de la cocción debido a la presencia de óxido de hierro y carbonato cálcico.

Grupos de minerales arcillosos.

La unidad fundamental de la estructura del caolín es la lámina T-O, o sea la lámina 1:1, una hoja de tetraedros de silicio-oxígeno unida a otra hoja de octaedros de aluminio-oxígeno-OH. La sustitución del silicio por otro elemento, como el aluminio, o bien la sustitución del aluminio en la hoja tipo O por otro elemento de menor carga, por ejemplo, el magnesio, causa un cambio químico en el material, pero mantiene esencialmente la misma estructura. Estas sustituciones dan origen a la familia de los caolines (Figura 3). (Dominguez & Schifter, 1995)

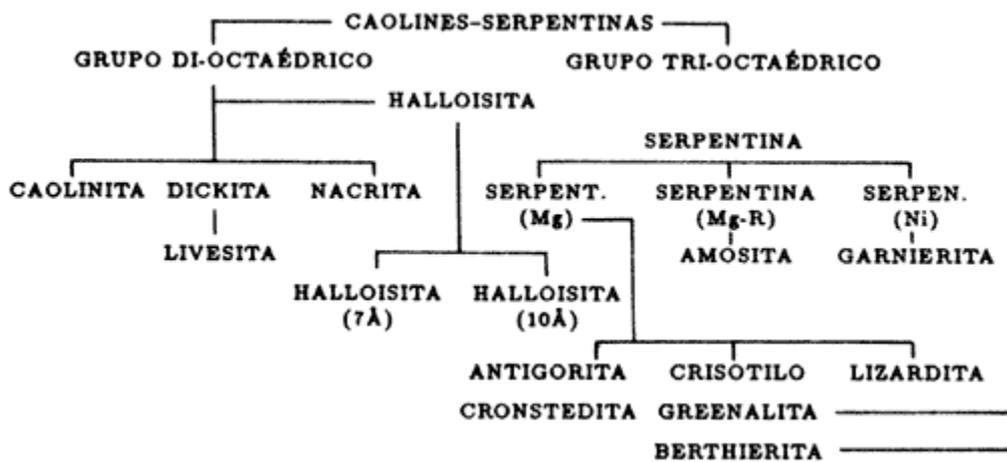


Imagen 3: El árbol de los caolines

La primera rama comprende a aquellos minerales derivados de la caolinita que guardan la misma composición química por cada unidad estructural:



éstos son la caolinita, nacrita, dickita, los cuales difieren entre sí sólo por su arreglo laminar.

Caolinita.

La estructura de la caolinita está formada por una capa de tetraedros de sílice y otra de octaedros de alúmina, combinadas de tal forma que los vértices libres de los tetraedros de sílice están en uno de los planos de los octaedros (Penedo Pereira, 2018).

Las características finales de un caolín dependen de su propia naturaleza y de los tratamientos físicos y químicos a que ha sido sometido. Los tratamientos más comunes son: (García, 1984)

- concentración de partículas de un intervalo adecuado de tamaños
- tratamiento mecánico
- calcinación a diversas temperaturas
- tratamientos con agentes químicos, como por ejemplo en el caso del blanqueo por reducción y disolución de los compuestos de hierro.

Los caolines naturales no son siempre blancos. Su color se desvía hacia la crema, el amarillo y el rosa, principalmente. pero se distinguen por ser más plásticas, por presentar unas contracciones diferenciales de secado y de cocción más acusadas y por poseer mayor reactividad a alta temperatura (García, 1984).

La estructura cristalina de la arcilla caolinita

Al unir los vértices para formar anillos tipo 6T (seis tetraedros), como se muestra en la figura 4 (b). Las puntas de los tetraedros se encuentran a la misma altura, formando un plano, de igual manera ocurre con los átomos de silicio situados en el centro de los tetraedros y con los de oxígeno situados en las bases. La articulación de esos tres planos nos conduce pues a la formación de una hoja tetraédrica (tipo T). (Dominguez & Schifter, 1995)

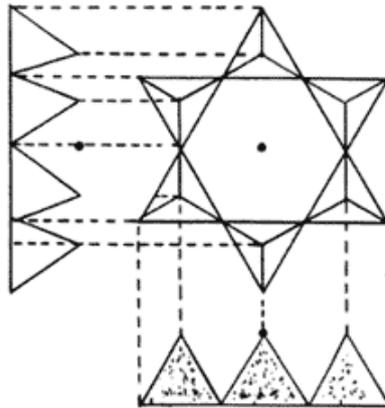
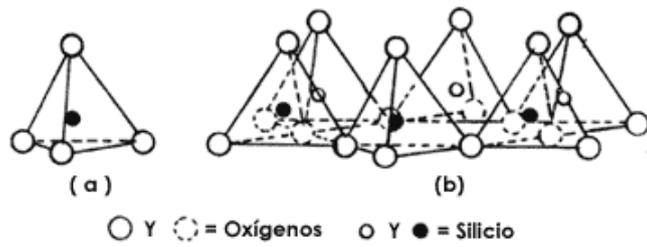


Imagen 4: El anillo de seis tetraedros

Al unir dos hojas para formar una lámina tetraédrica, como se muestra en la figura 5, observaremos que las dos hojas de tipo T se encuentran invertidas, una con respecto a la otra, compartiendo uno de los vértices.

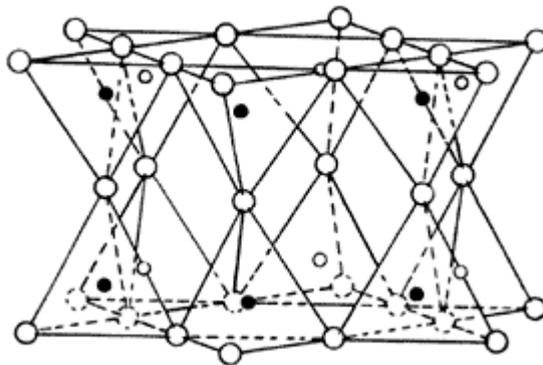


Imagen 5: Una lámina de tetraedros (T)

Existen otros cuerpos poligonales que podemos unir entre sí para formar cadenas, tal y como ocurre con el octaedro (octa, ocho; edros, cara), representado en la figura 6,

formación típica de los compuestos de aluminio, por ejemplo, $\text{Al}(\text{OH})_6$, o del magnesio. Este arreglo es una hoja octaédrica (tipo O). (Angelone, 2007)

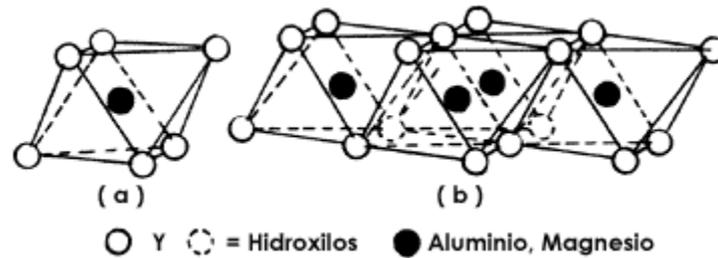


Imagen 6: Una hoja de octaedros (O)

La unión de una hoja del tipo T, con otra del tipo O, genera una lámina T - O, o lámina 1:1, tal y como se ilustra en la figura 7. sin embargo, no es perfecta cuando se trata de hojas T formadas por silicio-oxígeno y de hojas tipo O formadas por aluminio-oxígeno-oxhidrilo, lo cual crea un efecto de esfuerzo entre las hojas que es de gran importancia para algunas de las aplicaciones de las arcillas que presentan este tipo de láminas (T-O), por ejemplo, las caolinitas. (Suárez Barrios & García Romero)

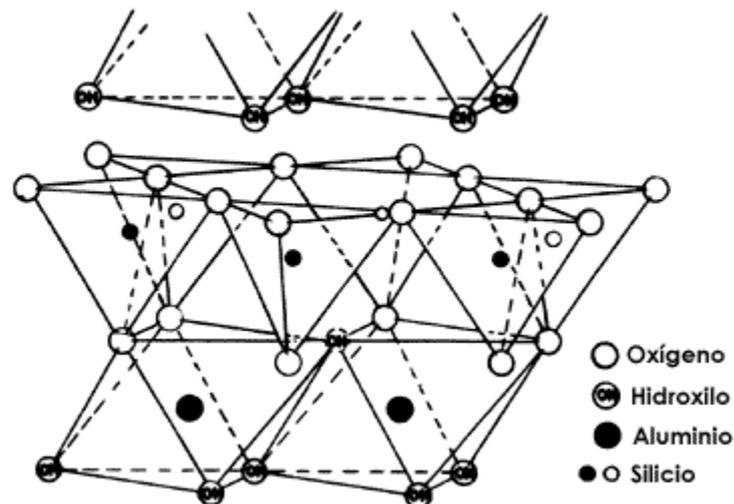


Imagen 7: Una lámina T-O

Grupo 1:1

Los caolines

El nombre caolín proviene de la voz china Kau-Ling, nombre del cerro de una región situada al norte de China.

Imaginemos un paquete de naipes en el que todas las cartas se encuentran ordenadas perfectamente:

Nacrita. Estructura laminar (Figura 8).

En este caso el paquete de cartas puede llegar a ser muy alto debido a que la estructura ordenada es más estable.



Imagen 8: La baraja de los caolines (Nacrita).

Dickita. Estructura laminar (Figura 9).

Está dispuesta de tal manera que el paquete de naipes se abre más de un lado que del otro, entre 6 y 7 grados.

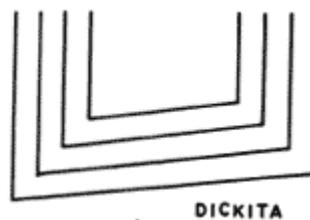


Imagen 9: La baraja de los caolines (Dickita)

Caolinita. Estructura Laminar (Figura 10).

Mientras que en la caolinita los naipes se abren hasta 15 grados.

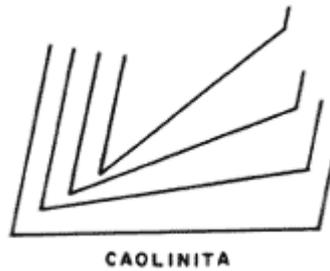


Imagen 10: La baraja de los caolines (Caolinita).

Livesita: Estructura Laminar (Figura 11).

Es un mineral asociado que presenta una abertura a un lado que es siempre regular, dando origen a una estructura laminar muy desordenada y poco estable.



Imagen 11: La baraja de los caolines (Livesita).

Métodos de análisis térmico

Análisis térmico diferencial (ATD)

En el Análisis Térmico Diferencial (ATD) se mide la diferencia de temperatura entre la muestra y un material de referencia (térmica, física y químicamente inerte) en

función del tiempo o de la temperatura cuando dicha muestra se somete a un programa de temperatura en una atmósfera controlada.

Es una técnica cualitativa que indica la temperatura a la cual tiene lugar el cambio energético en estudio y si el proceso es endotérmico o exotérmico.

Aplicaciones ATD

Las aplicaciones más comunes del análisis térmico diferencial son:

Determinación de cambios de fase:

Fusión

La fusión es un proceso físico que consiste en el cambio de estado de la materia del estado sólido al estado líquido por la acción del calor. Cuando se calienta un sólido, se transfiere energía a los átomos que vibran con más rapidez a medida que gana energía.

Cristalización

es el cambio de la materia del estado gaseoso al estado sólido de manera directa, es decir, sin pasar por el estado líquido

Sublimación.

Es el proceso que consiste en el cambio de estado de sólido al estado gaseoso sin pasar por el estado líquido

- Estudios de reacciones químicas
- Estudios de procesos de desorción

Equipo

- Horno con celda para muestra y referencia
- Controlador diferencial de temperatura

- Amplificador
- Registrador
- Programa de temperatura para el horno

Termogravimetría (TG)

Técnica en la que se mide el peso de una muestra frente al tiempo o a la temperatura mientras se somete la muestra a un programa de temperatura controlado en una atmósfera específica. Una característica fundamental de la TG es que sólo permite detectar procesos en los que se produce una variación de peso tales como descomposiciones, sublimaciones, reducción, desorción, absorción, etc. mientras que no permite estudiar procesos como fusiones, transiciones de fase, etc.. (Pérez)

Equipo: termobalanza

El equipo utilizado en TG es una termobalanza que consta de 5 partes principales:

- Una microbalanza electrónica y su equipo de control
- Un horno y los sensores de T, habitualmente un termopar colocado en las proximidades de la muestra, pero no en contacto con ella.
- Un programador de T
- Un controlador de la atmósfera (tipo de gas y caudal)
- Dispositivo para almacenar los datos de peso y T fundamentalmente.



Calorimetría diferencial de barrido (DSC)

Calorimetría diferencial de barrido es un método por el cual se mide la diferencia entre el flujo de calor de la muestra y una referencia durante un programa de temperatura --nos dice si una reacción o cambio físico es endotérmico o exotérmico, y a menudo es capaz de medir la variación de calor. (Castellano, 2015)



La calorimetría de barrido diferencial (DSC;

Diferencial scanning calorimetry) es una técnica similar al ATD y suministra una información semejante. La diferencia entre el ATD y el DSC estriba en que el DSC en lugar de medir una diferencia de temperaturas entre la muestra y una referencia (sustancia que no sufre ninguna transición o transformación en el intervalo de temperaturas en el que se mida), mide la energía que es necesaria suministrar a la muestra para mantenerla a idéntica temperatura que la referencia. (Castellano, 2015)

Límites de atterberg

Generalidades

Los límites de Atterberg o Límites de consistencia nos permiten conocer o identificar de forma sencilla algunas de las propiedades de las arcillas presentes en la naturaleza, pueden encontrarse en diferentes estados, dependiendo de su propia naturaleza y la cantidad de agua que contengan si está seca se encuentra muy suelta o en terrones, añadiendo agua adquiere una consistencia similar a una pasta, añadiendo más agua adquiere una consistencia fluida. Los límites de Atterberg pertenecen al tipo de ensayos de identificación indicando su calidad, completando así el conocimiento del tipo de arcilla. (Hassler) Atterberg en el año 1911.

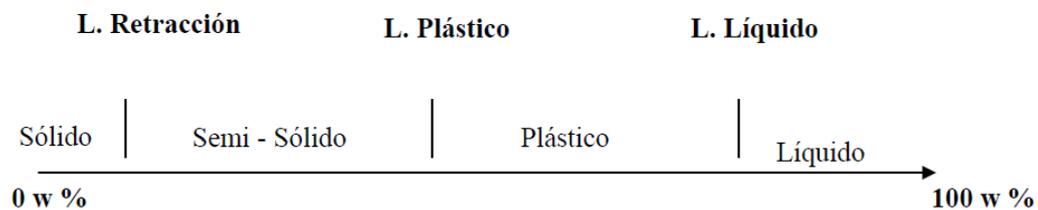


Imagen 12: Estados de la arcilla.

Límite líquido (LL)

Límite Líquido de Atterberg es el contenido de agua en el cual el cuerpo comienza a fluir usando la Copa de Casagrande. (Andrade, Al-Qureshi, & Hotza, 2011)

El contenido de humedad expresado en porcentajes del suelo secado en el horno se halla en el límite del estado plástico y el estado líquido. (MTC E 110, 2000)

El procedimiento general consiste en colocar una muestra húmeda en la copa de Casagrande, dividirlo en dos con el acanalador y contar el número de golpes requerido para cerrar la ranura

Dos métodos están estandarizados para realizar los límites líquidos.

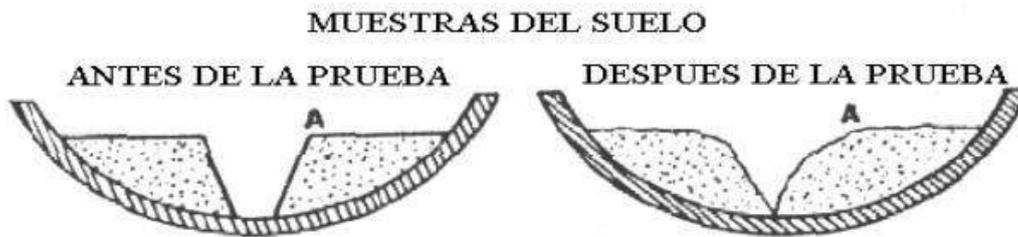


Imagen 13: Muestras de la arcilla en la copa de Casagrande.

Método A.

Prueba de multipunto generalmente es más exacto que el método de un punto y se utiliza cuando se requiere una mayor precisión. (ASTM D4318)

Método B.

Prueba de un punto requiere que el operador juzgue si el resultado es aproximadamente en el límite líquido, no es recomendado el uso por personal sin experiencia. (ASTM D4318)

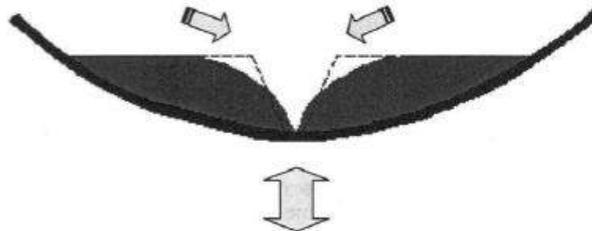


Imagen 14: Muestras de la arcilla en la copa de Casagrande cuando se une.

Límite Plástico (LP)

El límite plástico es el contenido de humedad por debajo del cual se puede considerar el suelo como material no plástico.

El límite plástico es la humedad correspondiente en el cual el suelo se cuarteo y quiebra al formar pequeños rollitos ó cilindros pequeños de 3,2 mm de diámetro.

Conjuntamente con el (LL) el (LP) es usado para identificar la clasificación de la arcilla.

Para cualquier la arcilla Caolinita el rango de valores del límite líquido (LL) serán mayores a los del límite plástico (LP)

Tipos de Arcillas

A las arcillas se las puede clasificar en los siguientes grupos de minerales:

Grupo del Caolín:

Caolinita $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$

Dickita $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$

Nacrita $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$

Halloysita $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$

Grupo de la Montmorillonita:

Montmorillonita $Al_2O_3 \cdot 4SiO_2 \cdot H_2O + nH_2O$

Beidellita $Al_2O_3 \cdot 3SiO_2 \cdot nH_2O$

Nontronita $(Al,Fe)_2O_3 \cdot 3SiO_2 \cdot nH_2O$

Saponita $2MgO \cdot 3SiO_2 \cdot nH_2O$

Grupo de las arcillas que contienen metales alcalinos o alcalinotérreos:

Micas arcillosas, incluida la illita $K_2O-MgO-Al_2O_3-SiO_2-H_2O$, en cantidades variables.

