

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



**Tiempo de calcinación de la arcilla de Quitaracsa en la
resistencia a la compresión del mortero**

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil

Autor:

Morales Castillo, Aylin Isabel

Asesor:

Salazar Sánchez, Dante Orlando

Codigo ORCID

<https://orcid.org/0009-0009-2557-0353>

Chimbote – Perú

2023

INDICE GENERAL

INDICE GENERAL	i
INDICE DE TABLAS	ii
INDICE DE FIGURAS	iii
PALABRAS CLAVE	iv
CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD	v
TITULO	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT.....	vii
INTRODUCCIÓN.....	1
METODOLOGIA.....	34
RESULTADOS	53
ANALISIS Y DISCUSION	61
CONCLUSIONES	65
RECOMENDACIONES.....	66
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	69
ANEXOS	71

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de los morteros.....	8
Tabla 2. Granulometría de la Arena.....	8
Tabla 3. Componentes Químicos del Cemento Pacasmayo Tipo I.....	11
Tabla 4. Componentes Químicos en óxidos del Cemento Pacasmayo Tipo I.....	11
Tabla 5. Proporciones Generales para la Fabricación del Cemento Pacasmayo Tipo I.....	12
Tabla 6. Normas ASTM C-33.....	13
Tabla 7. Límites de la Gradación, Arena para Mortero	15
Tabla 8. Requisitos para Agua de Mezcla – NTP 339.088	16
Tabla 9. Especificaciones por propiedades, para Morteros de Cemento, preparados en laboratorio.....	16
Tabla 10. Especificaciones por proporciones, para morteros de cemento	17
Tabla 11. Tolerancias permisibles para tiempo de ensayo.....	20
Tabla 12. Superficies específicas de algunas arcillas.....	23
Tabla 13. Capacidad de intercambio catiónico de algunas arcillas.....	24
Tabla 14. Índices de plasticidad para las arcillas	25
Tabla 15. Pérdida de masa (%) de arcilla de caolín para diferentes temperaturas y tiempos de calcinación	27
Tabla 16. Disponibilidad de la Arcilla de Quitaracsa	31
Tabla 17. Tratamiento	35
Tabla 18. Diseño Muestral	51
Tabla 19. Técnicas e instrumentos de investigación.....	52
Tabla 20. Resultados de Limite de Attemberg.....	54
Tabla 21. Balance de resultados de óxidos calculados del análisis elemental ½ h	55
Tabla 22. Balance de resultados de óxidos calculados del análisis elemental 1 h	55
Tabla 23. Balance de resultados de óxidos calculados del análisis elemental 1½ h	56
Tabla 24. Resultados de Resistencia a la Compresión Morteros Patrones a 3 días.....	58
Tabla 25. Resultados de Resistencia a la Compresión Morteros Patrones a 7 días	58
Tabla 26. Tabla 2. Resultados de Resistencia a la Compresión Morteros Patrones a 28 días	58
Tabla 27. Resistencia a la Compresión Morteros Experimentales a 3 días.....	59
Tabla 28. Resistencia a la Compresión Morteros Experimentales a 7 días.....	60
Tabla 29. Resistencia a la Compresión Morteros Experimentales a 28 días.....	60
Tabla 30. Composición Química de la Arcilla de Quitaracsa a diferentes tiempos.....	61

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Equipo para medir la fluidez	19
Figura 2. Estructura octaédrica (Murray, 2019).	22
Figura 3. Estructura tetraédrica (Murray, 2019).	22
Figura 4. Dependencia del grado de deshidroxilación, en el tiempo de calcinación para diferentes temperaturas de tratamiento térmico	28
Figura 5. Curva de Pérdida de Masa – Análisis Térmico Gravimétrico de la Arcilla de Quitaracsa	29
Figura 6. Curva Calorimétrica DCS (Curva de Calor Absorbido) de la Arcilla de Quitaracsa	30
Figura 7. Diseño de Investigación	34
Figura 8. Análisis de los resultados de Índice de Plasticidad de la Arcilla de Quitaracsa	54

PALABRAS CLAVE

Tema	Diseño de mezcla
Especialidad	Tecnología de materiales

KEY WORDS

Theme	Mix desing
Speciality	Materials technology

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Línea de Investigación	Construcción y Gestión de la Construcción
Área	Ingeniería Civil
Sub Área	Ingeniería Civil
Disciplina	Ingeniería Civil

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD



VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El que suscribe, Vicerrector de Investigación de la Universidad San Pedro:

HACE CONSTAR

Que, de la revisión del trabajo titulado "**Tiempo de calcinación de la arcilla de Quitaracsa en la resistencia a la compresión del mortero**" del (a) estudiante: **MORALES CASTILLO AYLIN ISABEL**, identificado(a) con Código N° **1114100414**, se ha verificado un porcentaje de similitud del **28%**, el cual se encuentra dentro del parámetro establecido por la Universidad San Pedro mediante resolución de Consejo Universitario N° 5037-2019-USP/CU para la obtención de grados y títulos académicos de pre y posgrado, así como proyectos de investigación anual Docente.

Se expide la presente constancia para los fines pertinentes.

Chimbote, 04 de enero de 2024

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

Dr. JAVIER MARTÍNEZ CARRIÓN
VICERRECTOR



NOTA: Este documento carece de valor si no tiene adjunta el reporte del Software TURNITIN.

Tiempo de calcinación de la arcilla de Quitaracsa en la resistencia a la compresión
del mortero

RESUMEN

VI

El objetivo de este proyecto de investigación fue evaluar e investigar la Resistencia a la Compresión de morteros que reemplazan el cemento por arcilla de Quitaracsa y compararlos con morteros convencionales que cumplan con las mejores especificaciones técnicas de las Normas Técnicas Peruanas.

El proyecto consistió en recolectar la materia prima (Arcilla Quitaracsa), se procedió a limpiar, purificar, secar y se calcinó en una mufla en forma de galletas a 550°C en tres tiempos de ½ hora, 1 hora y 1 ½ hora. Luego la arcilla calcinada, molida y tamizada será tratada mediante el Ensayo de Fluorescencia de Rayos X y se determinó su composición química y el efecto sobre su actividad puzolánica.

El agregado fino fue gradado y clasificado por diferentes mallas y se realizó diferentes ensayos en el laboratorio de Mecánica de Suelos. Se utilizó Cemento Portland Tipo I para diseñar mezclas de mortero para aumentar la resistencia a la compresión.

La sustitución que se hizo del 20% de arcilla Quitaracsa no aumentó la resistencia a la compresión de los morteros experimentales, por lo tanto, se recomienda bajar el porcentaje de sustitución y realizar todos los procedimientos de este proyecto.

ABSTRACT

The objective of this research project was to evaluate and investigate the Compressive Strength of mortars that replace cement with Quitaracsa clay and compare them with conventional mortars that meet the best technical specifications of the Peruvian Technical Standards.

The project consisted of collecting the raw material (Quitaracsa Clay), it was cleaned, purified, dried and calcined in a cookie-shaped muffle at 550°C in three times of ½ hour, 1 hour and 1 ½ hour. Then the calcined, ground and sieved clay will be treated using the X-ray Fluorescence Test and its chemical composition and the effect on its pozzolanic activity will be determined.

The fine aggregate was graded and classified by different meshes and different tests were carried out in the Soil Mechanics laboratory. Type I Portland Cement was used to design mortar mixes to increase compressive strength.

The substitution of 20% Quitaracsa clay did not increase the compressive strength of the experimental mortars, therefore, it is recommended to lower the substitution percentage and carry out all the procedures of this project.

INTRODUCCIÓN

Rashad (2018), desarrollo una investigación titulada “Metacaolín como material de cemento: Historia, recursos, producción y composición - Una visión global”, en la revista “Construction and Building Materials”; la cual tuvo como objetivo una revisión global de la activación térmica de arcillas caolinitas a diferentes temperaturas y diferentes tiempos de calcinación. Dichas investigaciones fueron de tipo aplicada con un diseño experimental, donde los mismos investigadores concluyeron que la temperatura y el tiempo de activación de la arcilla aún siguen siendo indeterminados; donde enfatizan el estudio profundo de cada tipo de arcilla para su activación adecuada para producir metacaolin.

Yanguatin et al. (2019), publicaron un estudio titulado "Reactividad puzolánica de la arcilla caolinita, una revisión" en la revista “Ingeniería y Construcción Volumen 32”, el principal objetivo del estudio fue revelar las características morfológicas, tratamiento térmico y mineralogía de las caolinitas. Relación entre componentes. Arcillas, sedimentos primarios y secundarios y su reactividad volcánica. Este estudio se realizó al nivel relevante de las variables anteriores; concluyeron que el tiempo de calcinación está directamente relacionado con la reactividad puzolánica de la arcilla debido al grado de deshidroxilación de la estructura interna de la arcilla, la cual se ve afectada por el grado de amorfización de la arcilla, lo que afecta la resistencia del mortero.

Castillo (2018), en su investigación señala que las arcillas que son calcinadas en forma de metacaolin han recibido especial atención en estos últimos años. Se conoce que si se añaden a morteros y concreto, estas adiciones mejora su resistencia y su durabilidad, por eso el objetivo fue evaluar el comportamiento de las propiedades físico-mecánicas y la durabilidad, utilizando arcillas calcinadas y molidas como material sustituyente del 30% en peso del cemento portland ordinario, para ello se usó una tierra arcillosa, compuesta por caolín principalmente de bajo grado de pureza, para obtener arcillas calcinadas como minerales cementicios suplementarios, obteniendo así los mejores resultados de resistencia a la compresión a los 28 días, lo cual posee mayor contenido

de caolín debido al proceso de purificación y sedimentación de la materia prima solo para realizar esa sustitución.

Alujas, Fernández, Martinera y Quintana (2020), en este proyecto, se utilizan 4 series para ensayos de resistencia a la compresión. Esta serie de morteros incluye una serie de control con 100% CPO y 3 series con arcillas calcinadas a diferentes temperaturas en sustitución del 30% CPO. El mortero fue colado a las 24 horas y se realizaron ensayos de resistencia a compresión y flexión los días 1, 7, 28 y 90. Cada experimento se realizó en cinco repeticiones⁴. La temperatura de curado se mantiene a 30°C para todas las series. Finalmente, se concluyó que a pesar del contenido relativamente bajo de caolinita (~40%), la fracción de arcilla estudiada después de la calcinación a 600 y 800 °C mostró un 30% de reemplazo de CPO en pastas y morteros, y una excelente reactividad puzolánica después de 7 días. mientras que para una temperatura de calcinación de 925°, se mostró reactividad puzolánica de baja a moderada dependiendo de la temperatura de curado. La contribución investigada de la fracción de arcilla calcinada al aumento de la resistencia mecánica de los morteros es una combinación de reacciones puzolánicas y efectos de carga, que contribuyen a un mayor porcentaje de hidratación del CPO en sistemas con un grado de sustitución del 30%.

Castillo, Fernández, Antón, Scrivener, Alujas y Martirena (2020), realizaron un estudio basado en un suelo principalmente rico en minerales arcillosos. caolín. El material se deposita y luego se quema a 900 grados centígrados. Siga el mismo proceso con el material original no precipitado. Como resultado de la calcinación se reduce significativamente la superficie específica, por lo que la actividad puzolánica también se reduce significativamente, la actividad puzolánica se evalúa controlando el consumo de HC en la pasta a diferentes edades y la resistencia a la compresión del mortero. El material calcinado, aparentemente inerte, se muele hasta obtener una gran finura. Se introduce una serie de experimentos con ceniza de caña de azúcar como referencia para las cenizas volcánicas previamente estudiadas. La molienda de la arcilla cocida aumenta su actividad puzolánica, que se caracteriza por un mayor consumo de HC en las pastas y una mayor resistencia

a la compresión del mortero. Al parecer estos cambios se deben al efecto de la molienda sobre la reactividad de la arcilla calcinada. Los mejores resultados se obtuvieron con muestras sedimentadas antes de la calcinación. Cuando se reemplazó el 30% de cemento por el material, la resistencia a la compresión del mortero fue similar al control (100% cemento) después de 7 días y mayor después de 28 y 60 días. Aunque esta sustitución no reduce la porosidad global, las propiedades de sorción se reducen, principalmente en muestras preparadas con materiales calcinados y molidos. Este fenómeno puede ocurrir debido al proceso de refinamiento de los poros capilares causado por la precipitación de los productos de la reacción puzolánica.

Antecedentes Nacionales

Castillo (2019), según la revista "Construction Engineering", su resistencia mecánica y resistencia se mejoran añadiendo arcillas calcinadas en forma de metacaolín a morteros y concreto, mediante el proceso de precipitación, con un activador de molienda y calcinación. Arcillas duraderas que permitirían su uso como aditivos para morteros y hormigones.

Antecedentes Locales

Fernández et al. (2019), entre los objetivos se encuentran la producción de lechadas y morteros de cemento, en cuya producción se sustituye el 30% del cemento por arcilla, el tratamiento térmico a 600°C y 800°C durante 60 minutos y el efecto de este tratamiento. Las investigaciones sobre la actividad de las puzolanas en materiales cementantes muestran que la caolinita tiene un proceso de degradación diferente, relacionado con el número y disposición de los grupos OH en su estructura. Esto explica la mayor actividad de la puzolana en comparación con otras mezclas de arcilla y cemento calcinadas.

Scrivener (2018), el objetivo fue evaluar las propiedades físico-mecánicas y durabilidad del microhormigón utilizando arcilla calcinada y molida en su estado natural como sustituto del 30% del peso del cemento portland ordinario (CPO). La calcinación se realizó en un horno de mufla de laboratorio, donde el

material se colocó en cristales cerámicos a temperaturas de 600°C a 900°C, con un tiempo de residencia de 1 a 2 horas, respectivamente, y se concluyó que las muestras producidas eran resistentes a la compresión, todos los valores después de 28 días son superiores a 45 MPa.

Andrade et al. (2018), las arcillas tienen una plasticidad significativa, que puede cuantificarse determinando el límite de Atterberg, que proporciona una gran cantidad de información sobre la composición del tamaño de las partículas, el comportamiento, las propiedades y las propiedades de las arcillas. Cuanto más pequeñas sean las partículas y más imperfecta la estructura, mayor será la plasticidad del material.

Benítez, Flores, Segura, Cribillero y Velásquez (2019), se realizó un estudio analizando los resultados XRF del polvo de RCCh y se encontró que el 93,3% del CaO3 presente en el RCCh se convirtió en el material activo CaO. Este porcentaje excede el contenido de óxido de calcio en el aceite de palma crudo, por lo que se puede utilizar en su lugar. Una combinación de 25% HSB y 25% RCCh dio como resultado un pH = 12,15, lo que promovió positivamente el reemplazo del cemento. Las conchas se calcinaron a 1000 °C durante 3 h 12 min, y la activación mecánica de ambos materiales calcinados fue de aproximadamente 150 µm. La preparación del mortero estándar sigue la Norma Técnica Peruana (NTP 2013), que especifica una relación cemento-arena de 1:3 y una relación agua/cemento de 0,48, la cual se determina empíricamente. En la elaboración de los morteros de prueba se mantuvo la relación másica de arena y cemento, sin embargo, se reemplazó el 50% del peso de cemento, 25% por HSB y 25% por RCCh. Esta sustitución dicta que se deben añadir 30,8 g de agua a la mezcla para obtener una mezcla utilizable. Debido a la adición de agua, la relación agua/cemento-vástago de hoja de bambú aumenta a 0,61. La adición de 30.8 gramos se realiza de manera experimental, debido a que se conoce la velocidad de absorción del material agregado y el mecanismo de reacción entre ellos, y se desconoce la proporción de cemento no reemplazado, por lo que se debe usar como referencia la cantidad de agua agregada y posteriormente. se necesitaba investigación.

Ishikane (2019), la arcilla de Quitaracsa tiene propiedades puzolánicas debido a que la composición química (silicato de calcio) = 97,837% (superando el 70% - norma ASTM), el porcentaje de composición química es similar al cemento. Estos materiales pueden utilizarse porque se obtuvieron buenos resultados en pruebas de fluorescencia de rayos X en arcilla y cáscaras de lápices de Quitaracsa, que resultaron en mayores contenidos de sílice y calcio. Se concluyó que reaccionaban como materiales cementosos. El pH combinado de la arcilla Quitaracsa, el estuche y el cemento es 13, lo que indica similitud con el cemento Portland tipo I (12,77). En la mezcla de mortero modelo y mortero de ensayo se cambia la relación agua-cemento con agua, dado que la arcilla Quitaracsa calcinada es un material que no necesita mucha agua para que sus partículas comiencen a fluir, trate de aproximar la fluidez del ensayo. mortero. con mortero líquido estándar. A juzgar por los trabajos de clasificación de arena previstos en nuestro plan, el volumen de retención de las mallas 50 y 100 no debe exceder el 25%, lo que no afecta el volumen de retención restante de no más del 50% del material mineral. en dos cuadrículas consecutivas. Tanto el mortero patrón como el mortero de prueba pasaron la resistencia mínima de 175 kg/cm² y por lo tanto fueron clasificados como morteros Tipo M, por lo que podemos utilizar este material para reducir costos y reducir la contaminación proveniente de la producción de cemento. La conductividad térmica del mortero estampado es un 50% menor que la del mortero de prueba.

Mortero

El Reglamento Nacional de Edificaciones (Norma E.070 Albañilería), establece que el mortero estará compuesto por una mezcla de conglomerante y masilla fina, agregándose la máxima cantidad de agua para obtener una mezcla adhesiva trabajable sin separar la masilla. La consistencia correcta se consigue añadiendo una determinada cantidad de agua en obra, la cantidad de agua depende del tamaño de las partículas del mortero, de la cantidad de finos, del uso de aditivos, de la absorción de agua del soporte a colocar y de las condiciones, el gusto del usuario que lo utiliza, etc. La adición de cal y plastificante puede mejorar la trabajabilidad.

Propiedades

Se pueden dividir en dos categorías principales:

Estado Plástico:

Manejabilidad

Esto está relacionado con la consistencia, que se refiere al estado líquido del mortero.

Retención de agua

Es una medida de la capacidad del mortero para mantener la ductilidad cuando está en contacto con superficies absorbentes como la mampostería.

Velocidad de endurecimiento

Depende de varios factores, como las condiciones climáticas, la composición de la mezcla o la mano de obra. El tiempo de fraguado inicial y el tiempo de fraguado final del mortero deben estar dentro del rango apropiado.

Estado Endurecido:

Retracción

Se trata de la pérdida de volumen del mortero, especialmente en pastas con una alta relación agua-cemento.

Adherencia

La capacidad de adherirse a la mampostería o al acero.

Resistencia a la compresión

Propiedades mecánicas que permiten al mortero resistir la compresión.

Durabilidad

Se refiere a la resistencia a factores externos sin deteriorar sus condiciones físicas y químicas con el tiempo.

Permeabilidad

Un mortero trabajable y homogéneo puede hacer que la mampostería sea más resistente a la penetración del agua.

Eflorescencia

Es la cristalización de sales solubles producida por el movimiento del agua desde el interior de la pared hacia el exterior.

CLASIFICACIÓN

Según la norma ASTM C 270 los morteros se clasifican por sus propiedades o proporciones:

Mortero Tipo M

- Es un mortero con alta resistencia a la compresión.
- Mayor resistencia respecto a otro tipo de morteros.

Mortero Tipo S

- Mayor adherencia que otros morteros.
- Utilizado en estructuras sometidas a cargas de presión normales.

Mortero Tipo N

- Es un mortero común utilizado para estructuras superficiales.
- Adecuado para revestimientos, paredes interiores y tabiques.

Mortero Tipo O

- Son morteros de baja resistencia y con alto contenido en cal.
- Se utilizan para la construcción de casas de uno o dos pisos.
- Alta edificabilidad y bajo costo favorecido por los albañiles

Clasificación de los Morteros de Acuerdo A su Resistencia

La siguiente tabla muestra la clasificación según la Resistencia a la Compresión de cinco tipos de mortero utilizados en la construcción de muros.

Tabla 1

Clasificación de los morteros

TIPO DE MORTERO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN		
	(Mpa)	(Kg/cm ²)	(P.S.I.)
M	17.2	175	2500
S	12.4	126	1800
N	5.2	53	750
O	2.4	25	350
K	0.5	5	75

COMPONENTES

MORTERO – CEMENTO PORTLAND + AGREGADOS + AIRE + AGUA

- a) Los materiales aglomerantes del mortero pueden ser:
- Cemento Portland Tipo I.
- b) El agregado fino será arena gruesa natural y libre de materia orgánica, con las siguientes características de la tabla 2.

Tabla 2

Granulometría de la Arena

GRANULOMETRIA DE LA ARENA GRUESA	
MALLA ASTM	% QUE PASA
N° 4 (4.75 mm)	100
N° 8 (2.36 mm)	95 a 100
N° 16 (1.18 mm)	70 a 100
N° 30 (0.60 mm)	40 a 75
N° 50 (0.30 mm)	10 a 35
N° 100 (0.15 mm)	2 a 15
N° 200 (0.075 mm)	Menos de 2

- No debe quedar más del 50% de la arena entre dos mallas consecutivas.
- El módulo de fineza está entre 1.6 y 2.5.
- El porcentaje máximo de partículas quebradizas es: 1% en peso.

- No utilizar arena de mar.
- c) El agua será potable y libre de cualquier sustancia.

Originalmente, el mortero se consideraba una mezcla de conglomerante (cemento portland y/u otro material cementante), arena fina, agua y aditivos. La norma ASTM C-270 define en sus especificaciones las propiedades que deben cumplir estos materiales.

Especificaciones

La resistencia mínima a la compresión es de 40 kg/cm².

- Se ajustará la consistencia del mortero para conseguir una fluidez mínima para una fácil aplicación.
- El tiempo de mezclado no debe ser inferior a 3 minutos después de agregar el agua.

Funciones

Pueden ser:

Funciones Estructurales

- Forman el material básico para la construcción de muros y techos.
- Forman un bloque de material de unión durante la construcción.
- Se fijan a correas metálicas, juntas y pernos de anclaje para trabajar juntos.

Funciones Decorativas

- El material que forma el recubrimiento.
- Proteger los elementos constructivos.
- Se denominan revestimientos de construcción.

Cemento Portland

El cemento es un conglomerante formado a partir de una mezcla de piedra caliza y arcilla quemada y luego molida, que tiene la propiedad de endurecerse en contacto con el agua.

Clinker

Es un producto artificial que se obtiene calcinando una mezcla de arcilla y piedra caliza en polvo en proporciones específicas a altas temperaturas (1400 - 1450°C) para producir moldes de varios tamaños, generalmente de ¼" a 1" de diámetro. Tiene un color negro único que se vuelve brillante y duro cuando se enfría.

Materias Primas

Los dos materiales principales con que se fabrica el cemento Portland son: la piedra caliza y arcilla.

Composición Química

Está compuesto por:

Silicato Tricálcico, esto determina la resistencia inicial e incide directamente en el calor de hidratación.

Silicato Dicálcico, la resistencia a largo plazo está determinada y tiene poco efecto sobre el calor de hidratación.

Aluminio Tricálcico, este compuesto por sí solo no afecta la composición del cemento, pero combinado con el silicato actúa como catalizador.

Aluminio Ferrita Tricalcica, esto afecta significativamente la tasa de hidratación y, en menor medida, el calor de hidratación.

Oxido de Potasio y Sodio, estos álcalis cobran mayor importancia cuando entran en contacto con cierto tipo de arena, provocando una reacción química que provoca la expansión del cemento y mortero.

Los componentes químicos principales de las materias primas son: ⁽²⁾

Tabla 3

Componentes Químicos del Cemento Pacasmayo Tipo I

%	COMPONENTE QUIMICO	PROCEDENCIA USUAL
95%<	Oxido de Calcio (CaO)	Rocas Calizas
	Oxido de Sílice (SiO ₂)	Areniscas
	Oxido de Aluminio (Al ₂ O ₃)	Arcillas
	Óxido de Hierro (Fe ₂ O ₃)	Arcillas, Mineral de Hierro
5%<	Oxido de Magnesio	Minerales Varios
	Sodio, potasio, titanio,	
	azufre, fosforo y magnesio	

⁽²⁾: Teodoro E. (1997). Materiales en Diseño de Estructuras de Concreto Armado (11). Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú.

Características: Es de color gris y más o menos verde. Se comercializa en sacos con un peso de 42,5 kg y una capacidad en pies cúbicos.

Tipos

Cemento Portland Tipo I, utilizado para trabajos de concreto en general, no requiriendo propiedades especiales.

Tabla 4

Componentes Químicos en óxidos del Cemento Pacasmayo Tipo I

Componentes	Cemento Pacasmayo Tipo I
Oxido de Sílice: SiO ₂	20.5 %
Óxido de Hierro: Fe ₂ O ₃	5.14 %
Oxido de Aluminio: Al ₂ O ₃	4.07 %
Oxido de Calcio: CaO	62.92 %
Oxido de Magnesio: MgO	2.10 %
Oxido de Azufre: SO ₃	1.83 %
Perdida por Calcinación: P.C.	1.93 %
Residuo Insoluble: R.I.	0.68 %
Cal Libre: Cao	1.10 %
Alcalis: Na ₂ O	0.22 %
Silicato Tricalcico: C ₃ S	44.70 %

(³): IECA. (2013). Componentes y propiedades del cemento. 2015, de IECA Sitio web: https://www.ieca.es/gloCementos.asp?id_rep=179

Las principales composiciones químicas de las materias utilizadas en la producción del cemento Portland Tipo I y sus proporciones son:

Tabla 5

Proporciones Generales para la Fabricación del Cemento Pacasmayo Tipo I

Óxidos	Contenido (%)
Oxido de Calcio (CaO)	60 – 67
Oxido de Sílice (SiO ₂)	17 – 25
Oxido de Aluminio (Al ₂ O ₃)	3 – 8
Oxido de Azufre (SO ₃)	1 – 3
Oxido de Hierro (Fe ₂ O ₃)	0.5 – 6
Alcalis	0.2 – 1.3
Oxido de Magnesio (MgO)	0.1 – 4

Agregados Fino

Es el material que se obtiene descomponiendo natural o artificialmente otros agregados de mayor tamaño.

Está incluido en todos los tamaños que pasan por la malla N°4 hasta la N°200.

Las proporciones del concreto utilizado deben cumplir determinadas propiedades físicas, que son controladas por normas de calidad.

PROPIEDADES FÍSICAS

La determinación de estos requisitos, llamados propiedades físicas, permitirá obtener valores que pueden usarse para estudiar el diseño de mezclas de concreto.

A continuación, presentamos las propiedades físicas investigadas:

Peso Específico

Es la relación entre el peso de una unidad de volumen de un agregado que contiene huecos de aire y la masa del mismo volumen de agua destilada de la misma densidad en el aire. Se utiliza en el diseño de mezclas y en la determinación de masa sólida y volumen absoluto.

Peso Unitario

El peso unitario del material mineral se refiere al peso cuando se ha alcanzado una determinada unidad de volumen, teniendo en cuenta los huecos que se ubican en su interior; se expresa en kg/m³.

Granulometría

Esta propiedad caracteriza a los agregados en función de la densidad de tamaño de las partículas que los componen.

La importancia de esta propiedad es que, dependiendo de su distribución granulométrica, afectan directamente a las propiedades tanto del cemento nuevo como del endurecido.

Requisitos granulométricos:

Tabla 6

Normas ASTM C-33

MALLA		% QUE PASA
3/8"	9.5mm	100
N°4	4.75mm	95-100
N°8	2.36mm	80-100
N°16	1.18mm	50-100
N°30	600um	25-60
N°50	300um	10-30
N°100	150um	0

- La cantidad de arena retenida entre dos mallas consecutivas no debe exceder el 50%.
- El módulo de finura está entre 1,6 y 2,5.

➤ Porcentaje máximo de partículas quebradizas: 1% (en peso).

Módulo de Fineza (N.T.P 400.011 / A.S.T.M C-125)

El módulo de fineza del hormigón producido será igual a la centésima parte de la suma de los porcentajes de retención acumulados en cada rejilla de la serie estándar y tendrá un valor entre $2.30 \leq M.F. \leq 3.10$.

Se calcula de la forma siguiente:

$$M. F = \frac{N^{\circ}4 + N^{\circ}8 + N^{\circ}16 + N^{\circ}30 + N^{\circ}50 + N^{\circ}100}{100}$$

Material fino que pasa la malla N° 200

Esta prueba determina el porcentaje de material menor a la malla N°200 que se adhiere a las paredes del agregado.

Contenido de humedad

Representa el porcentaje de agua en el agregado y se obtiene midiendo el contenido de agua de una muestra húmeda secada en estufa a 110 °C dividido por el peso del material; multiplica esta coincidencia por 100.

Porcentaje de absorción

La tasa de absorción de agua de un agregado es el porcentaje del agua interna total que el agregado absorbe para alcanzar una condición de saturación en una superficie seca.

Gradación de los AGREGADOS

Se ha demostrado que los agregados utilizados en el mortero de mampostería deben clasificarse dentro de los siguientes límites dependiendo de si se usa arena natural o manufacturada.

Tabla 7

Límites de la Gradación, Arena para Mortero

TAMAÑO DE TAMIZ	PORCENTAJE QUE PASA	
	ARENA NATURAL	ARENA MANUFACTURADA
4,75 mm (N°4)	100	100
2,36 mm (N°8)	95 a 100	95 a 100
1,18 mm (N°16)	70 a 100	70 a 100
600 um (N°30)	40 a 75	40 a 75
300 um (N°50)	10 a 35	20 a 40
150 um (N°100)	2 a 15	10 a 25
75 um (N°200)	0 a 5	0 a 100

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.