Los minerales del grupo del caolín se distinguen por su diferente riqueza en SiO₂, así como por su estructura cristalográfica y sus propiedades ópticas. La denominación de caolinita se aplica al mineral caolín puro.

Componentes de la arcilla

Tabla 6: Composición química de las Arcillas

COMPOSICIÓN QUÍMICA ELEMENTOS	RESULTADO EXPERIMENTAL %	COMPOSICIÓN QUÍMICA ÓXIDOS (**)	RESULTADO EXPERIMENTAL %
Silicio, Si	45.066	Óxido de aluminio, Al ₂ O ₃	39.166
Aluminio, Al	24.186	Dióxido de silicio, SiO ₂	35.438
Calcio, Ca	14.950	Óxido de potasio, K ₂ O	7.683
Hierro, Fe	6.711	Óxido de calcio, CaO	6.384
Potasio, K	3.835	Óxido de magnesio, MgO	5.499
Magnesio, Mg	3.251	Trióxido de hierro, Fe ₂ O ₃	4.905
Titanio, Ti	1.027	Dióxido de Titanio, TiO ₂	0.524
Azufre, S	0.516	Pentóxido de fósforo, P ₂ O ₅	0.174
Manganeso, Mn	0.214	Óxido de manganeso, MnO	0.135
Fósforo, P	0.159	Trióxido de azufre, SO ₃	0.045
Estroncio, Sr	0.067	Óxido de estroncio, SrO	0.022
Zinc, Zn	0.020	Óxido de zinc, ZnO	0.005

Accesibilidad

Local: La arcilla fue extraída de la localidad de La Unión, Pataz – La Libertad. tenemos que viajar primero a la ciudad de Tayabamba, luego poder coger colectivo para trasladarse al centro poblado de La Unión donde se encuentra ubicada la cantera de arcilla.

Accesibilidad A Nivel Nacional

La accesibilidad a nivel nacional se registra principalmente en dos departamentos.

Departamento de Piura.

Las distribuciones se concentraron en las playas de Colán, San Pedro, San Pablo y Cabo Verde Pedro. (Torres, 2017).

Departamento de Lambayeque.

Se encuentran localizadas en San José. Constituyen los Bancos naturales de *Donax* en todo Lambayeque.

Procedimiento.

Para poder llevar acabo el ensayo hay que disponer de una maquina dotada de regulación de cargas que permita aumentar de forma continua y sin saltos bruscos.

Se utilizó testigos (ladrillos de concreto de 13x9x23) necesarios para que podamos experimentar.

Elaboramos un conjunto de 30 Ladrillos (15 Patrón y 15 experimentales) según la norma técnica peruana NTP 334.051. para efectuar los ensayos.

Los platos tienen un espesor suficiente para garantizar que no se deformen durante el ensayo.

La lectura de cargas se realizó con una precisión mínima del 1% del resultado del ensayo.

Los ladrillos que fueron curados a través de curado por aspersión o sumergida en agua tienen que perder humedad antes de su ruptura. El tiempo máximo transcurrido de su extracción de la cámara de conservación, no será superior a tres horas.

Los ladrillos se colocaron de manera cuidadosa en el plato inferior centrándola con ayuda de las marcas de referencia,

A continuación, se aplicó la carga de forma continua y sin choques bruscos.

Para efecto de investigación y como la norma ASTM C39 así lo especifica, estas pruebas se pueden realizar a edades tales como: 7,14,28 días respectivamente

Justificación de la investigación

En la actualidad tenemos que buscar alternativas en métodos constructivos para evitar la degradación de recursos naturales no renovables. Por lo cual la utilización de los residuos de la concha de abanico en aplicaciones constructivas como la sustitución en cierto porcentaje podría reducir el impacto ambiental y ayudar a reducir la explotación de canteras naturales para agregados de concreto, siendo la adquisición de residuos de las conchas significativamente más bajo que los agregados para la elaboración del cemento. Lo cual contribuirá en el estudio de nuevos materiales de construcción, y de ser posible darles un valor agregado basándose en criterios de eficiencia ambiental, económica y social, de tal forma sería favorable para el campo de la ingeniería civil.

La industria de la construcción es un sector donde continuamente se consiguen mejoras en los materiales utilizados con el fin de ofrecer mayor seguridad a la población a menores costos. Dentro de dichos avances encontraremos los materiales puzolánicos que mejoran el comportamiento conglomerante. En nuestro país el cemento juega un papel muy importante en los trabajos relacionados a obras civiles, debido a esto ha surgido la necesidad de hallar nuevos materiales que mejoren la calidad del concreto y se convierta en una opción favorable en la construcción de viviendas.

Mediante la presente investigación, se buscó identificar la resistencia de unidades de ladrillo de concreto sustituyendo el cemento por concha de abanico 3% y arcilla de La Unión, Pataz – La Libertad, para el beneficio total de los pobladores de la provincia de Pataz. en la industria de la construcción estas materias primas juegan un papel muy importante, ya que con esta arcilla se logran elaboran los distintos tipos de ladrillos, adobes, teja, etc. y estos a su vez cumplen con especificaciones de acuerdo a su uso. Como ejemplo tenemos ladrillos tipo IV de alta resistencia, tanto mecánica como térmica. También se uso como alternativa natural para el diseño de un concreto de alta resistencia, por el cual nos lleva a darle un mayor interés sabiendo que en la provincia de Pataz y en todo el Perú existen grandes cantidades de arcilla que pueden ser aprovechados por la construcción.

Así mismo en el ámbito económico favorece mucho a la población ya que al no contar en la zona con materiales de construcción como (Ladrillo, Cemento) se tiene que transportar desde la costa elevando así los precios de dichos materiales.

Problema

Realidad problemática

Nivel internacional

En la actualidad el cemento se encuentra como uno de los materiales más usados a nivel mundial, pero en su producción utiliza materias primas no renovables como las rocas calizas y arcillas. La producción del cemento a partir de estas materias primas genera altos niveles de contaminación ambiental que a nivel global representan entre 5 al 8 % de dióxido de carbono. Por otro lado, la calcinación que se requiere para la fabricación del cemento eleva el costo de su producción y margina su uso en las poblaciones de menores recursos económicos.

Desde el punto de vista medioambiental el impacto que genera la producción de Clinker por las elevadas emisiones de CO₂ son alarmantes. La gran demanda de hormigón ha generado que la producción de cemento portland se incremente en los últimos años; además las previsiones indican que la producción seguirá en aumento esencialmente para el área de África y Latinoamérica.

A raíz de estos hechos, en muchos países se está buscando alternativas más económicas en la producción del cemento y una de las alternativas más empleadas, es la introducción de materiales que tienen como característica común la actividad puzolánica (fijación de cal), conocidos como puzolanas.

Nivel nacional

Las principales fábricas cementeras del Perú no contribuyen con la conservación del medio ambiente, los problemas surgen de sus hornos que requieren una enorme cantidad de energía para conseguir temperaturas superiores a los 2000°C, expulsando todo tipo de emisiones como dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, monóxido y dióxido de carbono. Sin olvidar los cloruros, fluoruros, compuestos orgánicos tóxicos y metales pesados. Una verdadera bomba para el medio ambiente.

Es por ello que se plantea una solución de hacia este problema con nuevos materiales reciclables como la concha de abanico y la arcilla de La Unión, en un cierto porcentaje en la sustitución del cemento; dando así una mejor resistencia en cuanto a la elaboración de ladrillos de concreto tipo IV.

Nivel local

Actualmente la problemática de nuestra localidad es el bajo rendimiento de las edificaciones, debido a que tratan de economizar en materiales, este es el punto de partida del presente trabajo de investigación, donde se busca innovar el concepto de autoconstrucción para las zonas más pobres usando materiales propios de la zona como la arcilla y la concha de abanico.

El desecho de residuos de conchas de abanico (*Argopecten purpuratus*) viene generando una serie de impactos negativos en las zonas costeras de nuestra región y lo que se busca es comprobar que añadiendo sustitutos naturales el rendimiento de las estructuras puede ser mayor o igual al de uno convencional.

Tanto la concha de abanico como la arcilla son materiales desechables que se encuentra en grandes cantidades; para el caso de la arcilla se encuentra en canteras de arcilla a nivel internacional, nacional y local; así mismo la concha de abanico es un material con mayor cantidad de desperdicios generado por la misma población que afecta con la contaminación ambiental.

En algún futuro no muy lejano podría desarrollarse un cemento a base de polvo de concha de abanico y arcilla, con propiedades similares al cemento portland tipo I

Partiendo de eso surge el problema de investigación:

Formulación del problema

¿Cuál es la resistencia a la compresión de ladrillo de concreto con sustitución del cemento por una combinación de concha de abanico en 3% y arcilla de la Unión en 6%?

Conceptuación y operacionalización de variables

Variable dependiente:

Resistencia a la compresión de ladrillo

Definición conceptual:

Los ladrillos de concreto son elementos modulares, pre moldeados y diseñados para ser usados en sistemas de albañilería como confinada o armada. Para su fabricación se requiere de materiales como confitillo, arena, cemento y agua. Logrando una resistencia a la compresión que se expresara en kilogramos por centímetro cuadrado (kg/cm^2) a una edad de 7, 14 y 28 días. (Cruzado, y otros, 2014)

Definición operacional:

Para la determinación de la resistencia a la compresión de las unidades de albañilería, se efectuará los ensayos de laboratorio correspondientes, de 5 ensayos de especímenes como mínimo completamente secas y sin ninguna astilla ni rajadura, los ensayos de los especímenes de ladrillo se realizarán en su mayor dimensión la carga será aplicada en dirección de la profundidad del ladrillo de acuerdo a lo indicado en las Normas NTP 399.613 y 339.604.

Dimensiones:

Área: el área del espécimen, el cual será sometido a una carga.

Carga axial: es la fuerza que actúa a lo largo del eje longitudinal de un miembro estructural aplicada al centroide de la sección transversal del mismo, produciendo un esfuerzo uniforme. También llamada fuerza axial. (SANCHEZ, D., 2001)

Indicadores:

- Promedio
- Varianza
- Desviación estándar

Variable independiente:

Dosificación de un ladrillo de concreto de concha de abanico y arcilla.

Definición conceptual:

Proceso de selección de materiales (cemento, agregados y agua) para obtener un Ladrillo de concreto con características de trabajabilidad y consistencia a la compresión se pretende trabajar con dosificaciones que permitan alcanzar $f'c=130\text{kg/cm}^2$. (Cruzado, y otros, 2014)

Definición operacional:

Se seleccionará y mezclará el cemento con el 3% de concha de abanico y el 6% de arcilla de La Unión y agregado fino a los cuales se añadirá la máxima cantidad de agua que proporcione una mezcla trabajable, adhesiva y sin segregación del agregado. Para la elaboración de ladrillos de concreto, se tendrá en cuenta lo indicado en las Normas NTP 399.613 (Unidades de albañilería. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería)

Dimensiones:

Dosificaciones: son las cantidades de cemento sustituidas en (3% de concha de abanico y 6% de arcilla natural de La Unión), y sus propiedades que necesitan para obtener la resistencia esperada.

Indicadores:

Porcentaje

- 3% de concha de abanico

- 6% de arcilla natural de La Unión

Hipótesis

Mediante el reemplazo al cemento con un porcentaje de 3% de concha de abanico y 6% de arcilla permite mejorar la resistencia de una unidad de albañilería.

Objetivos.**Objetivo general**

Determinar la resistencia a la compresión de ladrillo de concreto con sustitución del cemento por una combinación de concha de abanico en 3% y arcilla en 6%.

Objetivos específicos

- Determinar los límites de Atterberg de la arcilla de La Unión, Pataz – La Libertad.
- Determinar el análisis térmico diferencial (ATD) de la arcilla La Unión y la concha de abanico.
- Determinar la composición química mediante fluorescencia de rayos x de la arcilla de La Unión y de la concha de abanico.
- Determinar la relación agua cemento de un ladrillo patrón y experimental.
- Determinar la resistencia de ladrillos concreto a los 7, 14 y 28 días de curado tanto del patrón como el experimental.
- Comparar resultados de un ladrillo convencional de concreto y un ladrillo experimental sustituido por la combinación del 3% de concha de abanico y 6% de arcilla.

METODOLOGIA DEL TRABAJO

Metodología:

Métodos de investigación

Método experimental complementada por la observación científica que dependió de los objetivos, el nivel y el tipo de investigación apoyados por los ensayos de laboratorio y en antecedentes experimentales ya realizados.

Tipo de investigación

Es Aplicada, porque los resultados fueron estudiados y analizados para una posible solución de problemas relacionados a la construcción civil.

Diseño de investigación

EL diseño correspondiente para dicha investigación fue experimental de nivel Cuasi Experimental, porque se estudiaron unidades de albañilería (ladrillos de cemento) que fueron sustituidos por la combinación del 3% de concha de abanico y 6% de arcilla natural activada y así se pudo comparar con un diseño patrón.

Población y muestra.

Población.

Estuvo conformada por ladrillos de concreto tipo IV $f'c=130$ kg/cm² que fueron elaborados en el laboratorio de suelos de la Universidad San Pedro – Chimbote.

Se trabajó con una muestra de 30 ladrillos de concreto, 15 ladrillos convencionales y 15 ladrillos experimentales con sustitución del cemento por 3% de concha de abanico y 6% de arcilla de La Unión, Pataz – La Libertad.

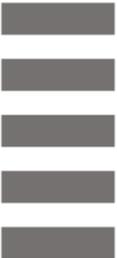
Según la norma (NTP399.613) indica que como mínimo se debe realizar 5 ensayos de especímenes por cada edad 7, 14, 28 días.

Muestra.

Para la muestra se trabajó con la misma cantidad que en la población a conveniencia del investigador, tomaremos la cantidad mínima de ladrillos de concreto según lo requiere la norma (NTP399.613)

- ✓ 15 ladrillos patrón
- ✓ 15 ladrillos con sustitución del cemento por el 3% de concha de abanico y 6% de arcilla.

Para esto se utilizó moldes de ladrillo de 9 x 13 x 23 cm según la norma técnica E.070.

PATRON	DIAS DE CURADO	EXPERIMENTAL CONCHA DE ABANICO: 3% ARCILLA: 6%
 X1	7 DIAS	 X2
 X1	14 DIAS	 X2
 X1	28 DIAS	 X2

Proceso y análisis de los datos

Los datos fueron procesados con el EXCEL y el análisis se realizará mediante tablas, gráficos y esquemas.

Desarrollo del proceso metodológico

Objetivo N°1. Determinar los límites de Atterberg de la arcilla de La Unión, Pataz – La Libertad.

Materia prima, Lavado y Límites de Atterberg.

- Recogimos el material desde el mismo lugar de La Unión, Pataz – La Libertad. Para así poder trabajar en el laboratorio de suelos, pero se recolecto un poco húmeda se tuvo que secar en un lugar donde le caiga la luz solar y para esto le hicimos cada porción de arcilla en picadillos con la ayuda de una madera para que pueda secar más rápido y poder trabajarlo.



FOTO 1: Recolección de la Arcilla de La Unión, Pataz - La Libertad

- Luego procedemos a disolver hasta que toda la arcilla quede derretida y poder echarlo a un balde más grande con una maya encima como tapando todo el orificio y que sirva a la vez como para separar el cuarzo de la arcilla y limo.



FOTO 19: Lavado de la arcilla

Luego de haber separado el cuarzo de la arcilla y limo, dejamos que asiente hasta el día siguiente, para poder quitar el agua con mucho cuidado con la ayuda de un recipiente y cuando está más descendida el agua cogemos una jeringa para poder sacar el agua con más cuidado y no desprender el limo que está asentado junto con la arcilla. Ahora que ya sacamos toda el agua tomamos una cuchara grande y con mucho cuidado cogemos la arcilla que está debajo y ponerlo en otra fuente.



FOTO 20: Arcilla asentada después de 24 horas

Entonces se obtiene el cuarzo que hemos sacado al principio, el limo y la arcilla en distintas fuentes para que sequen al sol. Una vez secado podemos ver las distintas grietas que se forman



FOTO 21: Secado de la arcilla

Luego de haber secado la arcilla se procedió a moler con la ayuda de un mortero para luego pasas por la malla #200 la cantidad de 200 g de arcilla para realizar los limites líquidos (LL) y limites plástico (LP).



FOTO 522: Tamizado de la arcilla por la malla #200

Límites de Atterberg – Limite Líquido (LL)

- El método que se utilizó para determinar el límite líquido (LL) fue el Método A Multipunto.
- Mezclamos minuciosamente 150g de arcilla (MTC E110) con 64g de agua destilada para 29 golpes, luego agregamos 5.6 g de agua destilada para 26 golpes y luego agregando 6.2g de agua para 21 golpes.
- Colocamos una porción de la muestra en la copa de Casagrande nivelando la arcilla con la ayuda de la espátula hasta una profundidad de 1cm en el punto de espesor máximo.
- Se mantiene el material no usado en un recipiente tapado con un paño húmedo para retener la humedad de la muestra.
- Con la ayuda del acanalador y de manera firme se divide a través de la línea central de la muestra de modo que se forma una ranura de dimensiones apropiadas.
- Se procedió a golpear la tasa de bronce girando la manija a una velocidad de 2.1 golpes por segundo hasta observar que las dos mitades de la ranura se pongan en contacto una distancia de 13 mm.
- Se fijó que la ranura del material cierre dentro de los 25 – 35 golpes.
- Se tomó una tajada de la muestra aproximadamente del ancho de la espátula en ángulo recto incluyendo la porción que hizo contacto para luego colocar en una tara anteriormente pesada luego se procede a pesar la muestra húmeda.
- Así se repite el ensayo agregando cierta cantidad de agua destilada para aumentar el contenido de humedad y disminuir el número de golpes.
- Se mantiene la muestra durante 20 horas en el horno a una temperatura de 110°C. para determinar el contenido de humedad según la Norma MTC E110-2000



FOTO 6: Limite Liquido (LL) de la arcilla

Límites de Atterberg – Limite Plástico (LP)

- Para determinar el límite plástico se tomaron aproximadamente 20 gramos de arcilla tamizada por la malla # 200, se amasa con 8.5 g de agua destilada hasta que pueda formarse con facilidad una esfera.
- Se moldeo la muestra en forma de elipsoide con la ayuda de los dedos de la mano sobre una superficie lisa aplicando presión para formar cilindros de diámetro de 3.2 mm hasta que la muestra se desmorone.
- Se repite el proceso hasta reunir 6 gramos de arcilla luego se colocara en taras debidamente pesadas
- Se realizó el proceso nuevamente hasta lograr obtener tres muestras de 6 gramos cada una y luego pesar las muestras antes y después de meter al horno a una temperatura de 110 °C durante 20 horas. MTC E 111-2000



FOTO 23: Limite Plástico (LP) de la arcilla

Límites de Atterberg – Índice de Plasticidad (IP)

- Al obtener el limite líquido y el limite plástico se definió el índice de plasticidad (IP)

Objetivo N°2. Determinar el análisis térmico diferencial (ATD) de la arcilla La Unión, Pataz – La Libertad.