Agua Recomendable

No existe un esquema claro respecto a los límites de la composición química que debe tener el agua de amasado, pues para la elaboración del concreto se utiliza incluso agua que no es apta para el consumo alimentario, en cambio depende mucho del tipo de cemento y las impurezas de los demás componentes.

Agua de Mezclado

El agua mezclada es responsable de la formación de capilares que conectan los poros; se llenan parcialmente de aire, lo que crea un concreto con menor resistencia y menor solidez, por lo que para conseguir la fluidez necesaria se debe utilizar la menor cantidad de agua.

El agua de mezclado tiene principalmente las siguientes tres funciones:

- Reaccionar con el cemento.
- Actuar como lubricante.
- Procurar la estructura de vacíos necesarios en la pasta.

Tabla 8*Requisitos para Agua de Mezcla – NTP 339.088*

DESCRIPCION	LIMITE PERMISIBLE
Cloruros	300 ppm.
Sulfatos	300 ppm.
Sales de Magnesio	150 ppm.
Sales solubles totales	1500 ppm.
PH	Mayor de 7
Sólidos en suspensión	1500 ppm.
Materia orgánica	10 pm.

Agua de Curado

Constituye el suministro adicional de agua para hidratar eficientemente el cemento. Es una fuente adicional de agua para una hidratación eficaz del cemento.

Por otro lado, el espacio inicial que ocupan el agua y el cemento durante el mezclado se mantiene inalterado y se va llenando progresivamente de productos de hidratación (pasta).

Clasificación por Propiedades

Referidas a la resistencia a la compresión, retención de agua, contenido de aire; son usados para efectos de diseño en base a pruebas realizadas en laboratorios y no para mezclados en obra.

Tabla 9*Especificaciones por propiedades, para Morteros de Cemento, preparados en laboratorio*

Tipo de Mortero	Resistencia mínima a la compresión a los 28 días, kg/cm ² (Mpa)	Resistencia Mínima de Agua, %	Contenido Máximo de Aire, %	Relación de agregados (medida en condición húmeda y suelta)
M	175 (70.0)	75	12	No menor que 2.25 y no mayor que 3.5 veces la suma de los volúmenes separados de materiales cementantes.
S	125 (12.5)	75	12	
N	50 (5.0)	75	14	
O	25 (2.5)	75	14	

Fuente: Tecnología de los morteros. Ing. Rodrigo Salamanca Correa

Clasificación por Proporciones

Se fundamenta en el conocimiento previo de los Pesos Unitarios de los materiales que componen el mortero.

Tabla 10

Especificaciones por proporciones, para morteros de cemento

Tipo de Mortero	Proporciones por volumen (Materiales Cementantes) Cemento Portland o Portland Adicionado	Relación de agregados (medida en condición húmeda y suelta)
M	1	No menor que 2.25 y no
S	1	mayor que 3.5 veces la suma
N	1	de los volúmenes separados
O	1	de materiales cementantes.

Fuente: Tecnología de los morteros. Ing. Rodrigo Salamanca Correa

Alcances y Consideraciones

Proceso para realizar morteros de cemento portland usando cubos de 50 mm de lado,

Equipos que se emplearan para la elaboración de los morteros:

- Forma cúbica de bronce con lados de 5 cm (5 cm x 5 cm x 5 cm).
- La varilla de compresión es de roble liso con una sección transversal de 13 mm x 25 mm y una longitud de 120 mm a 150 mm, su anillo de tope debe ser plano y en ángulo recto.
- Cucharas y badilejo de acero para vaciado.

Procedimiento para elaboración de los morteros:

1. Vierta el concreto en la mezcladora, extraiga el mortero adherido a la pared hasta el fondo del tanque con una espátula y gire la mezcladora a media velocidad (285 ± 10 rpm) durante 15 segundos. El mortero adherido a la paleta mezcladora se retira al final de la mezcla y se coloca en un recipiente.

2. La ejecución del acto deberá iniciarse dentro de los 150 segundos, contados desde la finalización del amasado inicial del mortero. Se deben hacer al menos 3 cubos para la prueba de compresión.
3. Colocar una capa de mortero de 25 mm en cada espacio y compactar con el compactador 32 veces en unos 10 segundos. Estos trazos se aplicaron a la superficie de la muestra en 4 pasos con 8 trazos adyacentes por paso. La dirección del golpe de cada nivel debe ser perpendicular a la dirección del golpe del nivel anterior. La presión sobre el compactador debe ser tal que llene los espacios de manera uniforme.
4. Cada partición debe completar 4 pasos de compactación antes de pasar a la siguiente partición. Una vez completados los pasos anteriores en todas las estancias, se rellena y drena la segunda capa de la misma forma que con la primera capa. Durante la segunda ronda de compactación, después de completar cada paso y antes de comenzar el siguiente, el mortero depositado en los lados del molde se introduce en el espacio.
5. Al final de la compresión, el borde superior del cubo debe quedar ligeramente más alto que el borde superior del molde. El mortero aplicado en los bordes del molde se debe verter en los compartimientos con ayuda de la espátula.
6. La superficie de los cubos debe estar alineada una vez perpendicular a su longitud y otra longitudinalmente con los bordes planos del cilindro con ayuda de la espátula. Se retira el mortero que sobresale desde la vara superior del molde con ayuda de la espátula mantenida casi vertical con un movimiento de corte a lo largo del molde.

Fluidez de la Mezcla

Equipos, Materiales e Insumos: Mesa de flujo, mostrada en la Figura 1, consta básicamente de los siguientes: un soporte, un árbol y una plataforma circular.

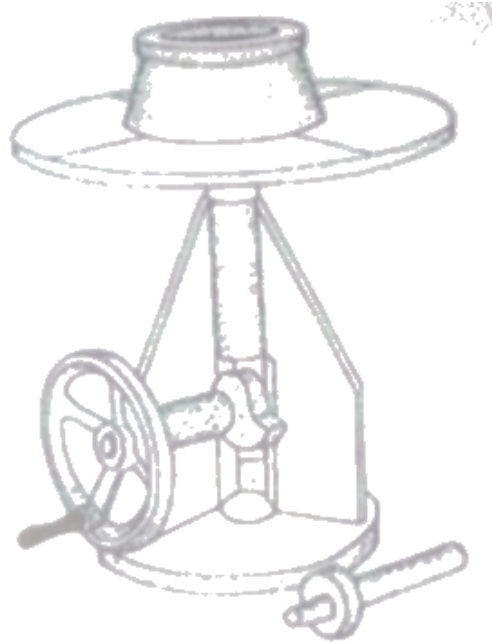


Figura 1. Equipo para medir la fluidez

Fuente. MTC E 616 (2016)

Procedimiento:

Limpiar y secar la plataforma de flujo. Coloca la plantilla en el centro. Vierte una capa de mortero en el molde, de aprox. 25 mm (1") de espesor. Compáctelo 20 veces con un compactador para esparcirlo uniformemente; use una segunda capa de mortero para llenar completamente el molde. Llene el molde y proceda como para la primera capa. La presión de sellado debe asegurar un llenado completo y uniforme del encofrado, se elimina el exceso de mortero de la capa superior y se alisa la superficie con masilla. Determine la fluidez del molde lleno, limpie y seque la plataforma del banco de trabajo, limpiando con cuidado toda el agua alrededor del fondo del molde. Un minuto después de completar la operación de mezclado, levante y retire el molde e inmediatamente deje caer la mesa de flujo desde una altura de 12,7 mm (1/2") 25 veces

en 15 segundos. Después de medir el diámetro de la base del mortero, calcular el diámetro medio en al menos cuatro puntos iguales.

Determinar el diámetro promedio con el vernier y calcular el porcentaje de fluidez, de acuerdo a la siguiente formula:

$$\% \text{ fluidez} = \frac{\text{Diámetro Promedio} - 10.16 \text{ cm}}{10.16 \text{ cm}} \times 100$$

Nota: La cantidad de agua para la mezcla está en el rango de fluidez $110 \pm 5 \%$ fragua, curado y ensayo a compresión de morteros

Método de Ensayo para Determinar la Resistencia a la Compresión.

Inmediatamente después del llenado, la muestra se coloca en una cámara de humedad o en una cámara de curado. Inmediatamente después de la fundición, todas las muestras se colocaron en un molde, sobre un sustrato, en una cámara de humedad o en una cámara de curado durante 20 a 72 horas, exponiendo la superficie superior al aire húmedo, pero sin permitir que eventualmente cayeran gotas de agua.

Si la muestra se retira del molde dentro de las 24 horas, se coloca en una cámara de curado o en una rejilla durante 24 horas y luego se sumerge en agua saturada (a menos que la prueba se realice después de 24 horas). Los tanques de almacenamiento de materiales no corrosivos contienen cal. Mantenga limpia el agua almacenada y cámbiela según sea necesario.

Todos los cubos deben estar dentro de las tolerancias especificadas en la tabla 11.

Tabla 11

Tolerancias permisibles para tiempo de ensayo

Edad de Ensayo	Tolerancia Permissible
24 horas	$\pm 1/2$ horas
3 días	± 1 horas
7 días	± 3 horas
28 días	± 12 horas

Si se retiran varias muestras de la cámara de humedad al mismo tiempo durante la prueba de 24 horas, se cubrirán con un paño húmedo hasta que se analicen. La Resistencia a la Compresión se expresa en kg/cm² y se calcula según la siguiente expresión:

$$f'c = \frac{P}{A}$$

Donde:

P = Carga Máxima de Rotura (Kg)

A = Área de la Sección Transversal (cm²)

f'c = Resistencia a la compresión (kg/cm²)

El equipo de prueba puede ser del tipo hidráulico o mecánico con suficientes aberturas entre las superficies de soporte para acomodar el equipo de prueba. La carga de la muestra de prueba se expresa con una precisión de ±1 %.

Arcilla

El término arcilla se refiere a un material natural compuesto por minerales de grano fino (< 5 µm) que se vuelve maleable cuando se mezcla con una cierta cantidad de agua y se endurece al secarse o hervirse.

Los ingredientes principales son sílice, alúmina y agua, y contienen cantidades variables de magnesio, hierro, calcio, sodio, potasio, titanio, manganeso, vanadio, zinc, etc.

Los minerales arcillosos son uno de los componentes más importantes de los materiales del suelo, y muchas propiedades de los materiales del suelo se ven afectadas por las propiedades, la cantidad, el tamaño de las partículas y la composición química de la arcilla. Se conocen tres clases principales de minerales arcillosos: caolinita, montmorillonita e illita.

Estructura y Clasificación de las Arcillas

La estructura atómica de la arcilla consta de dos unidades básicas, láminas octaédricas (Figura 2) y láminas tetraédricas (Figura 3). Las láminas octaédricas están formadas por grupos oxígeno e hidroxilo en los que los átomos de aluminio, hierro y magnesio están dispuestos en coordinación octaédrica.

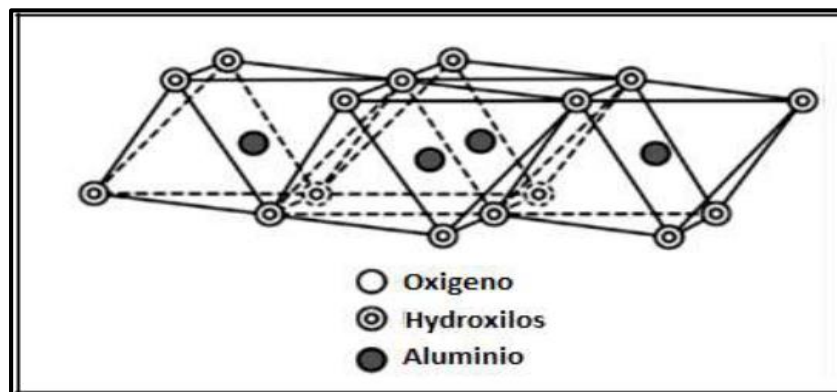


Figura 2. Estructura octaédrica (Murray, 2019).

La otra unidad estructural es una lámina tetraédrica de sílice en la que los átomos de dióxido de silicio están equidistantes de los cuatro grupos oxígeno o hidroxilo y están dispuestos en forma tetraédrica con el átomo de dióxido de silicio como centro.

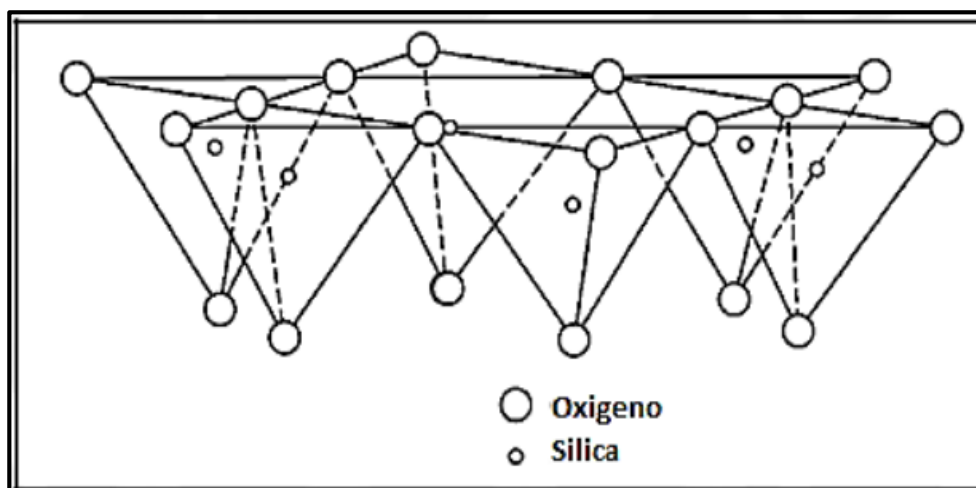


Figura 3. Estructura tetraédrica (Murray, 2019).

La mayoría de las arcillas industriales varían ampliamente en estructura y composición, aunque su estructura básica consiste en láminas octaédricas y tetraédricas.

Propiedades Físicas y Químicas

Las propiedades físicas y químicas importantes relevantes para el uso de arcillas son las siguientes:

Superficie específica

Se define como la superficie externa más el área superficial interna de las partículas constituyentes por unidad de masa, expresada en m^2/g .

Algunos ejemplos de superficies específicas de algunas arcillas:

Tabla 12

Superficies específicas de algunas arcillas

Arcilla	Superficie Especifica (m^2/g)
Caolinita de elevada cristalinidad	Hasta 15
Caolinita de baja cristalinidad	Hasta 50
Hallosita	Hasta 60
Illita	Hasta 50
Montmorillonita	80 – 300
Sepiolita	100 – 240
Paligorskita	100 – 200

Capacidad de intercambio catiónico

Se puede definir como la totalidad de cationes intercambiables que un material o suelo puede absorber a un nivel de pH determinado (Tabla 13), ya que la mayoría de los minerales arcillosos tienen carga negativa.