- Para el análisis térmico diferencial (ATD) se procedió a moler la arcilla con ayuda de un mortero, previamente lavada y secada.



FOTO 8: Cuarteo de la arcilla para el ATD

- Se pasó la malla #200 la cantidad de 1g de arcilla para ser llevada en una bolsa cipoc al laboratorio de polímeros de la Universidad Nacional de Trujillo (UNT).



FOTO 9: peso 1g de arcilla para el ATD

- Se realizó el lavado de las conchas de abanico para luego moler con la ayuda de un mortero de madera para posteriormente pasar 1 g por la malla # 200



FOTO 10: lavado y preparación para el ATD

Objetivo N°3. Determinar la composición química mediante fluorescencia de rayos x de la arcilla de La Unión y de la concha de abanico.

Fluorescencia de rayos x de la arcilla

- Para la fluorescencia de rayos x (FRX) de la arcilla se realizó en la Universidad Mayor de San Marcos (UMSM) en el laboratorio de Física, con la finalidad de conocer los óxidos presentes en la muestra conjuntamente con sus porcentajes.



FOTO 11: Calcinado de la Arcilla de La Unión, Pataz - La Libertad a 560°C

- Se procedió a lavar y secar la arcilla de La Unión, Patas – La Libertad.
- Se activó la arcilla térmicamente a una temperatura de 560 °C durante 2 horas iniciando a las 5 y 7 pm y finalizando a las 7:07 pm para así dejar que enfríe hasta el otro día.
- Se pulverizo con la ayuda de un mortero para luego pasar la malla organza y luego pasar la malla #200.



FOTO 12: tamizado por la malla #200 para la FRX

- Se obtuvo la cantidad de 10g de arcilla de la Unión, Pataz – La Libertad tamizada y almacenada en una bolsa de papel sellada herméticamente para evitar la contaminación de la muestra y pueda afectar al momento de hacer el ensayo de composición química Fluorescencia de Rayos X (FRX).

Fluorescencia de rayos x de la concha de abanico calcinada a temperatura controlada.

- Luego de la limpieza correspondiente de la concha de abanico se realizará la calcinación controlada en la mufla del laboratorio de suelos de la Universidad San Pedro.



FOTO 13: Lavado y peso de la concha de abanico

- La muestra fue calcinada a una temperatura de 900°C durante un periodo de 2 horas para luego proceder a retirar de la mufla.



FOTO 14: Paseado de la concha de abanico antes de la calcinación a temperatura controlada 900°C

- Se procedió a moler con la ayuda de un mortero de madera para pasar por la malla #200 y poder pesar 10g para su respectivo ensayo de FRX.



FOTO 15: peso de 10g de concha de abanico calcinada a temperatura controlada para la FRX



FOTO 16: Universidad Mayor de San Marco (Facultad de Ciencias Físicas)



FOTO 17: Universidad Mayor de San Marcos

Objetivo N°4. Determinar la relación agua cemento de un ladrillo patrón y experimental.

El proceso de recolección de los agregados fino y agregado grueso



FOTO 18: Recolección de Agregados Fino y Grueso

Peso Unitario Suelto de los agregado fino y grueso

Seleccionamos mediante el cuarteo los agregados fino y grueso.



FOTO 19: Cuarteo de los agregados

Procede a pesar el molde cilíndrico metálico de ensayo para los dos agregados.

Con la ayuda de una plancha se fue colocando los agregados suavemente a una altura de 5 cm aproximadamente tratando de evitar golpear el molde para evitar la segregación del agregado.



FOTO 20: colocación del material fino y grueso en el molde cilíndrico

Con la ayuda de una varilla de 5/8 nivelamos los agregados con la parte superior del molde cilíndrico.



FOTO 21: nivelado de los agregados

Se pesó los agregados para hallar el volumen de las partículas y volumen de vacíos.

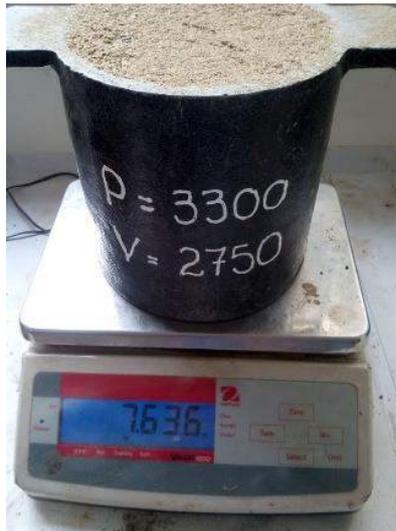


FOTO 22: peso de los agregados

Peso Unitario Compactado de los agregado fino y grueso

Se realizó este ensayo apisonando por 3 capas de 25 golpes en cada capa tanto para el agregado fino como el agregado grueso.



FOTO 23: Apisonado de los agregados de 25 golpes

Contenido de humedad de los agregados fino (AF)

Para estos ensayos se pesaron las taras y se tomó nota de los datos obtenidos.



FOTO 24: Peso de la tara para Contenido de humedad

Luego pesamos la muestra más la tara de ambos agregados tanto fino como grueso.



FOTO 25: Peso de tara más muestras

Se tomaron dos muestras de cada agregado (fino y grueso).

Colocamos en el horno a una temperatura de 110°C durante 24 horas para el secado parcial de las muestras.

Este proceso fue repetido para ambos agregados (Fino y Grueso).



FOTO 26: agregados en proceso de secado 24 horas

Granulometría de los agregados fino y grueso.

Se seleccionó los tamices de acuerdo a la ficha de cálculo para la ejecución del ensayo.

Mediante movimientos laterales de los tamices se pesó cada tamiz después del tamizado.

Gravedad específica y absorción de los agregados.

Se tomó dos baldes uno para el agregado fino y el otro para el agregado grueso (confitillo).



FOTO 27: muestras para la gravedad especifica

Llenamos el balde con arena y agua y se dejó reposar durante 24 horas.

Para el confitillo se fue lavando con la mano hasta que el agua quedo transparente y se dejó reposar durante 24 horas.

Luego de las 24 horas se retiró el agua de los dos materiales cuidadosamente.



La arena se secó en una fuente metálica con la estufa.



El confitillo por otro lado su secado fue superficial con la ayuda de unos trapos industriales.



Se tomó el peso de las 2 muestras semi secas.



Se tomó el peso sumergido del confitillo para luego ser secado en el horno.



Luego de ser secada en la estufa, la arena se tamizo por la malla # 4.



Luego realizo los ensayos de consistencia en el cono de abrams luego de añadir un poco de agua, se usaron 25 golpes para el compactado.

Se pesará 300 g de arena y se colocará en el pionometro, luego se llenó de agua hasta la marca y se procedió a retirar el aire atrapado con la ayuda del extractor de aire.

Luego se retirarán las muestras del horno y se tomarán los datos



FOTO 28: Peso de las muestras después de 24 hora de secado

Objetivo N°5. Determinar la resistencia de ladrillos concreto a los 7, 14 y 28 días de curado tanto del patrón como el experimental.

Se coordinó con el ingeniero encargado de laboratorio de Mecánica de Suelos para facilitar el acceso a dicho establecimiento.

Luego se obtuvo los agregados que se utilizaron en la fabricación de las unidades de albañilería (Ladrillo de concreto)

Aplicamos un registro de apuntes, mediante fotografía, y fichas de registro para ver el desarrollo de los ladrillos en sus diferentes días de análisis.

Se elaboró los ladrillos con sustitución de cemento por una combinación de concha de abanico en 3% y arcilla en 6%; y de forma convencional.

Ejecutamos el Curado de nuestras unidades y finalmente el ensayo a la resistencia a la compresión.

Con los datos obtenidos realizamos cuadros que nos ayudaron a analizar dichos resultados.

Fabricación de los ladrillos (patrones)

- Una vez pesado los agregados, se procedió a mezclar los materiales manualmente para una mezcla homogénea



- Luego de obtener la mezcla, utilizamos el molde para empezar a trabajar, el molde para q no pegue con la mezcla deberá estar mojado, rellenamos, compactamos y desmoldamos.



- Pesos según dosificación por 01 unidad de ladrillo en (Kg) - PATRÓN:

Mezcla de concreto (Kg) – Patrón	
1:3:3	
Cemento:	0.500 kg
Arena Gruesa :	3.150 kg
Confitillo :	2.050 kg
Agua :	0.520 kg

Fabricación de los ladrillos (combinación de la concha de abanico 3% y arcilla 6%)

Una vez pesado los agregados mezclamos el cemento con la concha de abanico y la arcilla.



Luego mezclamos los materiales manualmente en un recipiente limpio



Luego de obtener la mezcla, sumergimos el molde en agua para q no pegue la mezcla con el molde, rellenamos, compactamos y desmoldamos.



Pesos según dosificación por 01 unidad de ladrillo en (Kg) - EXPERIMENTAL:

Mezcla de concreto (Kg) – Experimental	
1:3:3	
Cemento:	0.455 kg
Arcilla:	0.30
Concha de abanico:	0.15 kg
Arena Gruesa :	3.150 kg
Confitillo :	2.050 kg
Agua :	0.520 kg

Curado de los ladrillos de concreto

El curado consiste en suministrar agua al ladrillo de concreto para mantener el contenido de humedad óptimo, y poder mantener la temperatura para que desarrolle la resistencia necesaria.

Colocaremos los ladrillos en un recipiente metálico para su curado de 7,14 y 28 días



Resistencia a la compresión (patrón)

Se realizó el ensayo de resistencia a la compresión de 05 unidades de ladrillo procesados en sombra y analizados a los 7 días, 14 días y 28 días. Para verificar cuál de ellos tiene mayor resistencia.

- Una vez concluido el periodo de curados y secados el ladrillo se procedió a pesar cada unidad para luego realizar su ensayo a la compresión.



Ensayo a la Compresión de los ladrillos a 7, 14, 28 días de curado sumergido

Resistencia a la compresión (Experimental)

Se realizó el ensayo de resistencia a la compresión de 05 unidades de ladrillo procesados en sombra y analizados a los 7 días, 14 días y 28 días. Para verificar cuál de ellos tiene mayor resistencia.

- Ensayo a la compresión de los ladrillos experimentales a los 7, 14 y 28 días de curado sumergido



FOTO 29: Ensayo a la compresión de los ladrillos

RESULTADOS

Objetivo N°1. Determinar los límites de Atterberg de la arcilla de La Unión, Pataz – La Libertad.

Tabla 7: Límites de Atterberg de la arcilla de la Unión, Pataz - La Libertad

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
	1	2	3	1	2	3
N° de ensayo						
N° de tara	J-1	J-2	J-3	J-4	J-5	J-6
Peso de la tara (gr)	26.6	25.7	27.5	24.8	26.5	25.6
Peso de tara + M. húmeda (gr)	44.3	43.8	45.4	30.8	32.5	31.7
Peso de tara + M. seca (gr)	38.1	37.5	38.9	29.1	31.4	30.5
Peso del Agua (gr)	6.2	6.3	6.5	1.7	1.1	1.2
Peso de la muestra seca (gr)	11.5	11.8	11.4	4.3	4.9	4.9
Contenido de humedad en (%)	53.9	53.4	57.0	39.5	22.4	22.0
N° de golpes	29	26	21	-	-	-
Promedio Cont. Humedad (%)					28.0	

MTC E-110, E-111: ASTM D-4318	
LIMITE LIQUIDO	55.0
LIMITE PLASTICO	28.0
INDICE DE PLASTICIDAD	27.0

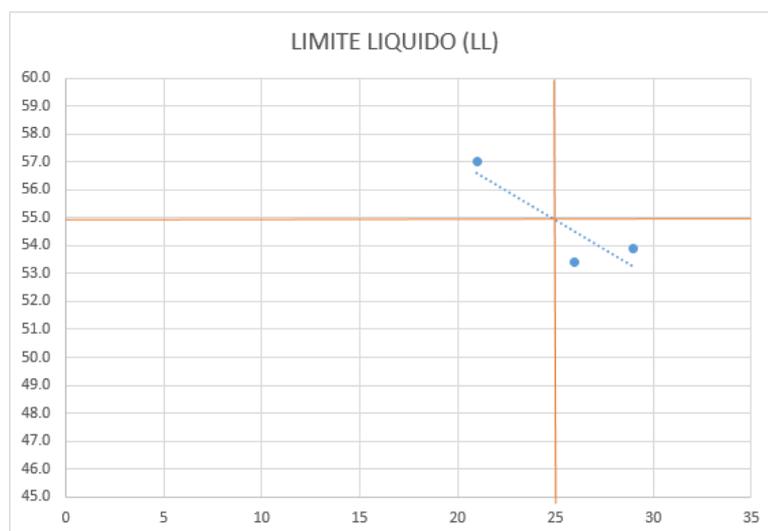


Tabla 8: Valores límite de Atterberg para los minerales arcillosos ingresados en el gráfico de Kovacs

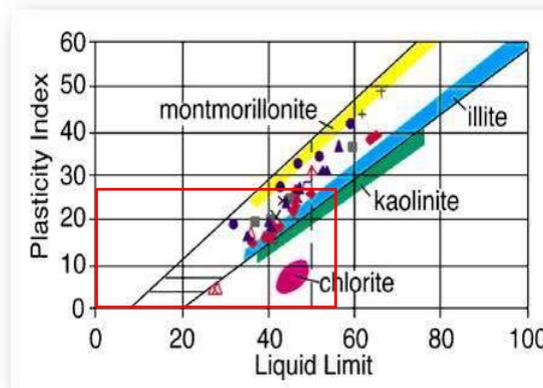
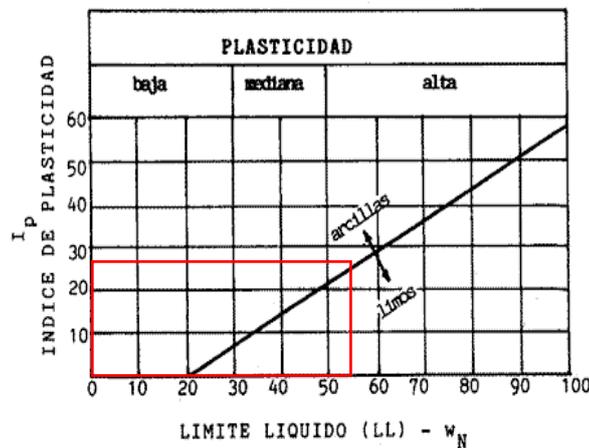


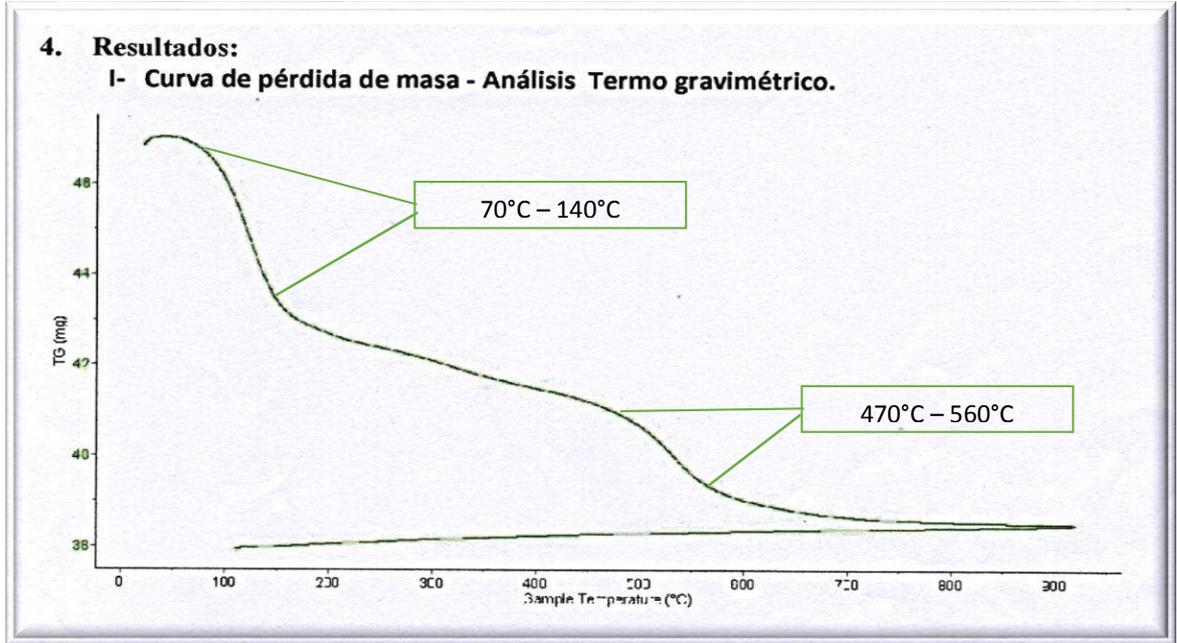
Tabla 9: Diagrama de Plasticidad según los Límites de Atterberg



Se pudo observar que la arcilla estudiada de La Union, Pataz – La Libertad tiene una plasticidad alta y según la Tabla 7: Valores límite de Atterberg para los minerales arcillosos ingresados en el gráfico de Kovacs. Podemos concluir que la arcilla es Illita con una importante aproximación a Caolinita.