Tabla 13

Capacidad de intercambio catiónico de algunas arcillas

Arcilla	Capacidad (me/100g)
Caolinita	5 – 3
Hallosita	10 – 40
Illita	10 – 50
Clorita	10 – 50
Vermiculita	100 – 200
Montmorillonita	80 – 200
Sepiolita – Paligorskita	20 – 35

Capacidad de absorción

La capacidad de absorción está directamente relacionada con las propiedades estructurales (superficie específica y porosidad), y podemos hablar de dos procesos que casi no ocurren por separado. La arcilla absorbente tiene una tasa de absorción de agua superior al 100% (en peso).

Hidratación e hinchamiento

Está relacionado con la naturaleza de los cationes entre capas y la carga de la lámina.

Tixotropía

Se define como la pérdida de resistencia coloidal durante el amasado y su posterior recuperación en el tiempo.

Plasticidad

La plasticidad se puede determinar mediante el índice de Attemberg (límite líquido y límite plástico). El límite plástico es el contenido mínimo de humedad al que se puede enrollar la tierra hasta alcanzar un diámetro de un octavo de pulgada sin romperse. El límite líquido es el contenido mínimo de humedad a partir del cual el suelo comienza a fluir cuando se agita ligeramente. En la *tabla 14* se muestran los índices de plasticidad para las arcillas.

Tabla 14

Índices de plasticidad para las arcillas

Plasticidad	Índice de Plasticidad
No plástico	0
Leve	1 a 5
Bajo	5 a 10
Medio	10 a 20
Alta	20 a 40
Muy alta	40 a más

Arcillas Caoliníticas

Las arcillas que contienen grandes cantidades de caolinita suelen denominarse caolines.

El caolín calcinado reacciona con el hidróxido de calcio liberado por la hidratación del cemento en presencia de agua a temperatura ambiente para formar compuestos con propiedades gelificantes como C-S-H (silicato de calcio hidratado) y estratlingita (aluminosilicato de calcio hidratado).

La principal característica que determina el uso del caolín en muchas aplicaciones es su pureza mineral.

Esta fase de transición altamente reactiva es un material amorfo con reactividad puzolánica adecuado para su uso como material suplementario cementicio.

Caracterización y Reactividad Puzolánica

Los métodos más utilizados incluyen el dimensionamiento de partículas por láser, el área de superficie específica (BET), el análisis termogravimétrico (ATG), el análisis térmico diferencial (ATD), la microscopía electrónica de barrido (MEB), la espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier (FTIR) y la difracción de rayos X (DRX).

Mejoramiento de la Reactividad Puzolánica

Los métodos más utilizados son la activación química mecánica y la activación ácida.

Tiempo de Calcinación

Se trataron térmicamente muestras de 50 g en un horno de laboratorio a diferentes temperaturas (550, 600, 650 y 700°C) y durante diferentes tiempos de calentamiento (30, 60, 90, 120, 150 y 180 minutos).

Después de calentar, las muestras se "apagaron" a temperatura ambiente en condiciones ambientales para evitar la cristalización del metacaolín amorfo.

Se midió las muestras antes y después del tratamiento térmico para determinar la pérdida de peso durante la calcinación. El comportamiento térmico del suelo inicial se muestra en la *Figura 4*.

Cuando la temperatura desciende por debajo de los 200°C, el agua absorbida en los poros y superficies se libera.

Entre 200 y 450°C, el proceso de predeshidratación provoca pérdida de masa debido a la reorganización de las capas octaédricas.

En el rango de temperatura de 450-650°C, se produce la deshidroxilación de la caolinita y se forma metacaolinita, mientras que la mullita se forma a ca. 1000°C como lo indica el pico exotérmico.

El pico endotérmico más alto observado fue de 552°C, lo que puede atribuirse al proceso de deshidroxilación.

Para lograr parámetros de calcinación óptimos, la arcilla se trató térmicamente a diferentes temperaturas y tiempos de calentamiento.

Las pérdidas iniciales de masa de arcilla para los parámetros de calcinación dados se dan en la *Tabla 15*.

Se puede observar que, a temperaturas de calcinación de 550, 600 y 650 °C, la pérdida de masa aumenta hasta 90 min, mientras que un calentamiento más prolongado tiene un efecto insignificante sobre la pérdida de masa.

Tabla 15

Pérdida de masa (%) de arcilla de caolín para diferentes temperaturas y tiempos de calcinación

Heating time, min	Temperature, °C			
	550	600	650	700
15			10.72	11.90
30	9.26	10.56	11.22	12.00
60	10.49	11.42	11.73	12.05
90	11.11	11.80	12.00	12.07
120	11.24	11.80	12.03	12.15
150	11.33	11.74	11.92	12.11
180	11.51	11.76		

En el trabajo de investigación se planificó trabajar a 550°C con periodos de 30, 60 y 90 minutos, ya que el grado de deshidroxilación cambia 3 veces como se muestra en la Figura 4.

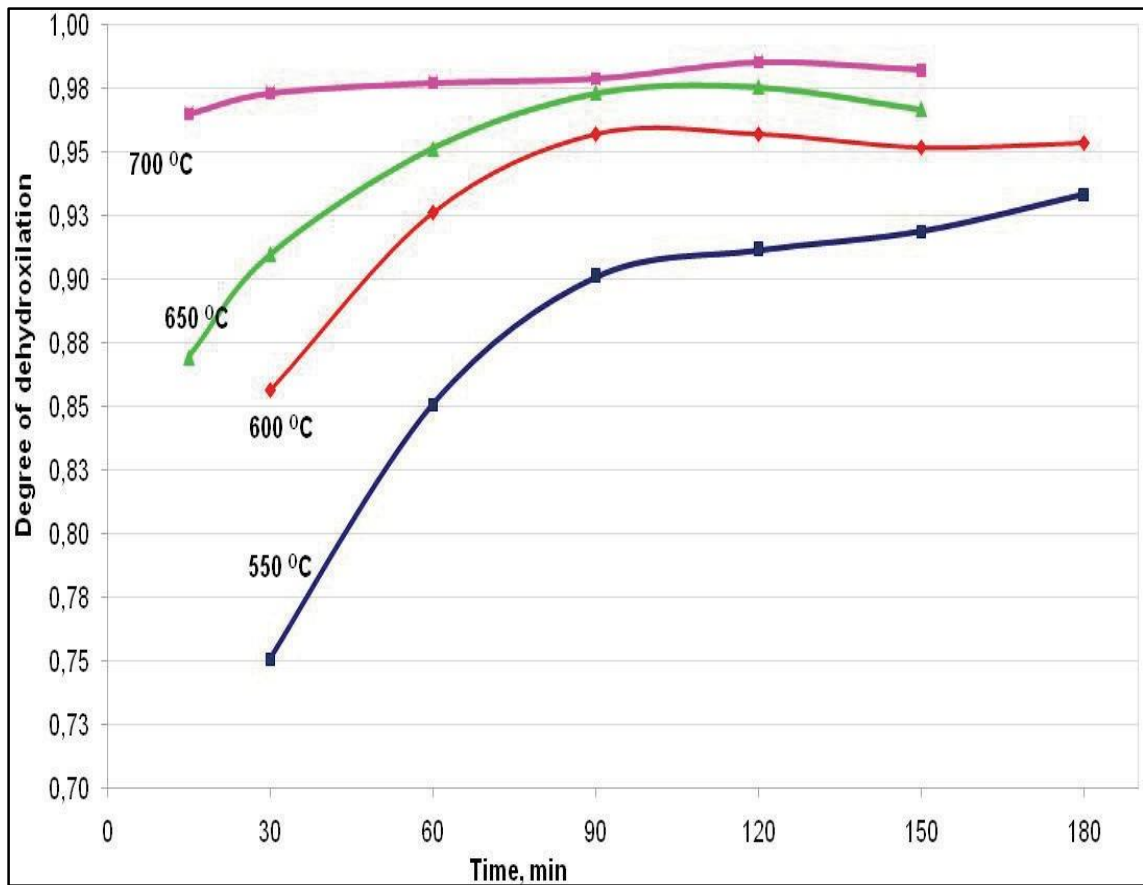


Figura 4. Dependencia del grado de deshidroxilación, en el tiempo de calcinación para diferentes temperaturas de tratamiento térmico

Grado de Calcinación

Rango de análisis de arcilla Quitarcaca 50°C – 900°C

Entre los rangos de 500°C y 600°C, la Figura 5 se muestra una pérdida de masa significativa debido a la fragmentación de OH (oxidrilos) y una transición de fase de cristalina a amorfa debido a la evaporación atómica.

A 550°C, los constituyentes químicos en la forma elemental de la arcilla se convierten en óxidos para formar el componente puzolánico, dejando enlaces libres para trabajar con los constituyentes del cemento Portland Tipo I.

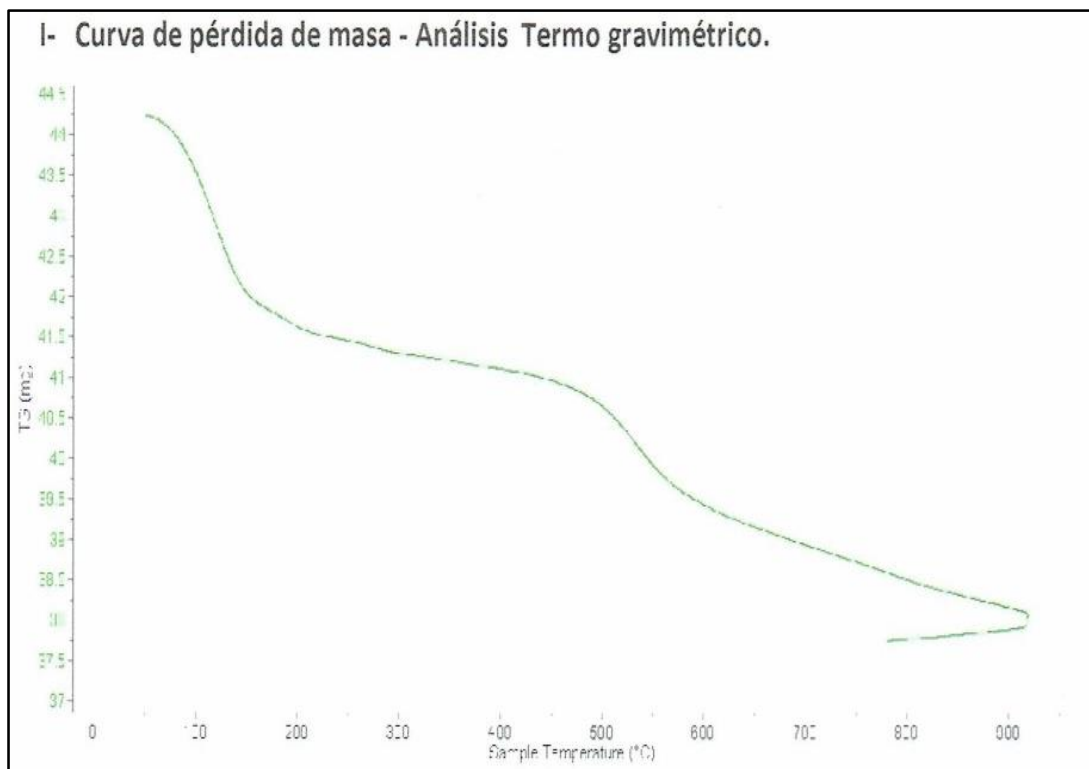


Figura 5. Curva de Pérdida de Masa – Análisis Térmico Gravimétrico de la Arcilla de Quitaracsa

Fuente: Carlos Colonia (2018)

En la Figura 6, la curva muestra el máximo endotérmico (absorción de calor), a 110°C donde el agua se evapora. También se muestra un rango de absorción de calor de 190°C a 210°C. Luego, aparecen picos endotérmicos en la región de 500°C y 600°C, indicando posibles fases y cambios cristalográficos, confirmando que el componente puzolánico de la arcilla Quitaracsa se activa por calcinación a 550°C. Usaremos esto como base para este estudio.

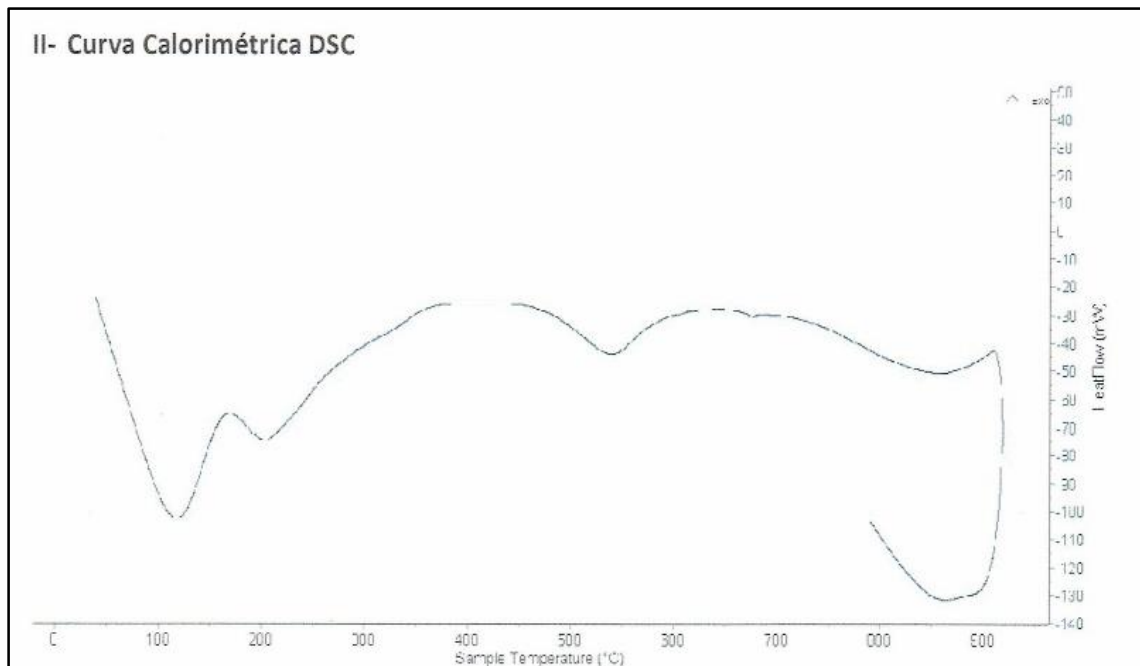


Figura 6. Curva Calorimétrica DCS (Curva de Calor Absorbido) de la Arcilla de Quitaracsá

Fuente: Carlos Colonia (2018)

Este mineral pierde agua estructural a 550°C y se deshidroxila formando metacaolinita. La deshidroxilación suele ocurrir entre 600°C y 700°C; las illitas aluminico-férricas sufren este proceso entre 450° y 550°C, mientras que las magnésico-ferrosas es un proceso más lento. Esta pérdida de agua no afecta a la estructura y la illita permanece en forma anhidra a temperaturas de hasta 850°-1000°C.

Lugar de la Arcilla

Tabla 16

Disponibilidad de la Arcilla de Quitaracsa

Ubicación de la Arcilla	
Distrito:	Yuracmarca
Provincia:	Huaylas
Región:	Ancash
Ubigeo:	021210
Latitud Sur:	8° 46' 21.9" S (-8.77275529000)
Latitud Oeste:	77° 44' 13.7" W (-77.73714078000)
Altitud:	3269 msnm
Huso Horario:	UTC – 5

A través del proyecto se busca aumentar específicamente la resistencia del mortero, lo que ayudará a las viviendas del distrito de Chimbote, y por otro lado se intenta proteger el medio ambiente, lo que tiene un gran impacto en la producción por la pérdida de clinker por elevada emisión de CO₂.

Las materias primas utilizadas en la producción de cemento son materiales no renovables que contribuyen a la deforestación en zonas montañosas. En base a esta y la pregunta anterior, existen materias primas renovables. Como residuos agroindustriales y pesqueros. Estos materiales pueden tener las propiedades del cemento si se activan a temperaturas más bajas que el cemento. Puede reemplazar al cemento en gran medida y reducir costos, permitiendo que las personas de bajos ingresos utilicen cemento y al mismo tiempo reducen la contaminación ambiental.

El cemento es el material más importante en edificios y otras estructuras, pero su costo de compra es alto y no está al alcance de personas de bajos ingresos; El alto costo del cemento se debe a la alta temperatura utilizada en el proceso de producción, que consume una gran cantidad de energía. Este alto consumo de energía provocó una grave contaminación ambiental.

Las arcillas tienen precursores de cenizas volcánicas (Si, Al, Fe) que al activarse formarán materiales altamente reactivos con el hidróxido de calcio que libera para formar materiales cementosos. Desde el punto de vista de la ingeniería civil, la sustitución de Quitaracsa Clay ofrece muchas ventajas, ya que proporciona una alternativa económica y de alta calidad al mortero o las mezclas de hormigón, lo que aumenta la probabilidad de trabajo positivo del mortero y la probabilidad de fallo.

Actualmente, las personas buscan alternativas a los recursos naturales, de los cuales la actividad volcánica es un rasgo común o ancestro, lo que nos lleva a un mayor interés y difusión de tecnologías ya utilizadas en los países desarrollados, porque las tecnologías de construcción proporcionarán estructuras en el futuro. El componente más ligero y fino, pero con altísima resistencia y menor coste.

Este estudio se basará en el estudio del tiempo de calcinación de la arcilla para asegurar que el mortero tenga la suficiente resistencia, durabilidad y en casos especiales morteros de baja permeabilidad.

La población de la sierra tiene viviendas mayormente con adobe, producto de su baja economía. Por esta razón no pueden usar el cemento debido a sus altos costos, que son generados al producir el cemento debido a la utilización de materias primas no renovables que para activarlas se utilizan altas temperaturas de calcinación y por ende consumen mucha energía. En la Sierra se encuentran varios tipos de depósitos de arcilla (*Isabel Druk, 2019*) Estos depósitos de arcilla tienen propiedades cementantes y pueden reemplazar al cemento en grandes cantidades en mezclas de mortero, reduciendo así el costo del cemento.

La arcilla de Quitaracsa fue estudiada por investigadores la cual no tomaron en cuenta el efecto del tiempo de calcinación de la arcilla en mezclas de mortero. Existen investigaciones internacionales sobre el efecto del tiempo de calcinación de las arcillas (*Rashad et al, 2018*) en la resistencia de morteros. Se formulo el problema: ¿Cuál sería el efecto del tiempo de calcinación de la arcilla de Quitaracsa en la Resistencia del mortero al sustituir el 20% al cemento?

Al calcinar la arcilla en diferentes tiempos, se activan los precursores de las puzolanas de sílice, hierro y aluminio y se reemplaza por un 20% de cemento en la mezcla del mortero, logrando una resistencia óptima en comparación a un mortero convencional sin sustitución.

Se planteó como objetivo general: Determinar el efecto del tiempo de calcinación $\frac{1}{2}$ h, 1 h y 1 $\frac{1}{2}$ h en la resistencia a la compresión del mortero que ha sido sustituido por el 20 % del cemento por la arcilla Quitaracsa. Así mismo, los objetivos específicos:

- Determinar el Índice de Plasticidad de la Arcilla de Quitaracsa.
- Determinar la Composición Química de la Arcilla de Quitaracsa mediante el ensayo de Fluorescencia de Rayos X.
- Determinar la Resistencia a la Compresión de los morteros patrones y experimentales a los 3, 7 y 28 días de curado.

METODOLOGIA

Por su orientación, la presente es una investigación aplicada en razón de que se explora la resistencia de un mortero que ha sido sustituido por arcilla con posible potencial aplicación en el sector construcción.

El término "cuasi-experimental" significa que el diseño casi ha alcanzado el nivel de un experimento. Por tanto, se establecerán dos grupos de estudio, un grupo experimental formado por mortero de sustitución y un grupo control formado por mortero patrón. Se pueden lograr buenos resultados aumentando la resistencia a la compresión, que se evalúa después de 3, 7 y 28 días de curado.

Siendo el esquema de dicho diseño de investigación el siguiente:

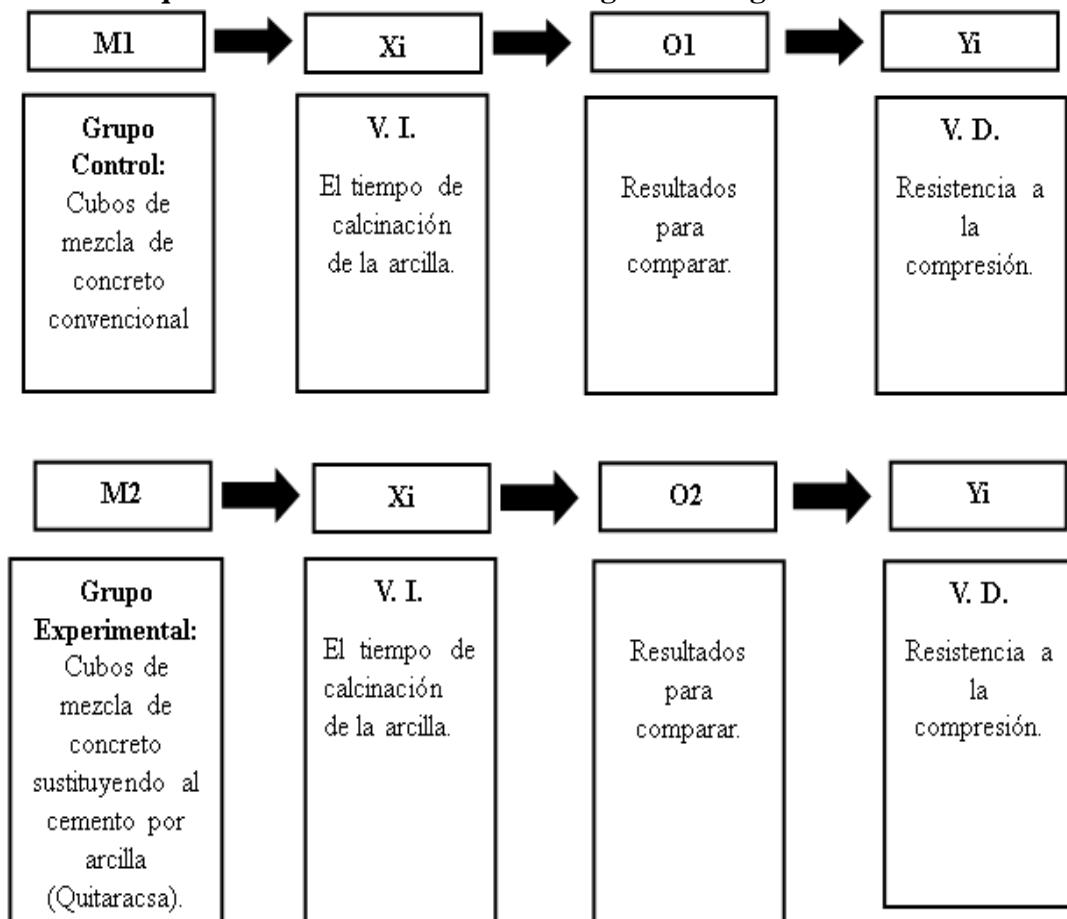


Figura 7. Diseño de Investigación

Donde:

M1: Grupo Control: Cubos de concreto mezclado patrón.

Xi: Variable Independiente de estudio: El tiempo de calcinación de la arcilla.

O1: Observaciones: Resultados del diseño de mezcla convencional para comparar.

Yi: Variable Dependiente de estudio: Resistencia a la Compresión del mortero patrón.

M2: Grupo Experimental: Cubos de concreto mezclado sustituyendo al cemento por arcilla de Quitaracsa.

Xi: Variable Independiente de estudio: El tiempo de calcinación de la arcilla.

O2: Observaciones: Resultados del diseño de mezcla experimentales para comparar.

Yi: Variable Dependiente de estudio: Resistencia a la Compresión de los morteros experimentales.

El estudio es de diseño experimental con un enfoque cuantitativo, ya que las variables y sus indicadores se estudian midiendo y anotando los resultados en una base de datos.

La unidad de análisis fueron cubos de morteros curados con agua y ensayados a la Resistencia a la Compresión.

Tratamientos

Tabla 17

Tratamiento

Tratamientos	Muestras
T1: Grupo de Control	Cubos de mortero patrones
T2: Grupo Experimental	Cubos de mortero sustituyendo al cemento en un 20% por arcilla calcinada de Quitaracsa.

La población estuvo conformada por cubos de morteros de 50 mm de arista, elaborados de manera convencional y aplicando el diseño estipulado con el mortero sustituyendo

porcentualmente la arcilla de Quitaracsa al cemento, para elaborar 36 cubos, el cual será la población adoptada, previamente evaluados.

Las muestras fue un conjunto de 36 cubos de mortero (cubos de morteros convencionales y cubos de morteros sustituidos con arcilla), formando cada grupo de 9 morteros, 27 morteros experimentales con un 20% de sustitución, precalculadas mediante muestreo proporcional de variable cuantitativa, de 36 cubos de mortero. (tanto convencionales como experimentales), teniendo en cuenta las dimensiones estándar del mortero, ayudarán a conseguir los resultados necesarios en cuanto a mejor resistencia, se realizarán ensayos en el laboratorio de mecánica de suelos para determinar la resistencia a la compresión.

Para la elaboración de los morteros se utilizó las siguientes materias primas:

Se recolectó la Arcilla del lugar de Quitaracsa que se encuentra ubicado a 2 horas de Tarica a 3275 msnm, fue extraída en un saco limpio de la parte alta de un cerro con ayuda de palana y barreta aproximadamente unos 50 kilos, la arcilla es de color marrón claro.

Se recolectó la Arena de la cantera Chero que está a lado de la Playa Vesique unos 20 kilos en un saco nuevo y limpio con ayuda de una palana.

Se compró 1 bolsa de Cemento Portland Pacasmayo Tipo I de 42.5 Kg. de la tienda de Pacasmayo que queda en la Av. Meiggs de Chimbote.

Procedimiento de la Arcilla

La arcilla fue recolectada del lugar de Quitaracsa, Distrito de Yuracmarca, Provincia de Huaylas y Región Ancash, a una altitud de 3269 msnm. (Ver Figura 01 – 02). La arcilla recolectada se colocó en una tina para comenzar con el lavado, se realizó a las 11:00 am, se dejó reposar por 1 día entero para que la arcilla se separe con el limo (Ver Figura 03 – 04), luego se pasó por la malla organza colocada en un balde de 20 litros iniciando a las 11:00 am y terminando a las 3:00 pm aproximadamente 5 horas y se dejó reposar por 1 día para que la arcilla asiente en la parte de abajo del balde y que suba el agua en la parte de arriba (Ver Figura 05), luego se retiró el agua con ayuda de una jeringa para luego iniciar con el secado al aire libre con ayuda del sol colocándolo en varios recipientes para que pueda secar lo más rápido, el secado demoró unos 5 días aproximadamente (Ver Figura 06). Luego del secado se procedió a moler unos 500 gr. de arcilla y pasarla por la malla #200 para poder realizar los Límites de Attemberg (Ver Figura 07) y el resto de arcilla que queda se procederá a calcinar por cantidades iguales en 3 tiempos diferentes a $\frac{1}{2}$ h, 1 h y $1 \frac{1}{2}$ h en el Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad San Pedro.

Límites de Attemberg

Para realizar el ensayo del Limite Liquido se mezcló cuidadosamente la muestra de 150 gr. de arcilla (Ver Figura 08) con ayuda de una espátula controlando la cantidad de agua a usar hasta que su color sea uniforme y tengamos una masa homogénea, colocamos la base de la copa de Casagrande, con ayuda de una espátula echamos la mezcla hasta una profundidad de 10 mm desde el punto más profundo hasta conseguir una superficie plana aproximadamente, debemos eliminar las burbujas de aire; cubrir con una toalla húmeda para retener la humedad, con ayuda del acanalador se hace una ranura del punto más alto al más bajo, se pone en movimiento la copa de casagrande con ayuda de la manivela hasta cerrar la ranura a una distancia de 13 mm, cuando la ranura este cerrada debemos anotar la cantidad de golpes, el primero será de 25 a 35 golpes, el segundo será de 20 a 30 golpes y el tercero será de 15 a 25 golpes, este proceso será repetido 3 veces, verificar que una burbuja de aire no haya causado el

cierre prematuro de la ranura, luego de anotar la cantidad de golpes para cada ensayo se procederá a tomar la muestra de la parte central de la copa de casagrande y será colocado en recipientes pequeños (Ver Figura 09) para luego ser colocados al horno por 24 horas para determinar el contenido de humedad.

Para realizar el ensayo del Limite Plástico se tomó una muestra de 20 gr. (Ver Figura 10), se mezcló con agua para obtener una masa homogénea, se cuarteó la muestra y usamos solo 1 porción, se formó 3 cilindros pequeños delgados de 2 gr. de peso y 3mm de diámetro haciendo moldes en forma de elipsoide rodando con ayuda de los dedos de la mano en una superficie lisa (vidrio) obteniendo 3 muestras de 2 gr. (Ver Figura 11), porque luego se colocó al horno por 24 horas.

Del ensayo realizado de los Limites de Attemberg se obtuvo un 44.961% del Limite Liquido y un 27.660% del Limite Plástico, obteniendo un Índice de Plasticidad de 17.301%.

Procedimiento de la Arena

La arena que se utilizó para los morteros patrón y experimental fue recolectada de la cantera de Vesique – Nuevo Chimbote – Santa – Ancash. Se recolectó 50 Kg de arena para utilizarse en los morteros patrón y experimentales. Se realizará los respectivos ensayos de granulometría y su gradación respectiva pasada por 7 mallas. (Ver Figura 12 – 15).