Bjetivo N°2. Determinar el análisis térmico deferencial (ATD) de la arcilla La Unión, Pataz – La Libertad.

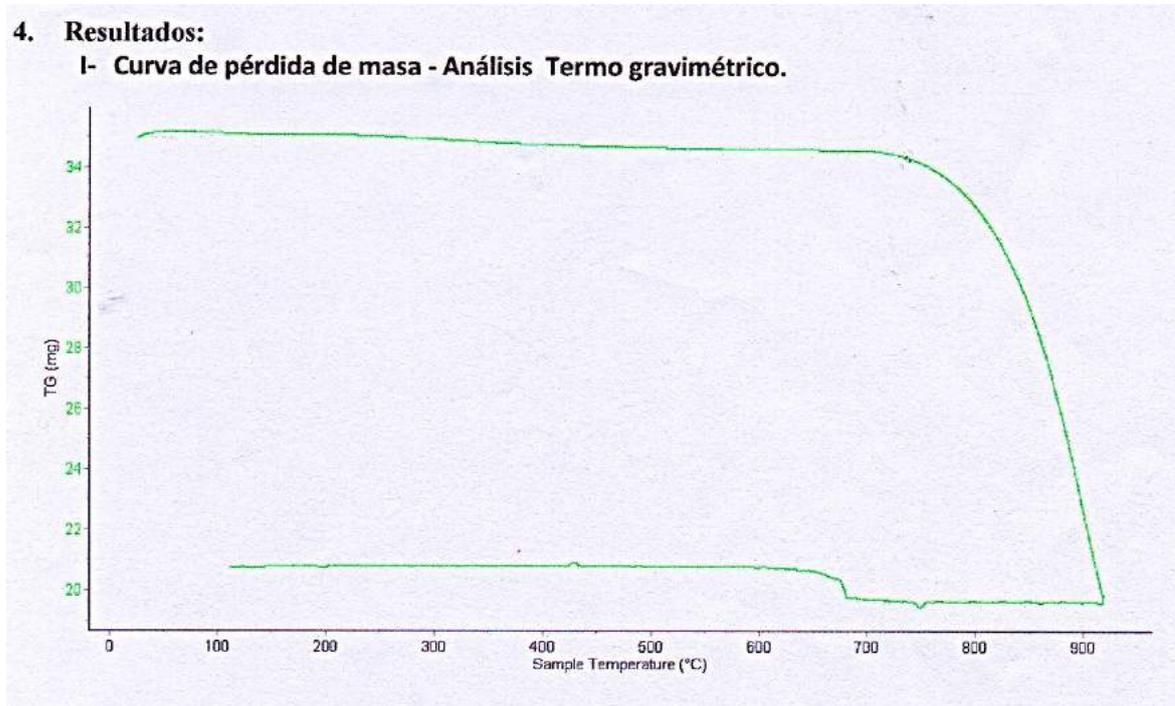
Grafico 1: Curva de pérdida de masa de la Arcilla



Fuente: Laboratorio de Polímeros (U.N.T)

Cueva de Pérdida de Masa – Análisis Térmico Gravimétrico de la Arcilla de La Unión, Pataz – La Libertad

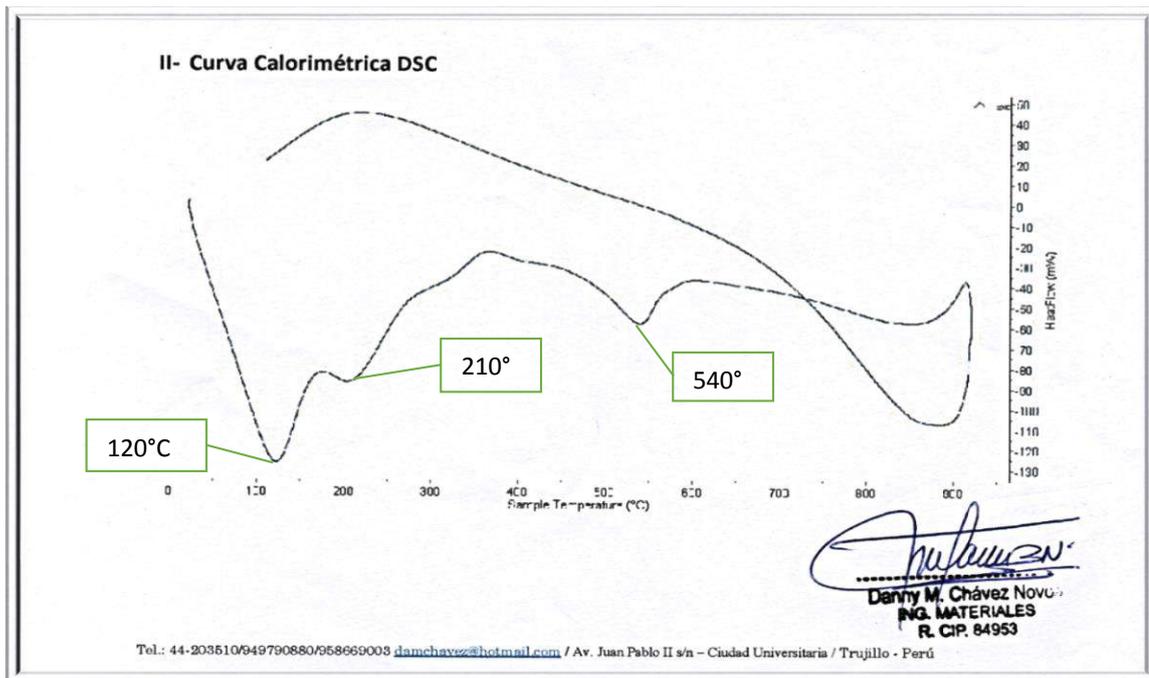
Grafico 2: Curva de pérdida de masa de la Concha de abanico



Fuente: Laboratorio de Polímeros (U.N.T)

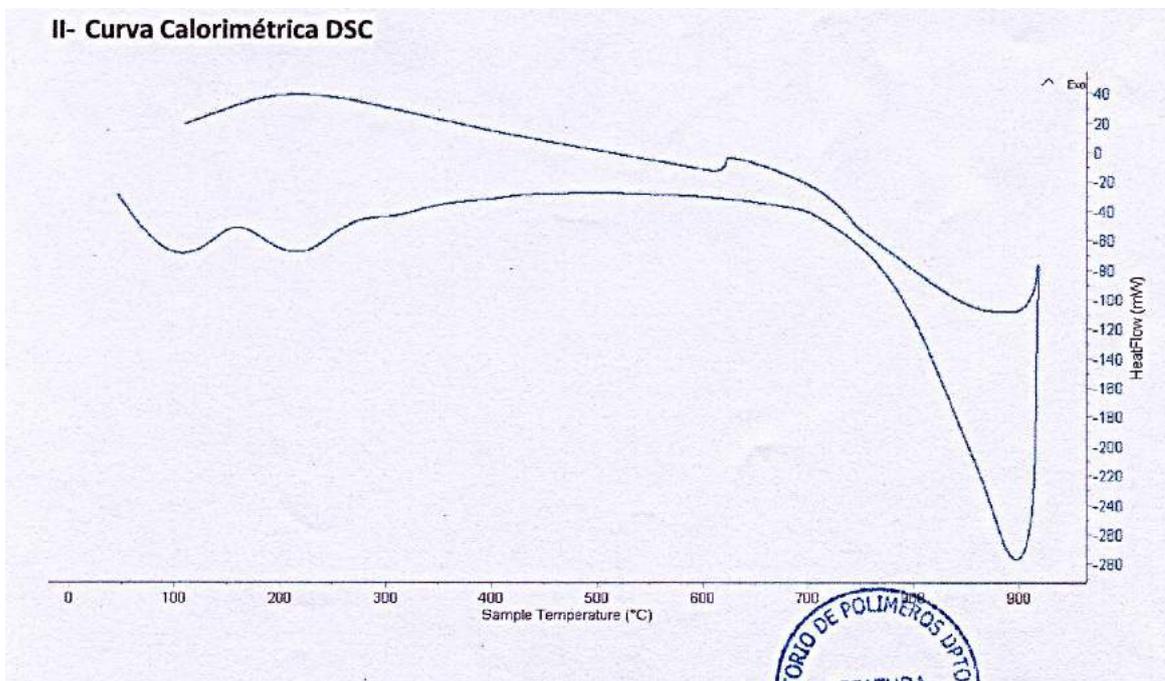
Cueva de Pérdida de Masa – Análisis Térmico Gravimétrico de la Concha de abanico

Grafico 3: Curva calorimétrica de la Arcilla



Fuente: Laboratorio de Polímeros (U.N.T)
Curva Calorimétrica DCS (Curva de Calor Absorbido) de la Arcilla de La Unión, Pataz
– La Libertad

Grafico 4: Curva calorimétrica de la concha de abanico



Fuente: Laboratorio de Polímeros (U.N.T)
Curva Calorimétrica DCS (Curva de Calor Absorbido) de la Arcilla de La Concha de
Abanico

Objetivo N°3. Determinar la composición química mediante fluorescencia de rayos x de la arcilla de La Unión y de la concha de abanico.

Fluorescencia de Rayos X de la Arcilla de La Unión, Pataz – La Libertad 2 horas

Tabla 10: Composición elemental de la arcilla calcinada de la Unión

OXIDO	Concentración % masa	Normalizado al 100%
Al ₂ O ₃	20.683	23.685
SiO ₂	51.388	48.847
K ₂ O	2.539	2.908
CaO	0.304	0.348
TiO ₂	1.097	1.257
V ₂ O ₅	0.025	0.028
Cr ₂ O ₃	0.012	0.018
MnO	0.016	0.019
Fe ₂ O ₃	10.976	12.569
Ni ₂ O ₃	0.013	0.015
CuO	0.024	0.027
Ga ₂ O ₃	0.015	0.017
ZnO	0.024	0.027
As ₂ O ₃	0.010	0.011
SrO	0.006	0.007
Y ₂ O ₃	0.003	0.004
ZrO ₂	0.033	0.037
BaO	0.089	0.101
Total	87.325	100.00

Fluorescencia de Rayos X de la concha de abanico calcinada a 900°C durante 2 horas

Tabla 11: Composición elemental de polvo de concha de abanico

OXIDO	Concentración % masa	Normalizado al 100%
Al ₂ O ₃	11.156	12.735
P ₂ O ₃	1.334	1.523
SO ₂	0.473	0.540
K ₂ O	0.038	0.044
CaO	74.333	84.860
TiO ₂	0.009	0.010
Cr ₂ O ₃	0.003	0.004
Fe ₂ O ₃	0.020	0.023
Ni ₂ O ₃	0.006	0.006
CuO	0.005	0.006
ZnO	0.007	0.008
As ₂ O ₃	0.008	0.009
SrO	0.130	0.148
ZrO ₂	0.006	0.007
In ₂ O ₃	0.052	0.060
CdO	0.016	0.018
Total	87.595	100.00

Objetivo N°4. Determinar la relación agua cemento de un ladrillo patrón y experimental.

Agregado fino

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	7551	7606	7636
Peso de molde	3326	3326	3326
Peso de muestra	4225	4280	4310
Volumen de molde	2750	2750	2750
Peso unitario (Kg/m ³)	1536	1556	1567
Peso unitario prom. (Kg/m³)	1553		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1543		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	8192	8240	8206
Peso de molde	3326	3326	3326
Peso de muestra	4866	4914	4880
Volumen de molde	2750	2750	2750
Peso unitario (Kg/m ³)	1769	1787	1775
Peso unitario prom. (Kg/m³)	1777		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1765		

Agregado grueso

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	7218	7384	7236
Peso de molde	3272	3272	3272
Peso de muestra	3946	4112	3964
Volumen de molde	2750	2750	2750
Peso unitario (Kg/m ³)	1435	1495	1441
Peso unitario prom. (Kg/m³)	1457		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1448		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	7412	7428	7423
Peso de molde	3272	3272	3272
Peso de muestra	4140	4156	4151
Volumen de molde	2750	2750	2750
Peso unitario (Kg/m ³)	1505	1511	1509
Peso unitario prom. (Kg/m³)	1509		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1499		

Contenido de humedad agregado fino

PRUEBA N°	01	02	03
TARA N°			
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	498	502	
TARA + SUELO SECO (gr)	496.2	492	
PESO DEL AGUA (gr)	1.8	10.0	
PESO DE LA TARA (gr)	198	202	
PESO DEL SUELO SECO (gr)	298.2	290	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.60	3.45	
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)		2.03	

Contenido de humedad agregado grueso

PRUEBA N°	01	02	03
TARA N°			
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	500	500	
TARA + SUELO SECO (gr)	497	497.5	
PESO DEL AGUA (gr)	3	2.5	
PESO DE LA TARA (gr)	64	58	
PESO DEL SUELO SECO (gr)	433	439.5	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.69	0.57	
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)		0.63	

Granulometría agregado fino

TAMZ		Peso retenido	% ret. Parcial	% ret. Acumu.	% Que pasa
N°	Abert.(mm)	(gr.)	(%)	(%)	(gr.)
3"	76.20	0.0	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	63.50	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.80	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.40	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.10	0.0	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.50	0.0	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.52	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 4	4.76	38.0	4.1	4.1	95.9
N° 8	2.36	110.0	11.7	15.8	84.2
N° 16	1.18	192.0	20.5	36.3	63.7
N° 30	0.60	179.0	19.1	55.4	44.6
N° 50	0.30	153.0	16.3	71.7	28.3
N° 100	0.15	174.0	18.6	90.3	9.7
N° 200	0.08	56.5	6.0	96.3	3.7
PLATO	ASTM C-117-04	34.5	3.7	100.0	0.0
TOTAL		937.0	100.0		

PROPIEDADES FISICAS	
Módulo de Fineza	2.74

OBSERVACIONES
La Muestra tomada identificada por el solicitante.

Granulometría agregado grueso

TAMIZ		Peso retenido	% ret. Parcial	% ret. Acumu.	% Que pasa
Nº	Abert. (mm)	(gr.)	(%)	(%)	(gr.)
3"	76.200	0.0	0.0	0.0	100.0
2 ½"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.800	0.0	0.0	0.0	100.0
1 ½"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0
¾"	19.100	0.0	0.0	0.0	100.0
½"	12.500	0.0	0.0	0.0	100.0
⅜"	9.520	0.0	0.0	0.0	100.0
Nº 4	4.760	90.0	9.5	9.5	90.5
Nº 8	2.360	748.0	78.6	88.0	12.0
Nº 16	1.180	112.0	11.8	99.8	0.2
Nº 30	0.600	2.0	0.2	100.0	0.0
Nº 50	0.300	0.0	0.0	100.0	0.0
Nº 100	0.150	0.0	0.0	100.0	0.0
Nº 200	0.075	0.0	0.0	100.0	0.0
PLATO	ASTM C-117-04	0	0.0	100.0	0.0
TOTAL		952.0	100.0		

PROPIEDADES FISICAS	
Tamaño Maximo Nominal	Nº 4
Huso	NO TIENE USO

OBSERVACIONES
La Muestra tomada identificada por el solicitante.

Gravedad específica y absorción

Agregado Grueso

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	908.50	882.50
B	Peso de material saturado superficialmente seco (agua)	584.10	566.20
C	Volumen de masa + volumen de vacios (A-B)	324.40	316.30
D	Peso de material seco en estufa	898.00	879.50
E	Volumen de masa (C-(A-D))	313.90	313.30
G	P.e. Bulk (Base Seca) D/C	2.768	2.781
H	P.e. Bulk (Base Saturada) A/C	2.801	2.790
I	P.e. Aparente (Base Seca) D/E	2.861	2.807
F	Absorción (%) ((D-A/A)x100)	1.17	0.34

P.e. Bulk (Base Seca)	2.774
P.e. Bulk (Base Saturada)	2.795
P.e. Aparente (Base Seca)	2.834
Absorción (%)	0.76

Agregado Fino

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire) gr.	300.00	300.00
B	Peso de picnometro + agua gr.	665.00	665.00
C	Volumen de masa + volumen de vacios (A+B) cm ³	965.00	965.00
D	Peso de picnometro + agua + material gr.	856.00	856.00
E	Volumen de masa + volumen de vacios (C-D) cm ³	109.00	109.00
F	Peso de material seco en estufa gr.	298.00	298.00
G	Volumen de masa (E-(A-F))	107.00	107.00
H	P.e. Bulk (Base Seca) F/E	2.734	2.734
I	P.e. Bulk (Base Saturada) A/E	2.752	2.752
J	P.e. Aparente (Base Seca) F/E	2.785	2.785
K	Absorción (%) $((D-A)/A) \times 100$	0.67	0.67

P.e. Bulk (Base Seca)	2.734
P.e. Bulk (Base Saturada)	2.752
P.e. Aparente (Base Seca)	2.785
Absorción (%)	: 0.67

Diseño de mezcla

CEMENTO	255.952 kg/cm ³
AGREGADO FINO	1318.518 kg/m ³
AGREGADO GRUESO	529.621 kg/m ³
AGUA	198.146 lts/m ³

OBJETIVO N°5. Determinar la resistencia de ladrillos concreto a los 7, 14 y 28 días de curado tanto del patrón como el experimental.

- Los valores obtenidos de los ensayos fueron los indicados en las siguientes tablas

UNIDADES DE LADRILLO (PATRÓN)

Días	Unidades	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)	Área (cm ²)	Peso (kg)	P (kg)	fo(kg/cm ²)	fo prom (kg/cm ²)
7	Unidad 1	23	13	9	299	5.449	25730	86.054	91.967
	Unidad 2	23	13	9	299	5.435	26780	89.565	
	Unidad 3	23	13	9	299	5.484	29440	98.462	
	Unidad 4	23	13	9	299	5.413	24610	82.308	
	Unidad 5	23	13	9	299	5.441	30930	103.445	
14	Unidad 1	23	13	9	299	5.412	21640	72.375	97.191
	Unidad 2	23	13	9	299	5.606	29000	96.990	
	Unidad 3	23	13	9	299	5.934	44550	148.997	
	Unidad 4	23	13	9	299	5.340	19060	63.746	
	Unidad 5	23	13	9	299	5.586	31050	103.846	
28	Unidad 1	23	13	9	299	5.540	31510	105.385	130.715
	Unidad 2	23	13	9	299	6.105	50739	169.696	
	Unidad 3	23	13	9	299	6.006	44580	149.097	
	Unidad 4	23	13	9	299	5.887	37200	124.415	
	Unidad 5	23	13	9	299	5.764	31390	104.983	

Orden consecutivo del grupo de Unidades de Ladrillo PATRÓN, a ser sometidos a cargas de Resistencia a la Compresión con curado sumergido



Grafico 5: Resistencia a la compresión de ladrillos patrón curados sumergido.

Interpretación:

En el grafico N° 08 de resistencia que se realizó a los ladrillos patrones de concreto, con 7, 14 y 28 días de curado y secado en sombra se obtuvo una resistencia promedio a la compresión de 91.967 kg/cm², 97.191 kg/cm² y 130.715 kg/cm² respectivamente. Por lo tanto, la resistencia obtenida según la dosificación llega a cumplir la resistencia requerida.

Resultado del ensayo de compresión de los ladrillos de concreto (experimental)

UNIDADES DE LADRILLO (EXPERIMENTAL)									
Días	Unidades	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)	Área (cm ²)	Peso (kg)	P (kg)	fo(kg/cm ²)	fo prom (kg/cm ²)
7	Unidad 1	23	13	9	299	5.658	31520	105.418	114.575
	Unidad 2	23	13	9	299	5.954	44590	149.130	
	Unidad 3	23	13	9	299	5.818	35720	119.465	
	Unidad 4	23	13	9	299	5.798	34160	114.247	
	Unidad 5	23	13	9	299	5.488	25300	84.615	
14	Unidad 1	23	13	9	299	5.809	39260	131.304	101.351
	Unidad 2	23	13	9	299	5.610	32110	107.391	
	Unidad 3	23	13	9	299	5.751	33280	111.304	
	Unidad 4	23	13	9	299	5.383	23370	78.161	
	Unidad 5	23	13	9	299	5.410	23500	78.595	
28	Unidad 1	23	13	9	299	5.850	38700	129.431	114.910
	Unidad 2	23	13	9	299	5.664	29630	99.097	
	Unidad 3	23	13	9	299	5.814	36910	123.445	
	Unidad 4	23	13	9	299	5.599	29910	100.033	
	Unidad 5	23	13	9	299	5.675	36640	122.542	

Orden consecutivo del grupo de Unidades de Ladrillo EXPERIMENTAL, a ser sometidos a cargas de Resistencia a la Compresión.

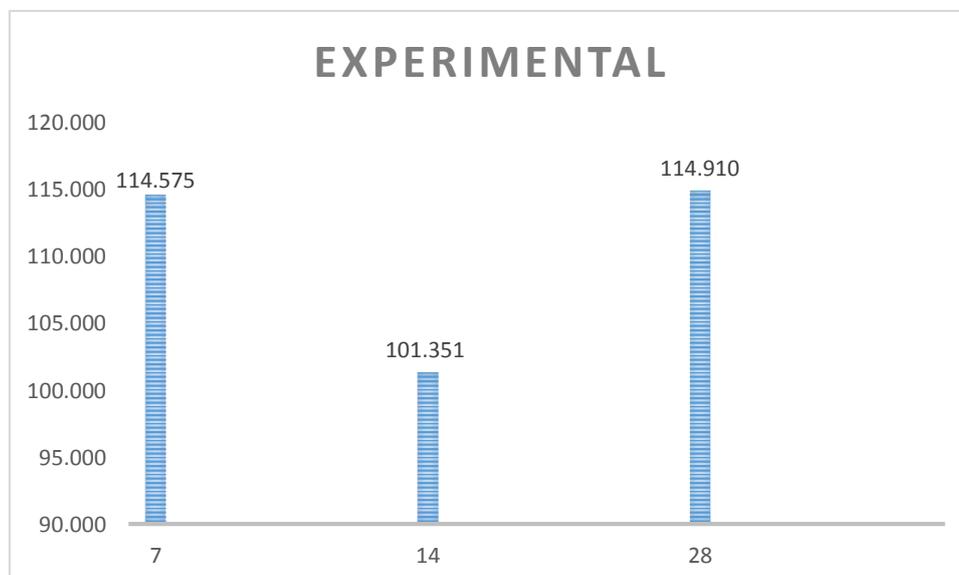


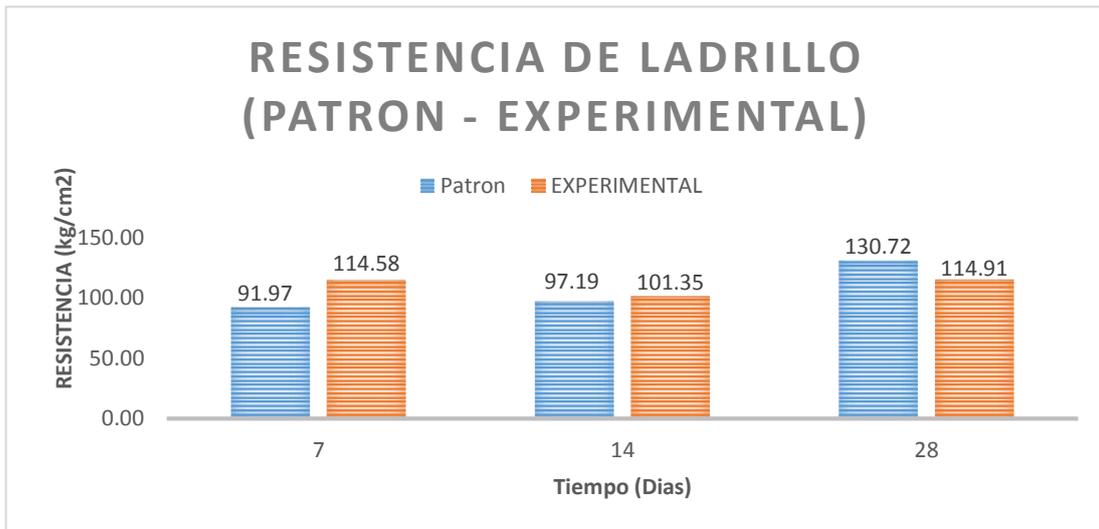
Grafico 6: Resistencia de ladrillo experimental curado sumergido

Interpretación:

En el grafico N°10 de resistencia que se realizó a los ladrillos experimentales de concreto, con 7, 14 y 28 días de curado y secado en sombra se obtuvo una resistencia promedio a la compresión de 114.575 kg/cm², 101.351 kg/cm² y 114.910 kg/cm² respectivamente. Por lo tanto, la resistencia obtenida según la dosificación no llega a cumplir con lo requerido debido a la variación de dichos resultados.

ANALISIS Y DISCUSIÓN

Grafico 7: comparación de resultado del ensayo de compresión de los ladrillos (patrón y experimental)



TIEMPO (DIAS)	7	14	28
PATRON	91.97 kg/cm ²	97.19 kg/cm ²	130.72 kg/cm ²
EXPERIMENTAL	114.58 kg/cm ²	101.35 kg/cm ²	114.91 kg/cm ²

Análisis:

El gráfico N° 7. Indica el resultado alcanzado en la resistencia a la compresión de las unidades de ladrillos (patrón), cumplen con lo recomendado por la norma E-070 Albañilería, del Reglamento Nacional de Edificaciones, el cual requiere como valor de resistencia $f'c = 130 \text{ kg/cm}^2$ para un ladrillo tipo IV; además, se observa que:

Las unidades de ladrillo patrón a los 7 días de curado cumplen con el 70% de la resistencia requerida de 130 kg/cm^2 llegando a una resistencia promedio de 91.97 kg/cm^2 .

Las unidades de ladrillos patrón curados a 14 días llegaron a cumplir con 97.19 kg/cm^2 . También observamos que los ladrillos curados a 28 días cumplen con lo requerido por la norma E-070 de 130 kg/cm^2 .

Observamos que las unidades de ladrillo de concreto experimentales curados a 7 días llegan a sobrepasar la resistencia requerida del 70% según establecido en la Norma E – 070. Mientras que a los 14 días de curado la resistencia cae en un 11.54% con respecto a los 7 días, esto se debe que la arcilla Illita no es la adecuada para la fabricación de ladrillos debido a su estructura cristalina de esta arcilla. Según (Dominguez & Schifter)

Podemos apreciar que a los 28 días de curado la resistencia retorna a su resistencia inicial con respecto a los 7 días de curado debido a la acción del calcio en las unidades de albañilería.

Se observa en la gráfica N°7, el resultado de la resistencia a la compresión del ladrillo de concreto, observamos que el secado y curado patrón tiene más efectividad, por el contrario, en el experimental la resistencia según la dosificación a los 7, 14 Y 28 días. No cumple con lo requerido existiendo mucha dispersión entre ellos.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos de la elaboración de los ladrillos de concreto, se arribaron a las siguientes conclusiones:

- La materia prima de la arcilla, al ser calcinada a temperatura de 560 °C por 2 horas, se pudo comprobar satisfactoriamente la trabajabilidad, luego de pasar la malla N° 200, y llegando a tener las mismas características químicas y de un cemento Portland.
- Se pudo comprobar que las muestras obtenidas de la arcilla y la concha de abanico de La Unión molido, al ser sometidos al ensayo del Espectrómetro de Fluorescencia de Rayos X, se verificó que tienen altos porcentajes de Oxido de Silicio (SiO₂) y Oxido de Calcio (CaO) con 48.85% y 84.86% respectivamente, concluyendo que estos porcentajes de cada propiedad son similares a las propiedades del cemento.
- La resistencia de los ladrillos (Patrón y Experimental) tienen una variación a favor del Ladrillo Patrón para los 07, 14 y 28 días de ensayo, pero podemos observar que la resistencia del experimental los primeros 7 días aumenta abruptamente y a los 14 días cae para luego a los 28 días regresar a su resistencia de 7 días.
- Según el grafico estadístico N°7, el curado sumergido en agua sobre las unidades de ladrillo, se comprobó que a los 7, 14 y 28 días la resistencia en el patrón cumple con lo requerido para el ladrillo mientras que para el experimental se observan variaciones en su resistencia.

RECOMENDACIONES

Para la presente investigación se recomienda:

- Se recomienda tener cuidado en la extracción de la arcilla en el proceso de lavado para evitar la presencia de cuarzo y limos en el proceso de la composición química de la arcilla.
- Se recomienda utilizar las cantidades necesarias establecidas por las normas MTC E110, MTC E 111 y ASTM D4318 para realizar los límites de Atterberg y obtener buenos resultados.
- Se recomienda trabajar con un tipo de arcilla Caolinita pues presenta mejor estructura cristalina favorable para la sustitución al cemento.
- Se recomienda seguir con las investigaciones de estas materias primas como la arcilla y la concha de abanico de manera independiente cada material para la elaboración de ladrillos y evaluar el comportamiento de cada una de ellas.
- El curado de ladrillo se debería realizar sumergido en agua potable ya que debido a las altas temperaturas el concreto pierde agua más rápidamente haciendo más complicado el control del curado.
- Para comprobar que el material que sigue ganando resistencia, se debe alargar las edades de curado en 60, 90 días.

AGRADECIMIENTOS

DEDICATORIA

Esta tesis la dedico con todo el amor y cariño a mis padres Jairo y Anita, hermanos Edinson, Jefferson, Eliana, Obed y toda mi familia que son el pilar fundamental en esta travesía de la vida, que me fortalecen día a día, con su apoyo incondicional y el consejo sabio y oportuno, a ellos dedico mi esfuerzo para lograr lo que hoy soy y ofrezco.

A mis amigos/as que con su cariño me dieron el valor y coraje para seguir por este camino lleno de dificultades.

A mis maestros que, con sus conocimientos, paciencia, ayuda oportuna y desinteresada contribuyeron a la finalización de este trabajo y a todos aquellos que son movidos por un gran amor a la vida y a la naturaleza, que están convencidos de que un mundo mejor es posible si se tienen los conocimientos para ayudar.

A todos ustedes dedico el producto de mi esfuerzo.

Flores Paz, Jhosmel Moises

AGRADECIMIENTO

A la Universidad San Pedro y a todos sus docentes que me impartieron todos sus conocimientos permitiendo así una formación integral en mí por eso mil gracias a ustedes mis maestros.

También quisiera hacer patente mi agradecimiento a los integrantes del Comité de Asesores, por las valiosas aportaciones que nos hicieron para mejorar la presente investigación.

A mi asesor el Ingeniero Miguel Solar Jara, quien me asesoro de una manera impecable en cada momento que lo requerí, mil gracias.

Asimismo, quisiera expresar mi agradecimiento a todas las personas quienes de alguna manera me brindaron su apoyo para realizar este proyecto; a los propietarios de los ambientes de trabajo, por proporcionarnos las facilidades necesarias para completar la investigación; a todos aquellos que nos acompañaron y con un granito de arena hicieron un inestimable aporte.

Y, desde luego llego al final de este proyecto gracias a Dios; al invaluable apoyo e inspiración que generaron mis padres, hermano y toda mi familia; a mis amigos, a quienes siempre tengo presente, a mis maestros y a quienes siempre me han enseñado algo.

A todos, mi mayor reconocimiento y gratitud.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Bibliografía

- Andrade, F. A., Al-Qureshi, H., & Hotza, D. (2011). Medición de la plasticidad de las arcillas: una revisión. *Applied Clay Science*, 1-7.
- Angelone, S. (2007). Tipos de Suelos: Arcillas. En S. Angelone, *Geología y Geotecnia* (págs. 8-19).
- Bordón, E. (23 de Agosto de 2011). *ABC Cardial*. Obtenido de ABC Cardial: <http://www.abc.com.py/edicion-impres/suplementos/escolar/la-arcilla-sus-caracteristicas-299061.html>
- Castellano, P. (2015). *Metodo de analisis termico*. Rosario.
- Cruzado, C., Perez , J., Chuquillin, J., Cubas , A., Chavez, A., & Merino, S. (2014). Proporcionalidad de agregados en la fabricacion de un ladrillo de concreto. 32-37.
- D4318, A. (2000). *Metodos estandar de ensayos para Limite Liquido, Limite PLastico y el Indice de Plasticidad de los suelos*.
- Dominguez, M. J., & Schifter, I. (1995). *LAS ARCILLAS: EL BARRO NOBLE*. Mexico: LA ciencia para todos. Obtenido de La ciencia para todos.
- Flores, Y., & Mazza, S. (2014). "UTILIZACIÓN DE RESIDUOS DE CONCHAS DE ABANICO COMO MEJORAMIENTO EN LAS PROPIEDADES RESISTENTES DEL CONCRETO".
- Garces Aguilar, R. H., & Garces Aguilar, W. N. (2017). Caracterizacion de las arcillas del norte del Cauca, Colombi enclave para la optimizacion del proceso productivo de la industria ladrillera. *Journal de Ciencia e Ingenieria*, 34-41.
- Garcia, V. A. (1984). *ORIGEN Y COMPOSICIÓN DE LAS ARCILLAS CERAMICAS*. Madrid.
- Hassler , Y. (s.f.). *Limites de Atterberg*.

- Julian, e. a. (2015). "RESISTENCIA DE NUEVOS MATERIALES PARA SUSTITUIR EL CEMENTO EN CONCRETO".
- Mas, J., & Kirschbaum, C. (2010). Ensayos de resistencia a la compresión de bloques de suelo cemento. *Informes de la Construcción*, 43-48.
- MORALES, E. M. (2013). *EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DE LOS BLOQUES DE CONCRETO DE TRES BLOQUETERAS DE PUERTO MALDONADO -MADRE DE DIOS*. Lima.
- NORMA-E.070. (s.f.). *ALBAÑILERIA*. MINISTERIO DE VIVIENDA.
- NTP_400.021_2002. (s.f.). *AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso*. MINISTERIO DE VIVIENDA, Lima.
- NTP-331-017-1978. (s.f.). *UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Ladrillos de arcilla usados en albanileria Requisitos*. MINISTERIO DE VIVIENDA.
- NTP-339.088. (s.f.). *REQUISITOS DE CALIDAD DEL AGUA PARA EL CONCRETO*. MINISTERIO DE VIVIENDA, Lima.
- NTP-399.613. (s.f.). *UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Metodo de muestreo y ensayos de ladrillos de arcilla usados en albañileria*. MINISTERIO DE VIVIENDA.
- NTP-400.012. (s.f.). *AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado*. MINISTERIO DE VIVIENDA, Lima.
- NTP-400.022-2013. (s.f.). *Agregados metodo peso especifico y absorcion del agregado fino*. MINISTERIO DE VIVIENDA, Lima.
- NTP-400.037. (s.f.). *Agregados-especificaciones-para-agregados-en-concreto*. MINISTERIO DE VIVIENDA, Lima.
- NTP-400.037-2008. (s.f.). *AGREGADOS. Definición y clasificación de agregados*. MINISTERIO DE VIVIENDA, Lima.

- NTP-400-017-2011. (s.f.). *Agregados Metodo de Ensayo Para Determinar El Peso Unitario Del Agregado*. MINISTERIO DE VIVIENDA, Lima.
- Osorio, S. (25 de 11 de 2010). *Apuntes de Geotecnia con Enfasis en Laderas*. Obtenido de Apuntes de Geotecnia con Enfasis en Laderas: <http://geotecnia-sor.blogspot.com/2010/11/plasticidad-del-suelo-limites-de.html>
- Penedo Pereira, L. (2018). Caracterización de las arcillas de la mina San Jose, Oruro, Bolivia para fines comerciales. (*Grado de Ingenieria de Recursos Energeticos y Mineros*). Universidad Politecnica de Catalunya, Menresa.
- Pérez, J. (s.f.). *Análisis termogravimétrico*. Universidad Politécnica de Cartagena, Cartagena.
- Suárez Barrios, M., & García Romero, E. (s.f.). *LAS ARCILLAS: PROPIEDADES Y USOS*. Universidad Complutense (Madrid), Universidad de Salamanca, Madrid, Colombia.
- Taylor Lange, S. C., Lamon, E. L., Rading, K. A., & Juenger, M. C. (2015). Calcined kaolinite-bentonite clay blends as supplementary cementitious materials. *Applied Clay Science*, 84-93.
- Vasquez, J. (2016). Resistencia en concreto con cemento sustituido al 3% por arcilla activada de Yacya - Huari. (*tesis de Bachiller*). Universidd San pedro, Chimbote.