Calcinación de la Arcilla

Para la calcinación de la arcilla se realizó a una temperatura de 550°C a diferentes tiempos de ½ h (Ver Figura 16 – 18), 1 h (Ver Figura 19 – 21) y 1 ½ h (Ver Figura 22 – 24), utilizando 1Kg700gr para cada tiempo, se calcinará en el Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad San Pedro – Chimbote, en una mufla con la muestra en galletas. Se calcino para luego realizar los ensayos de fluidez para cada

tiempo y para elaborar los morteros experimentales luego de ser molidas y tamizadas por la malla #200.

Composición Química de la Arcilla

Se realizó el Ensayo de Fluorescencia de Rayos X en la Universidad Nacional de Ingeniería – Lima, para determinar la Composición Química de la Arcilla de Quitaraca, lo cual se calcinó en el laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad San Pedro – Chimbote, una cantidad de 50 gr. de arcilla para cada tiempo de ½ h, 1 h y 1 ½ h a una temperatura de 550°C.

Se pesó la muestra calcinada para cada tiempo de ½h, 1h y 1½h y luego será molida y tamizada por la malla # 200. (Ver Figura 25 – 27).

Se empaquetó y se llevó a Lima solo 20 gr. de arcilla de cada tiempo para realizarse el respectivo Ensayo de Fluorescencia de Rayos X. (Ver Figura 28 – 30)

Ensayo de Fluides de Mortero Patrón y Experimental

Para el llenado del molde de la plataforma de la mesa de flujo se frotó cuidadosamente la superficie, se limpió y se secó, se ubicó el molde de flujo en el centro, se vertió en el molde una capa del mortero aproximadamente 25 mm de espesor, y se apisonó con 20 golpes del compactador uniformemente distribuidos, la presión del compactador debe ser la suficiente para asegurar el llenado uniforme del molde, con una segunda capa de mortero el molde fue llenado totalmente y se apisono igual que la primera capa, se retiró el exceso de mortero de la capa superior para lograr una superficie plana por medio de un palustre (sostenido de cerca y perpendicularmente al molde), una vez el molde se encuentre lleno, se limpió y se secó la plataforma de la mesa, se debe tener cuidado de sacar el agua ya que este alrededor de la base del molde, después de 1 minuto de terminada la operación de mezclado, se retira el molde levantándolo e inmediatamente se deja caer la mesa de flujo desde una altura de 12.7 mm 25 veces en 15 segundos, luego con ayuda del calibrador se mide el diámetro de la base de la muestra, en 4 puntos equidistantes y se calculó el diámetro promedio.

Del ensayo realizado para los morteros patrones los resultados de los diámetros obtenidos en los 4 puntos equidistantes son 16.57, 17.40, 17.22 y 16.70, obteniendo un diámetro promedio de 16.97, un diámetro inicial de 10.16 y un porcentaje de fluidez de 67.05%.

Del ensayo realizado para los morteros experimentales los resultados de los diámetros obtenidos en los 4 puntos equidistantes son 14.30, 15.20, 14.80 y 15.30, obteniendo un diámetro promedio de 14.90, un diámetro inicial de 10.16 y un porcentaje de fluidez de 46.65%.

Pesado de Materiales

Luego se hizo el pesado de todos los materiales para la elaboración de los morteros patrones:

Se pesó 3 bolsas de cemento de 250gr. para 3 días, 7 días y 28 días.

Se pesó 3 bolsas de arena de 687.5 gr. para 3 días, 7 días y 28 días.

Se pesó 3 vasitos de agua de 121.00 gr. para 3 días, 7 días y 28 días.

Luego se hizo el pesado de todos los materiales para la elaboración de los morteros experimentales:

Para ½ h:

Se pesó 3 bolsas de cemento de 200 gr. para 3 días, 7 días y 28 días.

Se pesó 3 bolsas de arena de 687.5 gr. para 3 días, 7 días y 28 días.

Se pesó 3 bolsas de arcilla de 50 gr. para 3 días, 7 días y 28 días.

Se pesó 3 vasitos de agua de 137.50 gr. para 3 días, 7 días y 28 días.

Para 1 h:

Se pesó 3 bolsas de cemento de 200 gr. para 3 días, 7 días y 28 días.

Se pesó 3 bolsas de arena de 687.5 gr. para 3 días, 7 días y 28 días.

Se pesó 3 bolsas de arcilla de 50 gr. para 3 días, 7 días y 28 días.

Se pesó 3 vasitos de agua de 137.50 gr. para 3 días, 7 días y 28 días.

Para 1 ½ h:

Se pesó 3 bolsas de cemento de 200 gr. para 3 días, 7 días y 28 días.

Se pesó 3 bolsas de arena de 687.5 gr. para 3 días, 7 días y 28 días.

Se pesó 3 bolsas de arcilla de 50 gr. para 3 días, 7 días y 28 días.

Se pesó 3 vasitos de agua de 137.50 gr. para 3 días, 7 días y 28 días.

Elaboración de Cubos de Morteros

Preparación de Morteros a 3 Días

Mortero Patrón

- Se pesó la arena de cada malla, #8, #16, #30, #50, #100 y #200. (Ver Figura 31)
- Se colocó en una fuente para mezclarlo. (Ver Figura 32)
- Se inició con el mezclado cuidadosamente.
- Se pesó el cemento a utilizar. (Ver Figura 33)
- Se colocó en una fuente la arena mezclada y el cemento. (Ver Figura 34)
- Se cuarteó la arena y el cemento. (Ver Figura 35)
- Se mezcló cuidadosamente cada parte por parte.
- Se procedió a realizar la elaboración del mortero. (Ver Figura 36)
- Luego de realizarlo se procedió a vaciar en el molde y se observa el mortero encofrado. (Ver Figura 37)
- Se observó el mortero encofrado dejado 1 día después. (Ver Figura 38)
- Se procedió a desencofrar el molde del mortero patrón. (Ver Figura 39)
- Luego se enmarcó los morteros con ayuda de un corrector. (Ver Figura 40)

- Se procedió a pesar cada mortero y se tomó datos en una hoja de Excel. (Ver Figura 41 – 43)
- Se procedió al curado de los morteros. (Ver Figura 44)

Morteros Experimentales

½ h

- Se pesó la arena de cada malla, #8, #16, #30, #50, #100 y #200. (Ver Figura 45)
- Se colocó en una fuente para mezclarlo. (Ver Figura 46)
- Se inició con el mezclado cuidadosamente.
- Se pesó el cemento y la arcilla a utilizar. (Ver Figura 47)
- Se colocó el cemento y la arcilla en una fuente. (Ver Figura 48)
- Se procedió con el cuarteado de cada muestra. (Ver Figura 49)
- Se procedió con el mezclado cuidadosamente parte por parte.
- Luego se mezcló y se obtuvo una muestra homogénea de cemento-arcilla.
- Se colocó en una fuente la arena mezclada y la muestra de cemento-arcilla. (Ver Figura 50)
- Se procedió a cuartear las muestras. (Ver Figura 51)
- Se mezcló parte por parte la mezcla cuarteada.
- Se procedió a elaborar el mortero. (Ver Figura 52)
- Luego se vació en el molde y se observó el mortero encofrado. (Ver Figura 53)
- Se observó el mortero encofrado dejado 1 día después. (Ver Figura 54)
- Se procedió a desencofrar el molde del mortero patrón. (Ver Figura 55)
- Luego se enmarcó los morteros con ayuda de un corrector. (Ver Figura 56)
- Se procedió a pesar cada mortero y se tomó datos en una hoja de Excel. (Ver Figura 57 – 59)
- Se procedió al curado de los morteros. (Ver Figura 60)

1 h

- Se pesó la arena de cada malla, #8, #16, #30, #50, #100 y #200. (Ver Figura 61)
- Se colocó en una fuente para mezclarlo. (Ver Figura 62)

- Se inició con el mezclado cuidadosamente.
- Se pesó el cemento y la arcilla a utilizar. (Ver Figura 63)
- Se colocó el cemento y la arcilla en una fuente. (Ver Figura 64)
- Se procedió con el cuarteado de cada muestra. (Ver Figura 65)
- Se procedió con el mezclado cuidadosamente parte por parte.
- Luego se mezcló y se obtuvo una muestra homogénea de cemento-arcilla.
- Se colocó en una fuente la arena mezclada y la muestra de cemento-arcilla. (Ver Figura 66)
- Se procedió a cuartear las muestras. (Ver Figura 67)
- Se mezcló parte por parte la mezcla cuarteada.
- Se procedió a elaborar el mortero. (Ver Figura 68)
- Luego se vació en el molde y se observó el mortero encofrado. (Ver Figura 69)
- Se observó el mortero encofrado dejado 1 día después. (Ver Figura 70)
- Se procedió a desencofrar el molde del mortero patrón. (Ver Figura 71)
- Luego se enmarcó los morteros con ayuda de un corrector. (Ver Figura 72)
- Se procedió a pesar cada mortero y se tomó datos en una hoja de Excel. (Ver Figura 73 – 75)
- Se procedió al curado de los morteros. (Ver Figura 76)

1 ½ h

- Se pesó la arena de cada malla, #8, #16, #30, #50, #100 y #200. (Ver Figura 77)
- Se colocó en una fuente para mezclarlo. (Ver Figura 78)
- Se inició con el mezclado cuidadosamente.
- Se pesó el cemento y la arcilla a utilizar. (Ver Figura 79)
- Se colocó el cemento y la arcilla en una fuente. (Ver Figura 80)
- Se procedió con el cuarteado de cada muestra. (Ver Figura 81)
- Se procedió con el mezclado cuidadosamente parte por parte.
- Luego se mezcló y se obtuvo una muestra homogénea de cemento-arcilla.
- Se colocó en una fuente la arena mezclada y la muestra de cemento-arcilla. (Ver Figura 82)

- Se procedió a cuartear las muestras. (Ver Figura 83)
- Se mezcló parte por parte la mezcla cuarteada.
- Se procedió a elaborar el mortero. (Ver Figura 84)
- Luego se vació en el molde y se observó el mortero encofrado. (Ver Figura 85)
- Se observó el mortero encofrado dejado 1 día después. (Ver Figura 86)
- Se procedió a desencofrar el molde del mortero patrón. (Ver Figura 87)
- Luego se enmarcó los morteros con ayuda de un corrector. (Ver Figura 88)
- Se procedió a pesar cada mortero y se tomó datos en una hoja de Excel. (Ver Figura 89 – 91)
- Se procedió al curado de los morteros. (Ver Figura 92)

Preparación de Morteros a 7 días

Mortero Patrón

- Se pesó la arena de cada malla, #8, #16, #30, #50, #100 y #200. (Ver Figura 93)
- Se colocó en una fuente para mezclarlo. (Ver Figura 94)
- Se inició con el mezclado cuidadosamente.
- Se pesó el cemento a utilizar. (Ver Figura 95)
- Se colocó en una fuente la arena mezclada y el cemento. (Ver Figura 96)
- Se cuarteó la arena y el cemento. (Ver Figura 97)
- Se mezcló cuidadosamente cada parte por parte.
- Se procedió a realizar la elaboración del mortero. (Ver Figura 98)
- Luego se vació en el molde y se observó el mortero encofrado. (Ver Figura 99)
- Se observó el mortero encofrado dejado 1 día después. (Ver Figura 100)
- Se procedió a desencofrar el molde del mortero patrón. (Ver Figura 101)
- Luego se enmarcó los morteros con ayuda de un corrector. (Ver Figura 102)
- Se procedió a pesar cada mortero y se tomó datos en una hoja de Excel. (Ver Figura 103 – 105)
- Se procedió al curado de los morteros. (Ver Figura 106)

Morteros Experimentales

½ h

- Se pesó la arena de cada malla, #8, #16, #30, #50, #100 y #200. (Ver Figura 107)
- Se colocó en una fuente para mezclarlo. (Ver Figura 108)
- Se inició con el mezclado cuidadosamente.
- Se pesó el cemento y la arcilla a utilizar. (Ver Figura 109)
- Se colocó el cemento y la arcilla en una fuente. (Ver Figura 110)
- Se procedió con el cuarteado de cada muestra. (Ver Figura 111)
- Se procedió con el mezclado cuidadosamente parte por parte.
- Luego se mezcló y se obtuvo una muestra homogénea de cemento-arcilla.
- Se colocó en una fuente la arena mezclada y la muestra de cemento-arcilla. (Ver Figura 112)
- Se procedió a cuartear las muestras. (Ver Figura 113)
- Se mezcló parte por parte la mezcla cuarteada.
- Se procedió a elaborar el mortero. (Ver Figura 114)
- Luego se vació en el molde y se observó el mortero encofrado. (Ver Figura 115)
- Se observó el mortero encofrado dejado 1 día después. (Ver Figura 116)
- Se procedió a desencofrar el molde del mortero patrón. (Ver Figura 117)
- Luego se enmarcó los morteros con ayuda de un corrector. (Ver Figura 118)
- Se procedió a pesar cada mortero y se tomó datos en una hoja de Excel. (Ver Figura 119 – 121)
- Se procedió al curado de los morteros. (Ver Figura 122)

1 h

- Se pesó la arena de cada malla, #8, #16, #30, #50, #100 y #200. (Ver Figura 123)
- Se colocó en una fuente para mezclarlo. (Ver Figura 124)
- Se inició con el mezclado cuidadosamente.
- Se pesó el cemento y la arcilla a utilizar. (Ver Figura 125)

- Se colocó el cemento y la arcilla en una fuente. (Ver Figura 126)
- Se procedió con el cuarteado de cada muestra. (Ver Figura 127)
- Se procedió con el mezclado cuidadosamente parte por parte.
- Luego se mezcló y se obtuvo una muestra homogénea de cemento-arcilla.
- Se colocó en una fuente la arena mezclada y la muestra de cemento-arcilla. (Ver Figura 128)
- Se procedió a cuartear las muestras. (Ver Figura 129)
- Se mezcló parte por parte la mezcla cuarteada.
- Se procedió a elaborar el mortero. (Ver Figura 130)
- Luego se vació en el molde y se observó el mortero encofrado. (Ver Figura 131)
- Se observó el mortero encofrado dejado 1 día después. (Ver Figura 132)
- Se procedió a desencofrar el molde del mortero patrón. (Ver Figura 133)
- Luego se enmarcó los morteros con ayuda de un corrector. (Ver Figura 134)
- Se procedió a pesar cada mortero y se tomó datos en una hoja de Excel. (Ver Figura 135 – 137)
- Se procedió al curado de los morteros. (Ver Figura 138)

1 ½ h

- Se pesó la arena de cada malla, #8, #16, #30, #50, #100 y #200. (Ver Figura 139)
- Se colocó en una fuente para mezclarlo. (Ver Figura 140)
- Se inició con el mezclado cuidadosamente.
- Se pesó el cemento y la arcilla a utilizar. (Ver Figura 141)
- Se colocó el cemento y la arcilla en una fuente. (Ver Figura 142)
- Se procedió con el cuarteado de cada muestra. (Ver Figura 143)
- Se procedió con el mezclado cuidadosamente parte por parte.
- Luego se mezcló y se obtuvo una muestra homogénea de cemento-arcilla.
- Se colocó en una fuente la arena mezclada y la muestra de cemento-arcilla. (Ver Figura 144)
- Se procedió a cuartear las muestras. (Ver Figura 145)