APENDICES Y ANEXOS

ANEXO 1

PANEL FOTOGRAFICO

Resultados de los ensayos a la compresión a 7 días. (Patrón)



Sample Failed

Sample Peak Load	26780
Sample Stress	1364
Pace Rate	50
Sample Density	0.000

23/04/19 18:48:07



Sample Failed

Sample Peak Load	30930
Sample Stress	1576
Pace Rate	50
Sample Density	0.000

23/04/19 18:55:47



Sample Failed

Sample Peak Load	25730
Sample Stress	1310
Pace Rate	50
Sample Density	0.000

23/04/19 18:46:29



Sample Failed

Sample Peak Load	24610
Sample Stress	1254
Pace Rate	50
Sample Density	0.000

23/04/19 18:52:47



Sample Failed

Sample Peak Load	29440
Sample Stress	1350
Pace Rate	50
Sample Density	0.000

23/04/19 18:46:29

Resultados de los ensayos a la compresión a 7 días. (Experimental)



Resultados de los ensayos a la compresión a 14 días. (Patrón)

Sample Failed
Sample Peak Load 21640
Sample Stress 1102
Pace Rate 50
Sample Density 0.000
02/04/19 12:27:19

Sample Failed
Sample Peak Load 29000
Sample Stress 1477
Pace Rate 50
Sample Density 0.000
02/04/19 12:32:28

Sample Failed
Sample Peak Load 31520
Sample Stress 1605
Pace Rate 50
Sample Density 0.000
02/04/19 12:43:02

Sample Failed
Sample Peak Load 44550
Sample Stress 2269
Pace Rate 50
Sample Density 0.000
02/04/19 12:35:19

Resultados de los ensayos a la compresión a 14 días. (Experimental)

Sample Failed

Sample Peak Load	39260
Sample Stress	2000
Face Rate	50
Sample Density	0.000

11/04/19 12:24:17

Sample Failed

Sample Peak Load	33280
Sample Stress	1695
Face Rate	50
Sample Density	0.000

11/04/19 12:26:12

Sample Failed

Sample Peak Load	32110
Sample Stress	1635
Face Rate	50
Sample Density	0.000

11/04/19 12:28:42

Resultados de los ensayos a la compresión a 28 días. (Patrón)

Sample Failed
Sample Peak Load 44580
Sample Stress 2270
Pace Rate 50
Sample Density 0.000
11/04/19 12:18:53

Sample Failed
Sample Peak Load 31510
Sample Stress 1605
Pace Rate 50
Sample Density 0.000
11/04/19 12:22:20

Sample Failed
Sample Peak Load 37200
Sample Stress 1895
Pace Rate 50
Sample Density 0.000
11/04/19 12:17:13

Sample Failed
Sample Peak Load 31390
Sample Stress 1599
Pace Rate 50
Sample Density 0.000
11/04/19 12:15:17

Sample Failed
Sample Peak Load 50730
Sample Stress 2584
Pace Rate 50
Sample Density 0.000
11/04/19 12:21:23

Resultados de los ensayos a la compresión a 28 días. (Experimental)

Sample failed

Sample Peak Load	29630
Sample Stress	1509
Face Rate	50
Sample Density	0.000

23/04/19 18:58:26

Sample failed

Sample Peak Load	33700
Sample Stress	1971
Face Rate	50
Sample Density	0.000

23/04/19 18:57:00

Sample failed

Sample Peak Load	29910
Sample Stress	1524
Face Rate	50
Sample Density	0.000

23/04/19 18:54:22

Sample failed

Sample Peak Load	36910
Sample Stress	1880
Face Rate	50
Sample Density	0.000

23/04/19 18:49:48

ANEXO 2

RESULTADOS DE LABORATORIOS

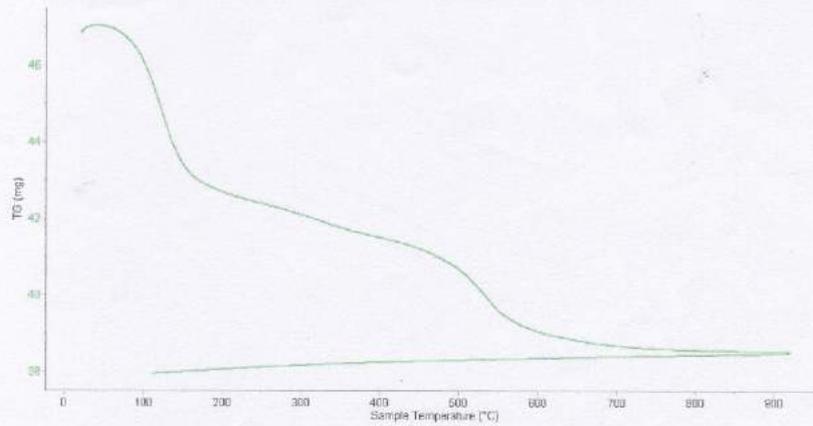


Trujillo, 31 de Octubre del 2018

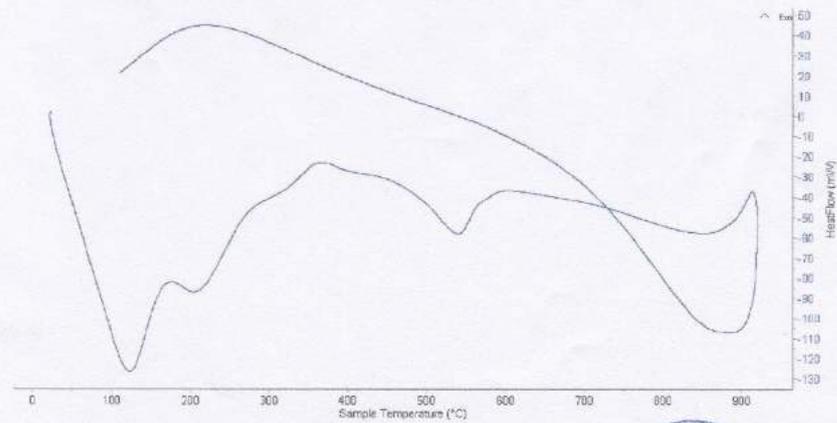
INFORME N° 95 - OCT 18

4. Resultados:

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



II- Curva Calorimétrica DSC





Trujillo, 31 de Octubre del 2018

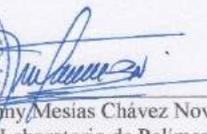
INFORME N° 95 - OCT 18

5. CONCLUSION:

1. Según el análisis Termo gravimétrico se muestra un importante descenso como consecuencia de su pérdida de masa frente a la temperatura, en el rango entre 70 y 140°C esto por causa de eliminación de humedad. Posteriormente se evidencia otra pérdida de masa, aunque más leve, entre 470 y 560°C, luego el descenso es imperceptible hasta llegar a perder un total de aproximadamente 18% de su masa inicial en el rango de temperatura estudiado.
2. De acuerdo al análisis calorimétrico, la curva muestra un pico endotérmico a aproximadamente a 120 y una región endotérmica en torno a 210°C. Posteriormente experimenta un pico endotérmico a 540°C aproximadamente lo que indicaría un posible cambio de fase y cambio en las propiedades del material.

Trujillo, 31 de octubre del 2018




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



Trujillo, 31 de Octubre del 2018

INFORME N° 95 - OCT 18

Solicitante: Flores Paz Jhosmel Moisés. – Universidad San Pedro

RUC/DNI:

Supervisor:

1. MUESTRA: Arcilla (1 gr)

N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	A-950	47.8 mg

2. ENSAYOS A APLICAR

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

3. EQUIPO EMPLEADO Y CONDICIONES

- Analizador Térmico simultáneo TG_DTA_DSC Cap. Máx.: 1600°C SetSys_Evolution, cumple con normas ASTM ISO 11357, ASTM E967, ASTM E968, ASTM E793, ASTM D3895, ASTM D3417, ASTM D3418, DIN 51004, DIN 51007, DIN 53765.
- Tasa de calentamiento: 20 °C/min
- Gas de Trabajo - Flujo: Nitrógeno, 10 ml/min
- Rango de Trabajo: 25 – 900 °C.
- Masa de muestra analizada: 47.8 mg.

Jefe de Laboratorio: Ing. Danny Chávez Novoa

Analista responsable: Ing. Danny Chávez Novoa





Trujillo, 31 de Octubre del 2018

INFORME N° 96 - OCT-18

Solicitante: Flores Paz Jhosmel – Universidad San Pedro

RUC/DNI:

Supervisor:

1. MUESTRA: Concha de abanico (1. gr)

N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	CA-96O	35 mg

2. ENSAYOS A APLICAR

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

3. EQUIPO EMPLEADO Y CONDICIONES

- Analizador Térmico simultáneo TG_DTA_DSC Cap. Máx.: 1600°C SetSys_Evolution, cumple con normas ASTM ISO 11357, ASTM E967, ASTM E968, ASTM E793, ASTM D3895, ASTM D3417, ASTM D3418, DIN 51004, DIN 51007, DIN 53765.
- Tasa de calentamiento: 20 °C/min
- Gas de Trabajo - Flujo: Nitrógeno, 10 ml/min
- Rango de Trabajo: 25 – 900 °C.
- Masa de muestra analizada: 35 mg.

Jefe de Laboratorio:

Ing. Danny Chávez Novoa

Analista responsable:

Ing. Danny Chávez Novoa





Trujillo, 31 de Octubre del 2018

INFORME N° 96 - OCT-18

5. CONCLUSION:

1. Según el análisis Termo gravimétrico se muestra una muy leve caída del material, indicando buena estabilidad térmica del material hasta alcanzar los 700°C, temperatura en la cual marca el inicio para la descomposición acelerada y la pérdida de material hasta caer bruscamente hasta la temperatura de ensayo máxima, y se evidencia una pérdida total de aproximadamente 43% de su masa inicial.
2. De acuerdo al análisis calorimétrico, se puede mostrar dos ligeras bandas endotérmicas, la primera a 110, y la otra a 210 ° C y posteriormente se muestra un intenso pico de absorción térmica a 900°C que es una temperatura de cambio estructural y de las características en el material.

Trujillo, 31 de Octubre del 2018



Danny Mestas Chávez Novoa
U N° Danny Mestas Chávez Novoa
Jefe de Laboratorio de Polímeros
Departamento Ingeniería de Materiales - UNT

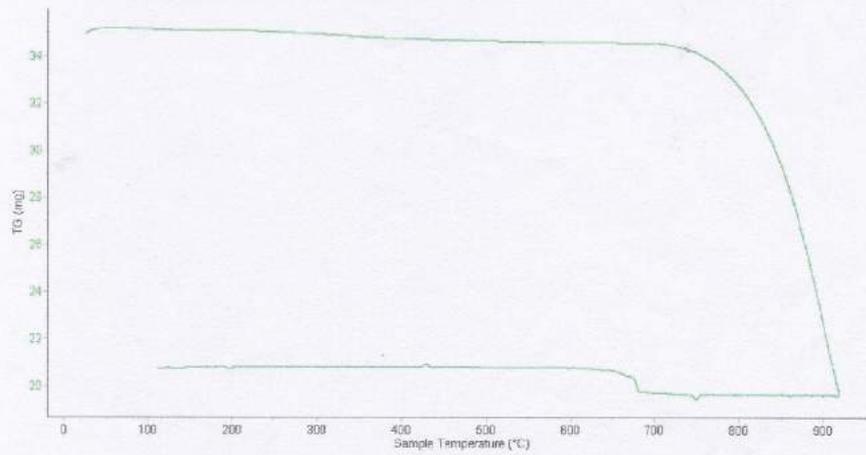


Trujillo, 31 de Octubre del 2018

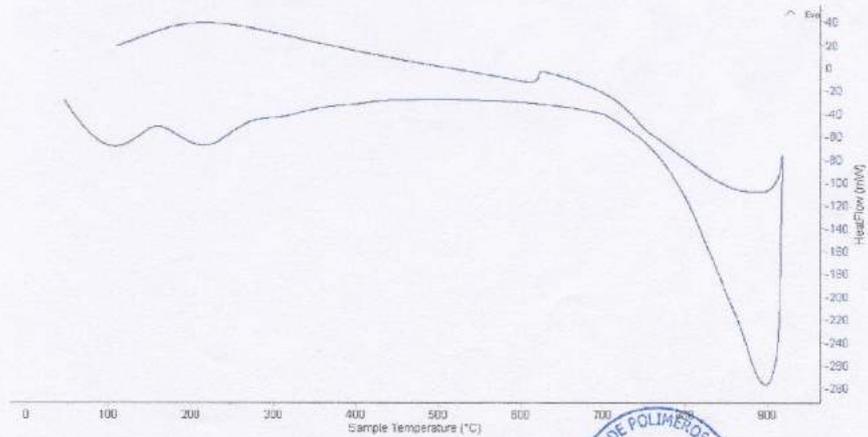
INFORME N° 96 - OCT-18

4. Resultados:

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



II- Curva Calorimétrica DSC



Fluorescencia de Rayos X Arcilla de La Union, Pataz – La Libertad



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

Laboratorio de Arqueometría

Informe N°207-LAQ/2018

Análisis de arcilla calcinada por FRXDE

Introducción.

Se analizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) una muestra de arcilla calcinada a pedido del Sr. Flores Paz, Jhosmel Moisés, alumno de la Universidad San Pedro, sede Chimbote, y como parte de su proyecto de tesis titulada:

Resistencia a la Compresión de Ladrillo de Concreto con Sustitución del Cemento por una Combinación de Concha de Abanico en 3% y Arcilla de la Unión 6%.”

La muestra fue calcinada a 650°C y está en forma de grano fino de color ladrillo; proviene de la localidad de La Unión, Pataz.

Arreglo experimental.

Se utilizó un espectrómetro de FRXDE marca Amptek con ánodo de oro que operó a un voltaje de 30 kV y una corriente de 15 μ A. Los espectros se acumularon durante un intervalo neto de 300 s utilizando 2048 canales, con ángulos de incidencia y salida de alrededor de 45°; distancia muestra a fuente de rayos-X de 4 cm y distancia de muestra a detector de 2 cm aprox. La tasa de conteo, la cual depende de la geometría del arreglo experimental y de la composición elemental de la muestra, fue de alrededor de 6865 cts/s. La a

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

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



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

formar en un proceso de calcinación. La suma en términos de contenido de óxidos es menor que 100%. Es probable que la muestra esté constituida en parte por compuestos de Na y Mg que esta técnica no puede detectar y/o diferentes de óxidos y/o hay una deficiencia en la calibración del instrumento. Para mayores detalles sobre la composición estructural de la muestra se sugiere hacer un análisis por difracción de rayos-X.

Tabla I. Composición elemental de la arcilla calcinada de La Unión en % de masa.

Óxido	Concentración % masa	Normalizado al 100%
Al ₂ O ₃	20.683	23.685
SiO ₂	51.388	48.847
K ₂ O	2.539	2.908
CaO	0.304	0.348
TiO ₂	1.097	1.257
V ₂ O ₅	0.025	0.028
Cr ₂ O ₃	0.012	0.018
MnO	0.016	0.019
Fe ₂ O ₃	10.976	12.569
Ni ₂ O ₃	0.013	0.015
CuO	0.024	0.027
Ga ₂ O ₃	0.015	0.017
ZnO	0.024	0.027
As ₂ O ₃	0.010	0.011
SrO	0.006	0.007
Y ₂ O ₃	0.003	0.004
ZrO ₂	0.033	0.037
BaO	0.089	0.101
Total	87.325	100.00



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

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

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

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

Resultados.

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

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



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

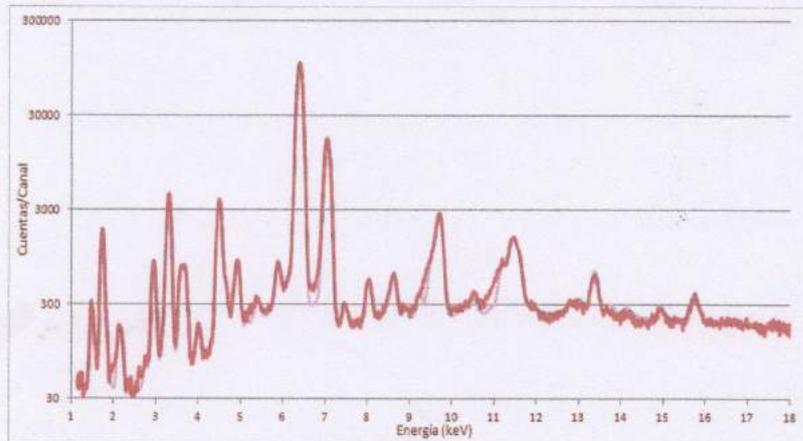


Figura 1. Espectro de FRXDE de arcilla calcinada de La Unión en escala semi logarítmica. Incluye el pico de Ar del aire y los picos de rayos-X de Au dispersados por la muestra. La curva en azul muestra el espectro simulado

Investigador Responsable:

Dr. Jorge A. Bravo Cabrejos
Laboratorio de Arqueometría

Lima, 17 de diciembre del 2018

Fluorescencia de Rayos X Concha de Abanico calcinada a 900°



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

Laboratorio de Archeometría

Informe N°208-LAQ/2018

Análisis de concha de abanico por FRXDE

Introducción.

Se analizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) una muestra de concha de abanico a pedido del Sr. **Flores Paz, Jhosmel Moisés**, alumno de la Universidad San Pedro, sede Chimbote, y como parte de su proyecto de tesis titulada:

“Resistencia a la Compresión de Ladrillo de Concreto con Sustitución del Cemento por una Combinación de Concha de Abanico en 3% y Arcilla de la Unión 6%.”

La muestra está en forma de grano fino de color blanco.

Arreglo experimental.

Se utilizó un espectrómetro de FRXDE marca Amptek con ánodo de oro que operó a un voltaje de 30 kV y una corriente de 10 μ A. Los espectros se acumularon durante un intervalo neto de 300 s utilizando 2048 canales, con ángulos de incidencia y salida de alrededor de 45°; distancia muestra a fuente de rayos-X de 4 cm y distancia de muestra a detector de 2 cm aprox. La tasa de conteo, la cual depende de la geometría del arreglo experimental y de la composición elemental de la muestra, fue de alrededor de 47280 cts/s.

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

Laboratorio de Arqueometría

componente continua que es consecuencia de la dispersión por la muestra de los rayos-X de la componente continua de la fuente, un espectro discreto producido por la dispersión en la muestra de los rayos-X característicos de oro de la fuente, y el espectro discreto de los rayos-X característicos emitidos por la muestra de acuerdo a los elementos que contiene..

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

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

Resultados.

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

La Tabla 1 muestra los resultados del análisis elemental de esta muestra. Las concentraciones están dadas en % de la masa total en términos de los óxidos más estables que se pueden formar en un proceso de calcinación. La suma en términos de contenido de óxidos es menor



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

que 100%. Es probable que la muestra esté constituida en parte por compuestos de Na y Mg que esta técnica no puede detectar y/o diferentes de óxidos y/o hay una deficiencia en la calibración del instrumento. Para mayores detalles sobre la composición estructural de la muestra se sugiere hacer un análisis por difracción de rayos-X.

Tabla 1. Composición elemental de polvo de concha de abanico en % de masa.

Óxido	Concentración % masa	Normalizado al 100%
Al ₂ O ₃	11.156	12.735
P ₂ O ₃	1.334	1.523
SO ₂	0.473	0.540
K ₂ O	0.038	0.044
CaO	74.333	84.860
TiO ₂	0.009	0.010
Cr ₂ O ₃	0.003	0.004
Fe ₂ O ₃	0.020	0.023
Ni ₂ O ₃	0.006	0.006
CuO	0.005	0.006
ZnO	0.007	0.008
As ₂ O ₃	0.008	0.009
SrO	0.130	0.148
ZrO ₂	0.006	0.007
In ₂ O ₃	0.052	0.060
CdO	0.016	0.018
Total	87.595	100.00



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

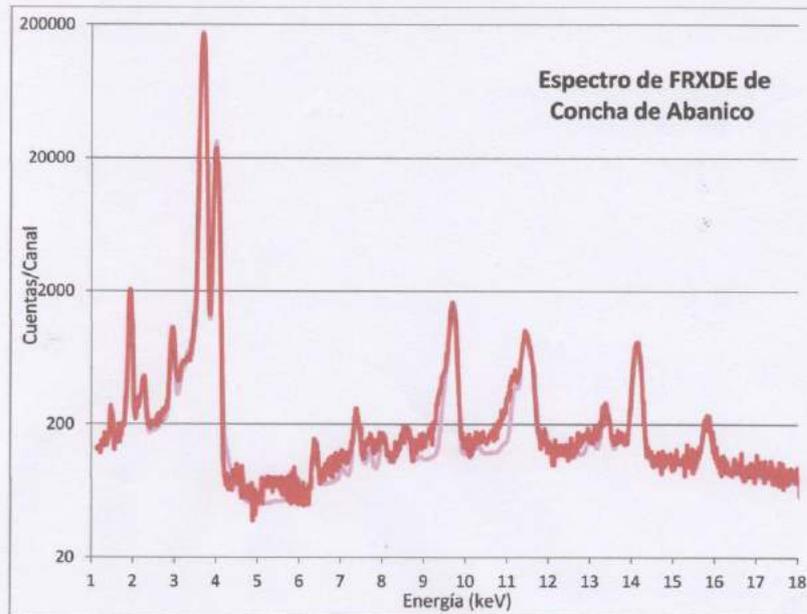


Figura 1. Espectro de FRXDE de concha de abanico en escala semi logarítmica. Incluye el pico de Ar del aire y los picos de rayos-X de Au dispersados por la muestra. La curva en azul muestra el espectro simulado

Investigador Responsable:

Dr. Jorge A. Bravo Cabrejos
Laboratorio de Arqueometría



Lima, 17 de diciembre del 2018

Fluorescencia de Rayos X de concha de abanico calcinada a cielo abierto



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

Laboratorio de Arqueometría

Informe N°204-LAQ/2018

Análisis de concha de abanico calcinada por FRXDE

Introducción.

Se analizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) una muestra de concha de abanico calcinada a pedido del Sr. **Flores Paz, Jhosmel Moisés**, alumno de la Universidad San Pedro, sede Chimbote, y como parte de su proyecto de tesis titulada:

“Resistencia a la Compresión de Ladrillo de Concreto con Sustitución del Cemento por una Combinación de Concha de Abanico en 3% y Arcilla de la Unión 6%.”

La muestra fue previamente calcinada en cielo abierto y está en forma de polvo fino de color blanco.

Arreglo experimental.

Se utilizó un espectrómetro de FRXDE marca Amptek con ánodo de oro que operó a un voltaje de 30 kV y una corriente de 10 μ A. Los espectros se acumularon durante un intervalo neto de 300 s utilizando 2048 canales, con ángulos de incidencia y salida de alrededor de 45°; distancia muestra a fuente de rayos-X de 4 cm y distancia de muestra a detector de 2 cm aprox. La tasa de conteo, la cual depende de la geometría del arreglo experimental y de la composición elemental de la muestra, fue de alrededor de 7910 cts/s.

Esta técnica de FRXDE permite detectar la presencia de elementos químicos de número atómico Z igual y mayor que 13 mediante la detección de los rayos-X característicos que emiten los átomos. Las energías de estos rayos-X característicos aumentan con el valor de Z y pueden ser detectados siempre y cuando posean suficiente energía para poder penetrar la ventana del detector. Por esta limitación los picos de Na (Z=11) y Mg (Z=12) no pueden ser registrados en el espectro.

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



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

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

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

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

Resultados.

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

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



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

formar en el proceso de calcinación. La suma en términos de contenido de óxidos es ligeramente mayor que 100%. Es probable que la muestra esté constituida en parte por compuestos diferentes de óxidos y/o hay una deficiencia en la calibración del instrumento. Para mayores detalles sobre la composición estructural de la muestra se sugiere hacer un análisis por difracción de rayos-X.

Tabla 1. Composición elemental de concha de abanico calcinada en % de masa.

Óxido	Concentración % masa	Normalizado al 100%
Al ₂ O ₃	10.073	9.646
SiO ₂	0.086	0.083
SO ₂	0.112	0.108
ClO ₂	0.190	0.182
K ₂ O	0.065	0.062
CaO	93.419	89.457
Fe ₂ O ₃	0.016	0.015
CuO	0.005	0.005
ZnO	0.003	0.003
SrO	0.169	0.161
ZrO	0.002	0.002
CdO	0.172	0.165
In ₂ O ₃	0.111	0.106
Total	104.429	100.00



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

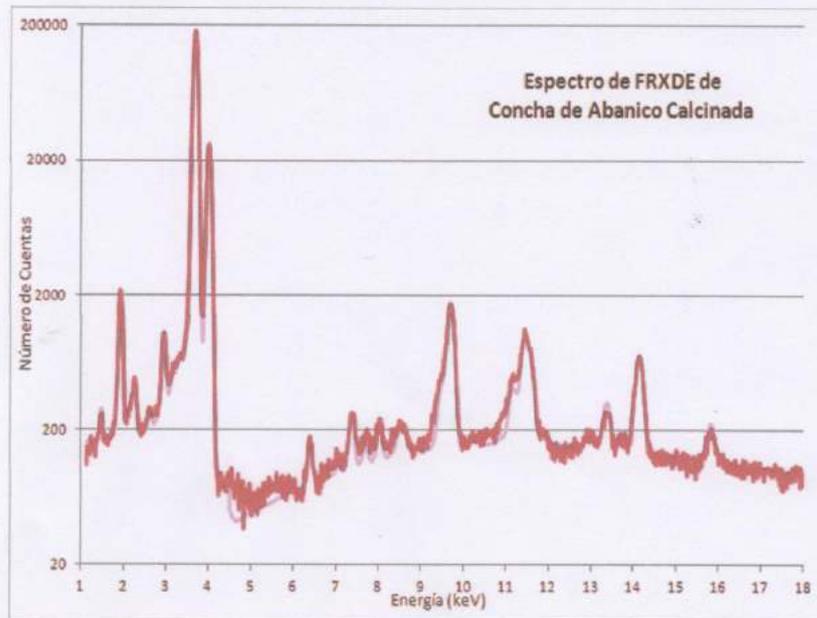


Figura 1. Espectro de FRXDE de concha de abanico calcinada en escala semi logarítmica. Incluye el pico de Ar del aire y los picos de rayos-X de Au dispersados por la muestra. La curva en azul muestra el espectro simulado

Investigador Responsable:

Dr. Jorge A. Bravo Cabrejos

Laboratorio de Arqueometría

Lima, 17 de diciembre del 2018



DISEÑO DE MEZCLA



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

DISEÑO DE MEZCLA

SOLICITA : BACH. FLORES PAZ JHOSMEL MOISES
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LADRILLO DE CONCRETO CON SUSTITUCION POR UNA
COMBINACION DE CONCHA DE ABANICO EN 3% Y ARCILLA DE LA UNION EN 6%
LUGAR : CHIMBOTE - PROV. DEL SANTA - ANCASH
FECHA : 09/05/2019

ESPECIFICACIONES

- La selección de las proporciones se hará empleando el metodo del ACI
- La resistencia en compresión de diseño especificada es de 130 kg/cm², a los 28 días.

MATERIALES

A.- Cemento :

- Tipo I "Pacasmayo"
- Peso especifico 3.10

B.- Agua :

- Potable, de la zona.

C.- Agregado Fino :

CANTERA : VESIQUE

- Peso especifico de masa 2.73
- Peso unitario suelto 1504 kg/m³
- Peso unitario compactado 1720 kg/m³
- Contenido de humedad 2.03 %
- Absorción 0.67 %
- Módulo de fineza 2.74

D.- Agregado grueso

CANTERA : RUBEN

- Piedra, perfil angular N° 4
- Tamaño Máximo Nominal 2.77
- Peso especifico de masa 1411 kg/m³
- Peso unitario suelto 1462 kg/m³
- Contenido de humedad 0.63 %
- Absorción 0.76 %


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
LAB. MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
Mg. Miguel Sotol Jara
J.B.F.E.

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote
Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762
Email: lmsyem@usanpedro.edu.pe



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 N° 4, el volumen unitario de agua es de 215 lt/m³.

RELACIÓN AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua - cemento de 0.840

FACTOR DE CEMENTO

F.C. : $215 / 0.840 = 255.95 \text{ kg/m}^3 = 6.02 \text{ bolsas / m}^3$

VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS

Cemento.....	255.952	kg/m3
Agua efectiva.....	198.146	lts/m3
Agregado fino.....	1318.518	kg/m3
Agregado grueso.....	529.621	kg/m3

PROPORCIONES EN PESO

$$\frac{255.95}{255.95} : \frac{1318.518}{255.95} : \frac{529.62}{255.95}$$

$$1 : 5.15 : 2.07 : 32.90 \text{ lts / bolsa}$$

PROPORCIONES EN VOLUMEN

$$1 : 5.04 : 2.19 : 32.90 \text{ lts / bolsa}$$

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



DISEÑO DE MEZCLA
(9% SUSTITUCION DEL CEMENTO)

SOLICITA : BACH. FLORES PAZ JHOSMEL MOISES
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LADRILLO DE CONCRETO CON SUSTITUCION POR LINA
COMBINACION DE CONCHA DE ABANICO EN 3% Y ARCILLA DE LA UNION EN 6%
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
FECHA : 09/05/2019

ESPECIFICACIONES

- La selección de las proporciones se hará empleando el metodo del ACI
- La resistencia en compresión de diseño promed 130 kg/cm², a los 28 días.

MATERIALES

A.- Cemento :

- Tipo I "Pacasmayo"
- Peso específico 3.10

B.- Agua :

- Potable, de la zona.

C.-Agregado Fino :

CANTERA : VESIQUE

- Peso específico de masa 2.73
- Peso unitario suelto 1504 kg/m³
- Peso unitario compactado 1720 kg/m³
- Contenido de humedad 2.03 %
- Absorción 0.67 %
- Módulo de fineza 2.74

D.- Agregado grueso

CANTERA : RUBEN

- Piedra, perfil angular N° 4
- Tamaño Máximo Nominal 2.77
- Peso específico de masa 1411 kg/m³
- Peso unitario suelto 1462 kg/m³
- Contenido de humedad 0.63 %
- Absorción 0.76 %


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
Lic. Mecánica, Suelos y Ensayo de Materiales
Mg. Miguel Solar Jara
C.E.P.E.



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 N° 4, el volumen unitario de agua es de 215 lt/m³.

RELACIÓN AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua - cemento de 0.840

VOLUMENES ABSOLUTOS

Cemento.....	(m³)	0.076
9% CA+ARCILLA.....	(m³)	0.007
Agua efectiva.....	(m³)	0.215
Agregado fino.....	(m³)	0.473
Agregado grueso.....	(m³)	0.190
Aire.....	(m³)	0.040
		<u>1.000</u> m³

PESOS SECOS

Cemento.....	232.92	kg/m3
9% CA+ARCILLA.....	23.036	kg/m3
Agua efectiva.....	215.00	lts/m3
Agregado fino.....	1292.34	kg/m3
Agregado grueso.....	526.30	kg/m3

PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento.....	232.92	kg/m3
9% CA+ARCILLA.....	23.036	kg/m3
Agua efectiva.....	198.15	lts/m3
Agregado fino.....	1318.52	kg/m3
Agregado grueso.....	529.62	kg/m3

PROPORCIONES EN VOLUMEN

$$\frac{232.92}{232.92} : \frac{23.036}{232.92} : \frac{1318.52}{232.92} : \frac{529.62}{232.92}$$

$$1 : 0.1 : 5.66 : 2.27 \quad 32.90 \text{ lts / bolsa}$$





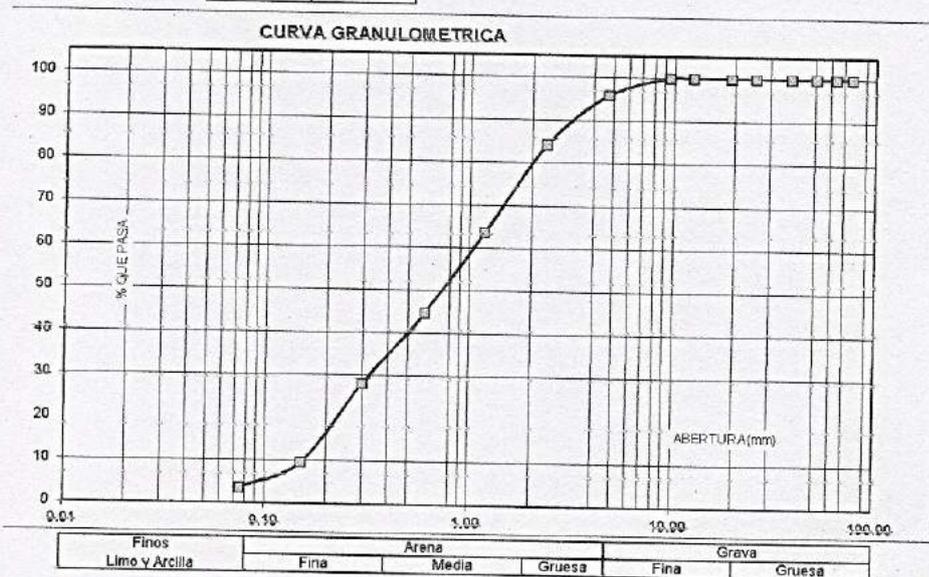
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO
(ASTM C 136-06)

SOLICITA : BACH. FLORES PAZ JHOSMEL MOISES
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LADRILLO DE CONCRETO CON SUSTITUCION POR UNA
 COMBINACION DE CONCHA DE ABANICO EN 3% Y ARCILLA DE LA UNION EN 6%
 LUGAR : CHIMBOTE - PROV. DEL SANTA - ANCASH
 CANTERA : VESIQUE
 MATERIAL : ARENA GRUESA
 FECHA : 09/05/2019

TAMIZ		Peso retenido	% ret. Parcial	% ret. Acumu.	% Que pasa
N°	Abert. (mm)	(gr.)	(%)	(%)	(gr.)
3"	76.20	0.0	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	63.50	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.80	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.40	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.10	0.0	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.50	0.0	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.52	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 4	4.76	38.0	4.1	4.1	95.9
N° 8	2.36	110.0	11.7	15.8	84.2
N° 16	1.18	192.0	20.5	36.3	63.7
N° 30	0.60	179.0	19.1	55.4	44.6
N° 50	0.30	153.0	16.3	71.7	28.3
N° 100	0.15	174.0	18.6	90.3	9.7
N° 200	0.08	56.5	6.0	96.3	3.7
PLATO	ASTM C-117-04	34.5	3.7	100.0	0.0
TOTAL		937.0	100.0		

PROPIEDADES FISICAS	
Módulo de Fineza	2.74

OBSERVACIONES
 La Muestra tomada identificada por el solicitante.