- Se mezcló parte por parte la mezcla cuarteada.
- Se procedió a elaborar el mortero. (Ver Figura 146)
- Luego se vació en el molde y se observó el mortero encofrado. (Ver Figura 147)
- Se observó el mortero encofrado dejado 1 día después. (Ver Figura 148)
- Se procedió a desencofrar el molde del mortero patrón. (Ver Figura 149)
- Luego se enmarcó los morteros con ayuda de un corrector. (Ver Figura 150)
- Se procedió a pesar cada mortero y se tomó datos en una hoja de Excel. (Ver Figura 151 – 153)
- Se procedió al curado de los morteros. (Ver Figura 154)

Preparación de Morteros a 28 Días

Mortero Patrón

- Se pesó la arena de cada malla, #8, #16, #30, #50, #100 y #200. (Ver Figura 155)
- Se colocó en una fuente para mezclarlo. (Ver Figura 156)
- Se inició con el mezclado cuidadosamente.
- Se pesó el cemento a utilizar. (Ver Figura 157)
- Se colocó en una fuente la arena mezclada y el cemento. (Ver Figura 158)
- Se cuarteó la arena y el cemento. (Ver Figura 159)
- Se mezcló cuidadosamente cada parte por parte.
- Se procedió a realizar la elaboración del mortero. (Ver Figura 160)
- Luego se vació en el molde y se observó el mortero encofrado. (Ver Figura 161)
- Se observó el mortero encofrado dejado 1 día después. (Ver Figura 162)
- Se procedió a desencofrar el molde del mortero patrón. (Ver Figura 163)
- Luego se enmarcó los morteros con ayuda de un corrector. (Ver Figura 164)
- Se procedió a pesar cada mortero y se tomó datos en una hoja de Excel. (Ver Figura 165 – 167)
- Se procedió al curado de los morteros. (Ver Figura 168)

Morteros Experimentales

½ h

- Se pesó la arena de cada malla, #8, #16, #30, #50, #100 y #200. (Ver Figura 169)
- Se colocó en una fuente para mezclarlo. (Ver Figura 170)
- Se inició con el mezclado cuidadosamente.
- Se pesó el cemento y la arcilla a utilizar. (Ver Figura 171)
- Se colocó el cemento y la arcilla en una fuente. (Ver Figura 172)
- Se procedió con el cuarteado de cada muestra. (Ver Figura 173)
- Se procedió con el mezclado cuidadosamente parte por parte.
- Luego se mezcló y se obtuvo una muestra homogénea de cemento-arcilla.
- Se colocó en una fuente la arena mezclada y la muestra de cemento-arcilla. (Ver Figura 174)
- Se procedió a cuartear las muestras. (Ver Figura 175)
- Se mezcló parte por parte la mezcla cuarteada.
- Se procedió a elaborar el mortero. (Ver Figura 176)
- Luego se vació en el molde y se observó el mortero encofrado. (Ver Figura 177)
- Se observó el mortero encofrado dejado 1 día después. (Ver Figura 178)
- Se procedió a desencofrar el molde del mortero patrón. (Ver Figura 179)
- Luego se enmarcó los morteros con ayuda de un corrector. (Ver Figura 180)
- Se procedió a pesar cada mortero y se tomó datos en una hoja de Excel. (Ver Figura 181 – 183)
- Se procedió al curado de los morteros. (Ver Figura 184)

1 h

- Se pesó la arena de cada malla, #8, #16, #30, #50, #100 y #200. (Ver Figura 185)
- Se colocó en una fuente para mezclarlo. (Ver Figura 186)
- Se inició con el mezclado cuidadosamente.

- Se pesó el cemento y la arcilla a utilizar. (Ver Figura 187)
- Se colocó el cemento y la arcilla en una fuente. (Ver Figura 188)
- Se procedió con el cuarteado de cada muestra. (Ver Figura 189)
- Se procedió con el mezclado cuidadosamente parte por parte.
- Luego se mezcló y se obtuvo una muestra homogénea de cemento-arcilla.
- Se colocó en una fuente la arena mezclada y la muestra de cemento-arcilla. (Ver Figura 190)
- Se procedió a cuartear las muestras. (Ver Figura 191)
- Se mezcló parte por parte la mezcla cuarteada.
- Se procedió a elaborar el mortero. (Ver Figura 192)
- Luego se vació en el molde y se observó el mortero encofrado. (Ver Figura 193)
- Se observó el mortero encofrado dejado 1 día después. (Ver Figura 194)
- Se procedió a desencofrar el molde del mortero patrón. (Ver Figura 195)
- Luego se enmarcó los morteros con ayuda de un corrector. (Ver Figura 196)
- Se procedió a pesar cada mortero y se tomó datos en una hoja de Excel. (Ver Figura 197 – 199)
- Se procedió al curado de los morteros. (Ver Figura 200)

1 ½ h

- Se pesó la arena de cada malla, #8, #16, #30, #50, #100 y #200. (Ver Figura 201)
- Se colocó en una fuente para mezclarlo. (Ver Figura 202)
- Se inició con el mezclado cuidadosamente.
- Se pesó el cemento y la arcilla a utilizar. (Ver Figura 203)
- Se colocó el cemento y la arcilla en una fuente. (Ver Figura 204)
- Se procedió con el cuarteado de cada muestra. (Ver Figura 205)
- Se procedió con el mezclado cuidadosamente parte por parte.
- Luego se mezcló y se obtuvo una muestra homogénea de cemento-arcilla.
- Se colocó en una fuente la arena mezclada y la muestra de cemento-arcilla. (Ver Figura 206)





































- Se procedió a cuartear las muestras. (Ver Figura 207)
- Se mezcló parte por parte la mezcla cuarteada.
- Se procedió a elaborar el mortero. (Ver Figura 208)
- Luego se vació en el molde y se observó el mortero encofrado. (Ver Figura 209)
- Se observó el mortero encofrado dejado 1 día después. (Ver Figura 210)
- Se procedió a desencofrar el molde del mortero patrón. (Ver Figura 211)
- Luego se enmarcó los morteros con ayuda de un corrector. (Ver Figura 212)
- Se procedió a pesar cada mortero y se tomó datos en una hoja de Excel. (Ver Figura 213 – 215)
- Se procedió al curado de los morteros. (Ver Figura 216)

Se terminó de elaborar todos los morteros y cuando cumplió el tiempo de curado de 3, 14 y 28 días respectivamente, se procedió con el ensayo de rotura de morteros. (Ensayo de Resistencia a la Compresión). (Ver Figura 217 – 219)

Diseño Muestral

Tabla 18

Diseño Muestral

Días De Curado	Resistencia del mortero sustituyendo en un 20% al cemento por la arcilla calcinada de quitracsa en 3 tiempos		
	½ h	1h	1½ h
3			
	 	 	 
			
7			
	 	 	 
			
28			
	 	 	 
			

Selección de los elementos de la muestra

Se utilizará muestreo sistemático porque existe un conjunto homogéneo de elementos que permite seleccionar y enumerar aleatoriamente elementos en el orden requerido para las pruebas de resistencia a la compresión.

Proceso

Seleccionamos los elementos de manera aleatoria de la muestra n=36:

2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 34, 36.

Las muestras aleatorias serán: seleccionadas según el orden de muestreo sistemático, según su tiempo de preparación, resistencia a la compresión en tipos de mezclas tradicionales y experimentales.

Este procedimiento de muestreo sistemático abarcará ambos grupos de morteros, incluidos los morteros convencionales y los morteros de sustitución.

Tabla 19

Técnicas e instrumentos de investigación

Método O Técnica	Instrumento	Ámbito de la Investigación
La Observación	Guía de Observación	Diseño de mortero sustituyendo el cemento por la arcilla en un 20% y de manera convencional.

Los Instrumentos serán tomados con respecto a los siguientes ensayos:

- Ensayo de Límites de Atterberg.
- Ensayo de Granulometría.
- Ensayo de Peso Unitario del Agregado Fino.
- Ensayo de Contenido de Humedad.
- Ensayo de Gravedad Específica y Absorción del Agregado Fino.
- Ensayo de Fluorescencia de Rayos X.
- Ensayo de Gradación de Arena.
- Ensayo de Fluidéz del Mortero Patrón.
- Ensayo de Fluidéz del Mortero Experimental.
- Diseño de Mezcla.
- Módulo de fineza.
- Elaboración de cubos de mortero.
- Ensayo de Resistencia a la Compresión.

Creamos nuestra propia guía de registro para ver el progreso de nuestro mortero y seguir el acuerdo después de 28 días. Nos apoyaremos en la ayuda del programa para calcular y analizar los resultados obtenidos en el laboratorio de mecánica de suelos. Entre las pruebas a realizar contaremos con expertos del laboratorio de suelos. Se utilizó cámaras y otras herramientas para grabar y mostrar contenido en un informe de proyecto.

Procesamiento y Análisis de la Información

El proceso de los datos se realizó con el apoyo del programa SPSS y EXCEL. El análisis de los datos se realizó de la siguiente manera:

Se utilizó métodos estadísticos para describir, analizar e interpretar los datos. Tablas de distribución de frecuencia, gráficas estadísticas (curvas de eficiencia), generalmente numéricas, mediante líneas y superficies podemos determinar los cambios de resistencia y ver la relación entre ellos. Se realizará el cálculo de dosificación para el Diseño de Mezcla de morteros sustituyendo al cemento en un 20 %.

RESULTADOS

Ensayos de Índice de Plasticidad

Tabla 20

Resultados de Limite de Attemberg

Limite Liquido	44.96 %
Limite Plástico	27.66 %
Índice de Plasticidad	17.30 %

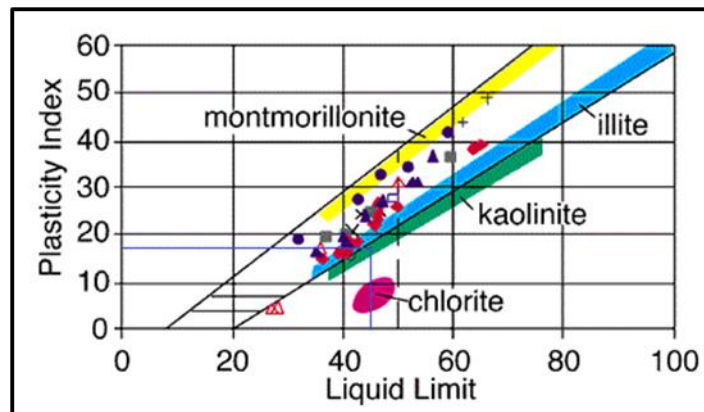


Figura 8. Análisis de los resultados de Índice de Plasticidad de la Arcilla de Quitaracsa

Fuente. Holtz And Kovacs (1948)

Determinación de la Composición Química de la Arcilla de Quitaracsa por Fluorescencia De Rayos X

550°C – ½ h

Tabla 21*Balance de resultados de óxidos calculados del análisis elemental ½ h*

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	MÉTODO DE REFERENCIA ⁽¹⁾
Óxido de silicio, SiO ₂	50.805	%	Espectrometría de fluorescencia de rayos X de energía dispersiva ^(2,3)
Óxido de aluminio, Al ₂ O ₃	42.576	%	
Óxido de hierro, Fe ₂ O ₃	3.043	%	
Óxido de potasio, K ₂ O	1.789	%	
Óxido de calcio, CaO	0.652	%	
Óxido de azufre, SO ₃	0.640	%	
Óxido de fósforo, P ₂ O ₅	0.247	%	
Óxido de titanio, TiO ₂	0.197	%	
Óxido de estroncio, SrO	0.020	%	
Óxido de rubidio, Rb ₂ O	0.016	%	
Óxido de zirconio, ZrO ₂	0.016	%	

*Fuente. Laboratorio Labicer - Facultad De Ciencias***550°C – 1 h****Tabla 22***Balance de resultados de óxidos calculados del análisis elemental 1 h*

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	MÉTODO DE REFERENCIA ⁽¹⁾
Óxido de silicio, SiO ₂	49.608	%	Espectrometría de fluorescencia de rayos X de energía dispersiva ^(2,3)
Óxido de aluminio, Al ₂ O ₃	44.146	%	
Óxido de hierro, Fe ₂ O ₃	3.120	%	
Óxido de potasio, K ₂ O	1.576	%	
Óxido de azufre, SO ₃	0.590	%	
Óxido de calcio, CaO	0.518	%	
Óxido de fósforo, P ₂ O ₅	0.221	%	
Óxido de titanio, TiO ₂	0.175	%	
Óxido de estroncio, SrO	0.015	%	
Óxido de rubidio, Rb ₂ O	0.014	%	
Óxido de zirconio, ZrO ₂	0.009	%	
Óxido de molibdeno, MoO ₃	0.007	%	

Fuente. Laboratorio Labicer - Facultad De Ciencias 550°C – 1 ½ h

Tabla 23

Balance de resultados de óxidos calculados del análisis elemental 1½ h

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	MÉTODO DE REFERENCIA ⁽¹⁾
Óxido de silicio, SiO ₂	49.351	%	Espectrometría de fluorescencia de rayos X de energía dispersiva ^(2,3)
Óxido de aluminio, Al ₂ O ₃	44.543	%	
Óxido de hierro, Fe ₂ O ₃	3.210	%	
Óxido de potasio, K ₂ O	1.614	%	
Óxido de azufre, SO ₃	0.598	%	
Óxido de fósforo, P ₂ O ₅	0.224	%	
Óxido de calcio, CaO	0.224	%	
Óxido de titanio, TiO ₂	0.184	%	
Óxido de estroncio, SrO	0.015	%	
Óxido de rubidio, Rb ₂ O	0.015	%	
Óxido de cobre, CuO	0.014	%	
Óxido de zirconio, ZrO ₂	0.008	%	