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



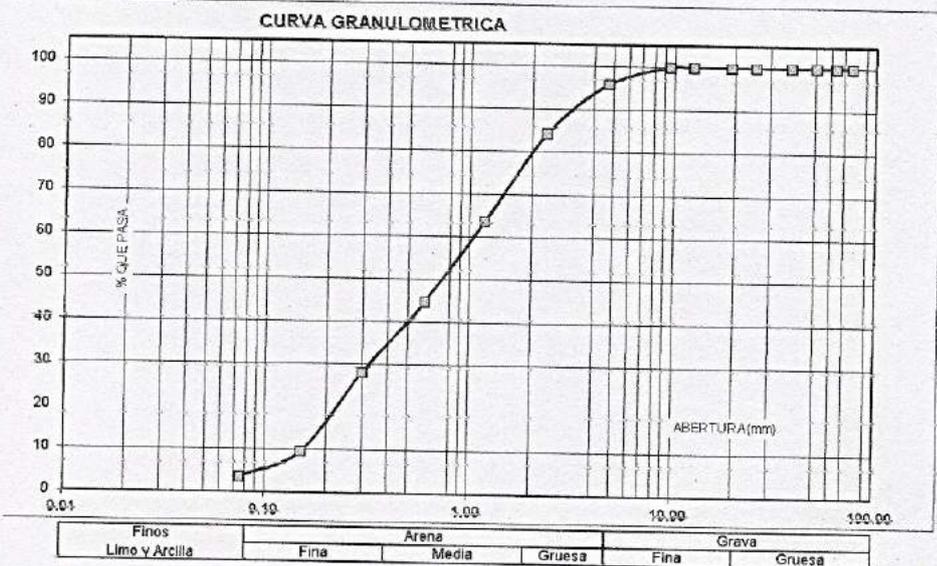
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO
(ASTM C 136-06)

SOLICITA : BACH. FLORES PAZ JHOSMEL MOISES
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LADRILLO DE CONCRETO CON SUSTITUCION POR UNA
 COMBINACION DE CONCHA DE ABANICO EN 3% Y ARCILLA DE LA UNION EN 6%
 LUGAR : CHIMBOTE - PROV. DEL SANTA - ANCASH
 CANTERA : VESIQUE
 MATERIAL : ARENA GRUESA
 FECHA : 09/05/2019

TAMIZ	Abert.(mm)	Peso retenido (gr.)	% ret. Parcial (%)	% ret. Acumu. (%)	% Que pasa (gr.)
N° 3"	76.20	0.0	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	63.50	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.80	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.40	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.10	0.0	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.50	0.0	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.52	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 4	4.76	38.0	4.1	4.1	95.9
N° 8	2.36	110.0	11.7	15.8	84.2
N° 16	1.18	192.0	20.5	36.3	63.7
N° 30	0.60	179.0	19.1	55.4	44.6
N° 50	0.30	153.0	16.3	71.7	28.3
N° 100	0.15	174.0	18.6	90.3	9.7
N° 200	0.08	56.5	6.0	96.3	3.7
PLATO ASTM C-117-04		34.5	3.7	100.0	0.0
TOTAL		937.0	100.0		

PROPIEDADES FISICAS	
Módulo de Fineza	2.74

OBSERVACIONES
 La Muestra tomada identificada por el solicitante.



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



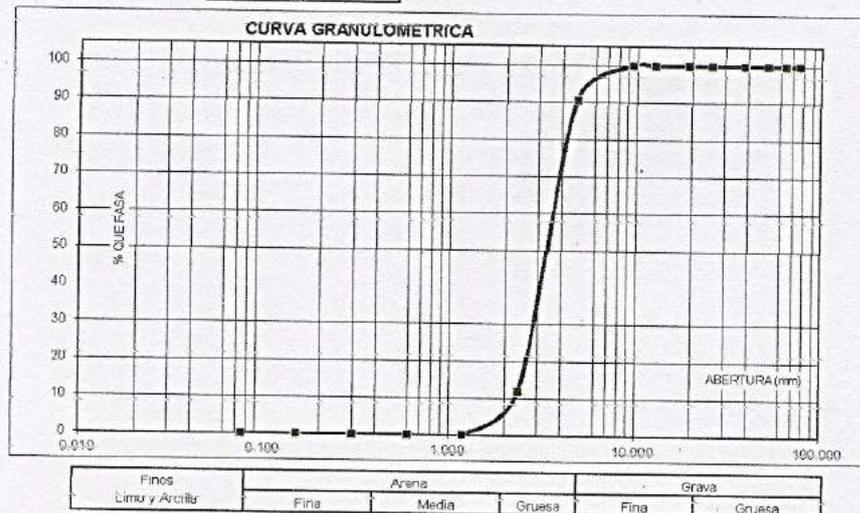
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO GRUESO
(ASTM C 136-06)

SOLICITA : BACH. FLORES PAZ JHOSMEL MOÍSES
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LADRILLO DE CONCRETO CON SUSTITUCIÓN POR UNA
 COMBINACIÓN DE CONCHA DE ABANICO EN 3% Y ARCILLA DE LA UNIÓN EN 8%
 LUGAR : CHIMBOTE - PROV. DEL SANTA - ANCASH
 CANTERA : RUBEN
 MATERIAL : CONFITILLO
 FECHA : 09/05/2019

Nº	TAMIZ	Peso retenido		% ret. Acumu.		% Que pasa	
	Abert.(mm)	(gr.)	(%)	(%)	(%)	(gr.)	(%)
3"	76.200	0.0	0.0	0.0	100.0		
2 1/2"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.0		
2"	50.800	0.0	0.0	0.0	100.0		
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0		
1"	25.400	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		
Nº 4	4.750	90.0	9.5	9.5	90.5		
Nº 8	2.360	743.0	78.6	88.0	12.0		
Nº 16	1.180	112.0	11.8	99.8	0.2		
Nº 30	0.600	2.0	0.2	100.0	0.0		
Nº 50	0.300	0.0	0.0	100.0	0.0		
Nº 100	0.150	0.0	0.0	100.0	0.0		
Nº 200	0.075	0.0	0.0	100.0	0.0		
PLATO	ASTM C-117-04	0	0.0	100.0	0.0		
TOTAL		952.0	100.0				

PROPIEDADES FÍSICAS	
Tamaño máx. Nominal	Nº 4
Huso	NO TIENE

OBSERVACIONES
La Muestra tomada identificada por el solicitante.



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 Lab. Mecánica de Suelos y Análisis de Materiales
 Mg. Miguel Solar Jara
 BEPE



PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO

SOLICITA : BACH. FLORES PAZ JHOSMEL MOISES
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LADRILLO DE CONCRETO CON SUSTITUCION POR UNA
 COMBINACION DE CONCHA DE ABANICO EN 3% Y ARCILLA DE LA UNION EN 6%
 LUGAR : CHIMBOTE - PROV. DEL SANTA - ANCASH
 CANTERA : RUBEN
 MATERIAL : CONFITILLO
 FECHA : 08/05/2019

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	7210	7384	7295
Peso de molde	3320	3320	3320
Peso de muestra	3890	4064	3975
Volumen de molde	2788	2788	2788
Peso unitario (Kg/m ³)	1398	1458	1405
Peso unitario prom. (Kg/m³)	1420		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1411		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	7412	7428	7423
Peso de molde	3320	3320	3320
Peso de muestra	4092	4108	4103
Volumen de molde	2788	2788	2788
Peso unitario (Kg/m ³)	1468	1473	1472
Peso unitario prom. (Kg/m³)	1471		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1462		


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



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

SOLICITA : BACH. FLORES PAZ JHOSMEL MOISES
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LADRILLO DE CONCRETO CON SUSTITUCION POR UNA
COMBINACION DE CONCHA DE ABANICO EN 3% Y ARCILLA DE LA UNION EN 6%
LUGAR : CHIMBOTE - PROV. DEL SANTA - ANCASH
CANTERA : RUBEN
MATERIAL : CONFITILLO
FECHA : 09/05/2019

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	909.50	882.50
B	Peso de material saturado superficialmente seco (agua)	584.10	566.20
C	Volumen de masa + volumen de vacios (A-B)	324.40	316.30
D	Peso de material seco en estufa	898.00	879.50
E	Volumen de masa (C-(A-D))	313.90	313.30
G	P.e. Bulk (Base Seca) D/C	2.768	2.781
H	P.e. Bulk (Base Saturada) A/C	2.801	2.790
I	P.e. Aparente (Base Seca) D/E	2.861	2.807
F	Absorción (%) ((D-A)/A)x100	1.17	0.34

P.e. Bulk (Base Seca) : 2.774
P.e. Bulk (Base Saturada) : 2.795
P.e. Aparente (Base Seca) : 2.834
Absorción (%) : 0.76


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



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

SOLICITA : BACH. FLORES PAZ JHOSMEL MOISES
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LADRILLO DE CONCRETO CON SUSTITUCION POR UNA
COMBINACION DE CONCHA DE ABANICO EN 3% Y ARCILLA DE LA UNION EN 6%
LUGAR : CHIMBOTE - PROV. DEL SANTA - ANCASH
CANTERA : VESIQUE
MATERIAL : ARENA GRUESA
FECHA : 06/05/2019

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	gr	300.00	300.00
B	Peso de picnómetro + agua	gr	665.00	665.00
C	Volumen de masa + volumen de vacíos (A+B)	cm ³	965.00	965.00
D	Peso de picnómetro + agua + material	gr	856.00	856.00
E	Volumen de masa + volumen de vacíos (C-D)	cm ³	109.00	109.00
F	Peso de material seco en estufa	gr	298.00	298.00
G	Volumen de masa (F-E)		107.00	107.00
H	P.e. Bulk (Base Seca)	F/E	2.734	2.734
I	P.e. Bulk (Base Saturada)	A/E	2.752	2.752
J	P.e. Aparente (Base Seca)	F/E	2.785	2.785
K	Absorción (%) $((D-A)/A) \times 100$		0.67	0.67

P.e. Bulk (Base Seca) : 2.734
P.e. Bulk (Base Saturada) : 2.752
P.e. Aparente (Base Seca) : 2.785
Absorción (%) : 0.67


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



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

SOLICITA : BACH. FLORES PAZ JHOSMEL MOISES
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LADRILLO DE CONCRETO CON SUSTITUCION POR UNA
COMBINACION DE CONCHA DE ABANICO EN 3% Y ARCILLA DE LA UNION EN 8%
LUGAR : CHIMBOTE - PROV. DEL SANTA - ANCASH
CANTERA : RUBEN
MATERIAL : CONFITILLO
FECHA : 09/09/2019

PRUEBA N°	01	02	03
TARA N°			
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	500	500	
TARA + SUELO SECO (gr)	497	497.5	
PESO DEL AGUA (gr)	3	2.5	
PESO DE LA TARA (gr)	64	58	
PESO DEL SUELO SECO (gr)	433	439.5	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.69	0.57	
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)		0.63	


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
Lic. Mecánica de Suelos y Geotecnia de Materiales
Mg. Miguel Solar Jara
I.E.P.E.



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

SOLICITA : EACHI FLORES PAZ JHOSMEL MOISES
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LADRILLO DE CONCRETO CON SUSTITUCION POR UNA
COMBINACION DE CONCHA DE ABANICO EN 3% Y ARCILLA DE LA UNION EN 6%
LUGAR : CHIMBOTE - PROV. DEL SANTA - ANCASH
CANTERA : VESIQUE
MATERIAL : ARENA GRUESA
FECHA : 09/05/2018

PRUEBA N°	01	02	03
TARA N°			
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	498	502	
TARA + SUELO SECO (gr)	496.2	492	
PESO DEL AGUA (gr)	1.8	10	
PESO DE LA TARA (gr)	198	202	
PESO DEL SUELO SECO (gr)	298.2	290	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.60	3.45	
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)		2.03	


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

ENSAYOS DE COMPRESION DE LOS LADRILLOS PATRON Y EXPERIMENTAL



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

COMPRESION DE LADRILLO - PATRON (NTP 331.017)

SOLICITA : BACH. FLORES PAZ JHOSMEL MOISES
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LADRILLO DE CONCRETO CON SUSTITUCION
 POR UNA COMBINACION DE CONCHA DE ABANICO EN 3% Y ARCILLA
 DE LA UNION EN 6%
 UBICACIÓN : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 FECHA : 09/05/2019

MATERIAL : LADRILLO - PATRON 7 DIAS
 DIMENSIONES DE FORMATO (cm) : 23 x 13 x 9

Identificación de la Muestra	Dimensiones (cm)			Área Bruta (cm ²)	Carga de Rotura (Kg)	Resistencia a la Compresión (Kg/cm ²)
	Largo	Ancho	Altura			Área Bruta
Ladrillo M-1	23.00	13.00	9.00	299.0	25,730	86.05
Ladrillo M-2	23.00	13.00	9.00	299.0	26,780	89.57
Ladrillo M-3	23.00	13.00	9.00	299.0	29,440	98.46
Ladrillo M-4	23.00	13.00	9.00	299.0	24,610	82.31
Ladrillo M-5	23.00	13.00	9.00	299.0	30,930	103.44
PROMEDIO						91.967


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



**COMPRESION DE LADRILLO - PATRON
(NTP 331.017)**

SOLICITA : BACH. FLORES PAZ JHOSMEL MOISES
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LADRILLO DE CONCRETO CON SUSTITUCION
POR UNA COMBINACION DE CONCHA DE ABANICO EN 3% Y ARCILLA
DE LA UNION EN 6%
UBICACIÓN : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
FECHA : 09/05/2019

MATERIAL : LADRILLO - PATRON 14 DIAS
DIMENSIONES DE FORMATO (cm) : 23 x 13 x 9

Identificación de la Muestra	Dimensiones (cm)			Area Bruta (cm ²)	Carga de Rotura (Kg)	Resistencia a la Compresión (Kg/cm ²)
	Largo	Ancho	Altura			Area Bruta
Ladrillo M-1	23.00	13.00	9.00	299.0	21,640	72.37
Ladrillo M-2	23.00	13.00	9.00	299.0	29,000	96.99
Ladrillo M-3	23.00	13.00	9.00	299.0	44,850	149.00
Ladrillo M-4	23.00	13.00	9.00	299.0	19,060	63.75
Ladrillo M-5	23.00	13.00	9.00	299.0	31,050	103.85
PROMEDIO						97.191


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



**COMPRESION DE LADRILLO - PATRON
(NTP 331.017)**

SOLICITA : BACH. FLORES PAZ JHOSMEL MOISES
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LADRILLO DE CONCRETO CON SUSTITUCION
POR UNA COMBINACION DE CONCHA DE ABANICO EN 3% Y ARCILLA
DE LA UNION EN 6%
UBICACIÓN : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
FECHA : 09/05/2019

MATERIAL : LADRILLO - PATRON 28 DIAS
DIMENSIONES DE FORMATO (cm) : 23 x 13 x 9

Identificación de la Muestra	Dimensiones (cm)			Area Bruta (cm ²)	Carga de Rotura (Kg)	Resistencia a la Compresión (Kg/cm ²)
	Largo	Ancho	Altura			Area Bruta
Ladrillo M-1	23.00	13.00	9.00	299.0	31,510	105.38
Ladrillo M-2	23.00	13.00	9.00	299.0	50,739	169.70
Ladrillo M-3	23.00	13.00	9.00	299.0	44,580	149.10
Ladrillo M-4	23.00	13.00	9.00	299.0	37,200	124.41
Ladrillo M-5	23.00	13.00	9.00	299.0	31,390	104.98
PROMEDIO						130.715


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



**COMPRESION DE LADRILLO - EXPERIMENTAL
(NTP 331.017)**

SOLICITA : BACH. FLORES PAZ JHOSMEL MOISES
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LADRILLO DE CONCRETO CON SUSTITUCION
POR UNA COMBINACION DE CONCHA DE ABANICO EN 3% Y ARGILLA
DE LA UNION EN 6%
UBICACIÓN : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
FECHA : 09/05/2019

MATERIAL : LADRILLO - EXPERIMENTAL 7 DIAS
DIMENSIONES DE FORMATO (cm) : 23 x 13 x 9

Identificación de la Muestra	Dimensiones (cm)			Area Bruta (cm ²)	Carga de Rotura (Kg)	Resistencia a la Compresión (Kg/cm ²)
	Largo	Ancho	Altura			Area Bruta
Ladrillo M-1	23.00	13.00	9.00	299.0	31,520	105.42
Ladrillo M-2	23.00	13.00	9.00	299.0	44,590	149.13
Ladrillo M-3	23.00	13.00	9.00	299.0	35,720	119.46
Ladrillo M-4	23.00	13.00	9.00	299.0	34,160	114.25
Ladrillo M-5	23.00	13.00	9.00	299.0	25,300	84.62
PROMEDIO						114.575


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



**COMPRESION DE LADRILLO - EXPERIMENTAL
(NTP 331.017)**

SOLICITA : BACH. FLORES PAZ JHOSMEL MOISES
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LADRILLO DE CONCRETO CON SUSTITUCION
POR UNA COMBINACION DE CONCHA DE ABANICO EN 3% Y ARCILLA
DE LA UNION EN 6%
UBICACIÓN : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
FECHA : 09/05/2019

MATERIAL : LADRILLO - EXPERIMENTAL 14 DIAS
DIMENSIONES DE FORMATO (cm) : 23 x 13 x 9

Identificación de la Muestra	Dimensiones (cm)			Area Bruta (cm ²)	Carga de Rotura (Kg)	Resistencia a la Compresión (Kg/cm ²)
	Largo	Ancho	Altura			Area Bruta
Ladrillo M-1	23.00	13.00	9.00	299.0	39,260	131.30
Ladrillo M-2	23.00	13.00	9.00	299.0	32,110	107.39
Ladrillo M-3	23.00	13.00	9.00	299.0	33,280	111.30
Ladrillo M-4	23.00	13.00	9.00	299.0	23,370	78.16
Ladrillo M-5	23.00	13.00	9.00	299.0	23,500	78.60
PROMEDIO						101.351


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
Los Nidos de Santa y Suro de Ancash
Mg. Miguel Solar Jara
INGENIERO



**COMPRESION DE LADRILLO - EXPERIMENTAL
(NTP 331.017)**

SOLICITA : BACH. FLORES PAZ JHOSMEL MOISES
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LADRILLO DE CONCRETO CON SUSTITUCION
POR UNA COMBINACION DE CONCHA DE ABANICO EN 3% Y ARCILLA
DE LA UNION EN 6%
UBICACIÓN : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
FECHA : 09/05/2019

MATERIAL : LADRILLO - EXPERIMENTAL 28 DIAS
DIMENSIONES DE FORMATO (cm) : 23 x 13 x 9

Identificación de la Muestra	Dimensiones (cm)			Area Bruta (cm ²)	Carga de Rotura (Kg)	Resistencia a la Compresión (Kg/cm ²)
	Largo	Ancho	Altura			Area Bruta
Ladrillo M-1	23.00	13.00	9.00	299.0	38,700	129.43
Ladrillo M-2	23.00	13.00	9.00	299.0	29,630	99.10
Ladrillo M-3	23.00	13.00	9.00	299.0	36,910	123.44
Ladrillo M-4	23.00	13.00	9.00	299.0	29,910	100.03
Ladrillo M-5	23.00	13.00	9.00	299.0	36,640	122.54
PROMEDIO						114.910


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
Luz. Mecánica de Suelos y Geotecnia y Materiales
Mg. Miguel Solar Jara
JEFE