Fuente. Laboratorio Labicer - Facultad De Ciencias 550°C – 1 ½ h

COMPOSICION DEL MORTERO PATRON Y EXPERIMENTAL

3 DIAS

PATRONES

CEMENTO = 250.00 gr
 ARENA = 687.50 gr
 AGUA = 121.00 gr

a/c = 0.484

EXPERIMENTALES

▪ ½ h

CEMENTO = 200.00 gr
 ARENA = 687.50 gr
 ARCILLA = 50.00 gr
 AGUA = 137.50 gr

a/c = 0.55

▪ 1 h

CEMENTO = 200.00 gr
 ARENA = 687.50 gr
 ARCILLA = 50.00 gr
 AGUA = 137.50 gr

a/c = 0.55

▪ 1 ½ h

CEMENTO = 200.00 gr
 ARENA = 687.50 gr
 ARCILLA = 50.00 gr
 AGUA = 137.50 gr

a/c = 0.55

7 DIAS

PATRONES

CEMENTO = 250.00 gr
 ARENA = 687.50 gr
 AGUA = 121.00 gr

a/c = 0.484

EXPERIMENTALES

▪ ½ h

CEMENTO = 200.00 gr
 ARENA = 687.50 gr
 ARCILLA = 50.00 gr
 AGUA = 137.50 gr

a/c = 0.55

▪ 1 h

CEMENTO = 200.00 gr
ARENA = 687.50 gr
ARCILLA = 50.00 gr
AGUA = 137.50 gr

a/c = 0.55

▪ **1 ½ h**

CEMENTO = 200.00 gr
ARENA = 687.50 gr
ARCILLA = 50.00 gr
AGUA = 137.50 gr

a/c = 0.55

28 DIAS

PATRONES

CEMENTO = 250.00 gr
ARENA = 687.50 gr
AGUA = 121.00 gr

a/c = 0.484

EXPERIMENTALES

▪ **½ h**

CEMENTO = 200.00 gr
ARENA = 687.50 gr
ARCILLA = 50.00 gr
AGUA = 137.50 gr

a/c = 0.55

▪ **1 h**

CEMENTO = 200.00 gr
ARENA = 687.50 gr
ARCILLA = 50.00 gr
AGUA = 137.50 gr

a/c = 0.55

▪ **1 ½ h**

CEMENTO = 200.00 gr
ARENA = 687.50 gr
ARCILLA = 50.00 gr
AGUA = 137.50 gr

a/c = 0.55

Ensayo de Resistencia a la Compresión (Kg/Cm2) Obtenidas Según Morteros Patrones

Tabla 24

Resultados de Resistencia a la Compresión Morteros Patrones a 3 días

<i>Muestra</i>	<i>Peso Antes de Curado (Gr)</i>	<i>Peso Después de Curado (Gr)</i>	<i>Área (Cm2)</i>	<i>Carga Máxima (Kg)</i>	<i>Resistencia a la Compresión (Kg/Cm2)</i>	<i>Resistencia Promedio (Kg/Cm2)</i>
P1 - 3	305.0	309.7	26.7	9532	357	
P2 - 3	305.0	308.5	27.0	9882	366	356
P3 - 3	305.0	304.4	26.5	9143	345	

Tabla 25

Resultados de Resistencia a la Compresión Morteros Patrones a 7 días

<i>Muestra</i>	<i>Peso Antes de Curado (Gr)</i>	<i>Peso Después de Curado (Gr)</i>	<i>Área (Cm2)</i>	<i>Carga Máxima (Kg)</i>	<i>Resistencia a la Compresión (Kg/Cm2)</i>	<i>Resistencia Promedio (Kg/Cm2)</i>
P1 - 7	305.0	308.9	26.6	9922	373	
P2 - 7	305.0	311.3	26.7	10226	383	375
P3 - 7	305.0	311.6	27.3	10074	369	

Tabla 26.

Resultados de Resistencia a la Compresión Morteros Patrones a 28 días

<i>Muestra</i>	<i>Peso Antes de Curado (Gr)</i>	<i>Peso Después de Curado (Gr)</i>	<i>Área (Cm2)</i>	<i>Carga Máxima (Kg)</i>	<i>Resistencia a la Compresión (Kg/Cm2)</i>	<i>Resistencia Promedio (Kg/Cm2)</i>
P1 - 28	308.0	312.4	27.4	10905	398	
P2 - 28	308.0	314.3	26.7	10974	411	400
P3 - 28	308.0	314.7	28.0	10948	391	

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm²) OBTENIDAS
SEGÚN MORTEROS EXPERIMENTALES**

Tabla 27

Resistencia a la Compresión Morteros Experimentales a 3 días

<i>Muestra</i>	<i>Peso Antes de Curado (Gr)</i>	<i>Peso Después de Curado (Gr)</i>	<i>Área (Cm2)</i>	<i>Carga Máxima (Kg)</i>	<i>Resistencia a la Compresión (Kg/Cm2)</i>	<i>Resistencia Promedio (Kg/Cm2)</i>
E1 – 3(1)	285.0	286.6	25.8	7663	297	286.3
E1 – 3(2)	285.0	288.8	25.9	7174	277	
E1 – 3(3)	285.0	287.5	25.9	7382	285	
E2 – 3(1)	290.0	290.1	25.9	8029	310	303.0
E2 – 3(2)	290.0	292.7	26.3	7916	301	
E2 – 3(3)	290.0	291.5	26.1	7778	298	
E3 – 3(1)	285.0	287.5	25.7	7916	308	313.3
E3 – 3(2)	285.0	278.3	26.1	8326	319	
E3 – 3(3)	285.0	286.0	26.0	8138	313	

Tabla 28*Resistencia a la Compresión Morteros Experimentales a 7 días*

<i>Muestra</i>	<i>Peso Antes de Curado (Gr)</i>	<i>Peso Después de Curado (Gr)</i>	<i>Área (Cm2)</i>	<i>Carga Máxima (Kg)</i>	<i>Resistencia a la Compresión (Kg/Cm2)</i>	<i>Resistencia Promedio (Kg/Cm2)</i>
E1 – 7(1)	285.0	290.5	25.7	7761	302	298.0
E1 – 7(2)	285.0	292.2	26.1	7700	295	
E1 – 7(3)	285.0	290.8	26.0	7722	297	
E2 – 7(1)	290.0	292.3	26.0	8112	312	308.7
E2 – 7(2)	290.0	295.5	26.2	7965	304	
E2 – 7(3)	290.0	292.7	25.9	8029	310	
E3 – 7(1)	285.0	288.2	25.6	8269	323	316.0
E3 – 7(2)	285.0	290.5	25.9	8029	310	
E3 – 7(3)	285.0	290.7	25.6	8064	315	

Tabla 29*Resistencia a la Compresión Morteros Experimentales a 28 días*

<i>Muestra</i>	<i>Peso Antes de Curado (Gr)</i>	<i>Peso Después de Curado (Gr)</i>	<i>Área (Cm2)</i>	<i>Carga Máxima (Kg)</i>	<i>Resistencia a la Compresión (Kg/Cm2)</i>	<i>Resistencia Promedio (Kg/Cm2)</i>
E1 – 28(1)	284.0	287.0	25.7	8430	328	322.0
E1 – 28(2)	286.0	291.4	26.0	8242	317	
E1 – 28(3)	284.0	291.6	25.6	8218	321	
E2 – 28(1)	284.0	289.3	25.8	8772	340	327.7
E2 – 28(2)	286.0	291.8	26.2	8515	325	
E2 – 28(3)	284.0	289.6	26.5	8427	318	
E3 – 28(1)	284.0	290.1	25.8	9004	349	349.0
E3 – 28(2)	286.0	292.7	26.5	8904	336	
E3 – 28(3)	284.0	289.5	26.2	9484	362	

ANALISIS Y DISCUSION

En resultados de ensayos del índice de plasticidad. El índice de plasticidad obtenido fue de 17.30 %, la cual es una arcilla de mediana plasticidad según se indica en la tabla 13. Pero según Pereyra (2019) quien utilizó la misma arcilla de la misma cantera de extracción, donde la cual reporta un índice de plasticidad de 15.72 %, entonces esta diferencia se debe a la limpieza de la arcilla, donde según Andrade et al. (2018) señala que la plasticidad de las arcillas depende de la distribución del tamaño de partículas y sustancias orgánicas.

En relación al tipo de arcilla que se está usando según los valores obtenidos del Límite Líquido de 44.96 % y el Índice de Plasticidad de 17.30 %, dichos valores llevándolos en el diagrama de Holtz And Kovacs (1948) la cual se muestra en la Figura 22, donde el Límite Líquido y el Índice de Plasticidad se observa que se intersecta en el grupo de caolinitas, la cual es un tipo de arcilla más ampliamente utilizada para obtener metacaolin y reemplazar al cemento según Rashad (2018).

En la determinación de la composición química de la arcilla de quitaraca por fluorescencia de rayos x, se obtuvo

Tabla 30

Composición Química de la Arcilla de Quitaraca a diferentes tiempos

ANÁLISIS	RESULTADO (%)	ANÁLISIS	RESULTADO (%)	ANÁLISIS	RESULTADO (%)
Óxido de silicio, SiO ₂	50.805	Óxido de silicio, SiO ₂	49.608	Óxido de silicio, SiO ₂	49.351
Óxido de aluminio, Al ₂ O ₃	42.576	Óxido de aluminio, Al ₂ O ₃	44.146	Óxido de aluminio, Al ₂ O ₃	44.543
Óxido de hierro, Fe ₂ O ₃	3.043	Óxido de hierro, Fe ₂ O ₃	3.120	Óxido de hierro, Fe ₂ O ₃	3.210
Óxido de potasio, K ₂ O	1.789	Óxido de potasio, K ₂ O	1.576	Óxido de potasio, K ₂ O	1.614
Óxido de calcio, CaO	0.652	Óxido de azufre, SO ₃	0.590	Óxido de azufre, SO ₃	0.598
Óxido de azufre, SO ₃	0.640	Óxido de calcio, CaO	0.518	Óxido de fosforo, P ₂ O ₅	0.224
Óxido de fosforo, P ₂ O ₅	0.247	Óxido de fosforo, P ₂ O ₅	0.221	Óxido de calcio, CaO	0.224
Óxido de titanio, TiO ₂	0.197	Óxido de titanio, TiO ₂	0.175	Óxido de titanio, TiO ₂	0.184
Óxido de estroncio, SrO	0.020	Óxido de estroncio, SrO	0.015	Óxido de estroncio, SrO	0.015
Óxido de rubidio, Rb ₂ O	0.016	Óxido de rubidio, Rb ₂ O	0.014	Óxido de rubidio, Rb ₂ O	0.015
Óxido de zirconio, ZrO ₂	0.016	Óxido de zirconio, ZrO ₂	0.009	Óxido de cobre, CuO	0.014
		Óxido de molibdeno, MoO ₃	0.007	Óxido de zirconio, ZrO ₂	0.008

32 (a)

Fuente. Composición Química a 550°C- ½h

32 (b)

Fuente. Composición Química a 550°C- 1h

32 (c)

Fuente. Composición Química a 550°C- 1½h

Se observa que la composición química del material calcinado a 550°C – ½ hora (30 minutos) que se muestra en la tabla 33(a), la cual se observa que la muestra está compuesta parcialmente por los siguientes componentes: SiO₂ (50.805%), Al₂O₃ (42.576%), Fe₂O₃ (3.043%), K₂O (1.789%) y CaO (0.652%). Los componentes principales que favorecen a que sea un material de actividad puzolánica son Si + Al + Fe la cual la suma de estos tres componentes debe ser mayor al 70%, según la norma ASTM C618, entonces nuestro material estaría por el orden de 96.424%, generando un material altamente puzolánico, pero existe un bajo contenido de potasio K₂O (1.789%) la cual no favorecería al compuesto ya que el cemento solo permite un porcentaje menor a 1%.

Se observa que la composición química del material calcinado a 550°C – 1 hora (60 minutos) que se muestra en la tabla 33(b) la cual se observa que la muestra está compuesta principalmente por los siguientes componentes: SiO₂ (49.608%), Al₂O₃ (44.146%), Fe₂O₃ (3.120%), K₂O (1.576%) y CaO (0.518%). La suma de los tres componentes principales Si + Al + Fe que favorecen a que sea un material de actividad puzolánica debe ser mayor al 70% según la norma ASTM C618, entonces nuestro material estaría por el orden de 96.874% generando un material altamente puzolánico, pero también existe un bajo contenido de potasio K₂O (1.576%) lo cual no favorecería al compuesto ya que el cemento solo permite un porcentaje menor de 1%.

Se observa que la composición química del material calcinado a 550°C – 1 ½ hora (90 minutos) que se muestra en la tabla 33(c) la cual se observa que la muestra está compuesta principalmente por los siguientes componentes: SiO₂ (49.351%), Al₂O₃ (44.543 %), Fe₂O₃ (3.210%), K₂O (1.614%) y CaO (0.224%). Los componentes principales Si + Al + Fe que favorecen a que sea un material de actividad puzolánica debe ser mayor al 70% según la norma ASTM C618, entonces nuestro material estaría por el orden de 97.104% generando un material altamente puzolánico, pero existe un bajo contenido de potasio K₂O (1.614%) la cual no favorecería al compuesto ya que el cemento solo permite un porcentaje menor a 1%.

Y con respecto al componente del Óxido de Silicio en las diferentes muestras se puede observar que a ½ hora tiene SiO₂ (50.805%), 1 hora tiene SiO₂ (49.608%) y 1 ½ hora tiene SiO₂ (49.351%), esta diferencia deberá ser a la heterogeneidad existente en la muestra ya que, en el Análisis Térmico Diferencial de la Arcilla, nos presenta que no solo existe arcilla caolinita sino otros minerales como mortmollonita, illita, etc.

Y con respecto al componente del Óxido de Aluminio en las diferentes muestras se puede observar que a ½ hora tiene Al₂O₃ (42.576%), 1 hora tiene Al₂O₃ (44.146%) y 1 ½ hora tiene Al₂O₃ (44.543%), que no hay mucha diferencia entre 1 h y 1 ½ h, pero si existe una diferencia de 2% aproximadamente con respecto a ½ h la cual debe ser debido a la heterogeneidad de la muestra.

Y con respecto al componente del Óxido de Hierro en las diferentes muestras se puede observar que a ½ hora tiene Fe₂O₃ (3.043%), 1 hora tiene Fe₂O₃ (3.120%) y 1 ½ hora tiene Fe₂O₃ (3.210%), que no hay mucha diferencia entre los tres tiempos lo cual debe ser debido a la heterogeneidad de la muestra.

Y con respecto al resultado del componente del Óxido de Potasio en las diferentes muestras se puede observar que a ½ hora tiene K₂O (1.789%), 1 hora tiene K₂O (1.576%) y 1 ½ hora tiene K₂O (1.614%), hace evidencia de la existencia del tipo de arcilla de illita ya que en la estructura de la arcilla tipo illita existe iones de potasio, entonces la variación del tiempo con respecto a este componente no se podría especificar ya que la muestra es heterogenia y no se sabe qué porcentaje de illita existe en cada uno, pero se puede observar según la composición que en la muestra de 1 h existe un bajo porcentaje de illita y así respectivamente para todas las muestras.

En el ensayo de resistencia a la compresión (kg/cm²) obtenidas según morteros patrón: La elaboración del mortero patrón se siguió la norma (NTP-334.051,2013.), cabe recalcar que la arena fue gradada, y luego se determinó su relación agua/cemento de 0.48, esta relación cambio para el mortero experimental ya que se hizo por tanteo viendo que la muestra sea igual al del mortero patrón.

De los resultados obtenidos del Ensayo a la Compresión para cubos de mortero patrón con 3 días de curado, se registra que se alcanzó una resistencia promedio de 356.0 kg/cm², para morteros patrón con 7 días de curado, se registra que alcanzo un promedio de 375.0 kg/cm² y para morteros patrón con 28 días de curado, se registra que alcanzo un promedio de 400.0 kg/cm²; estos resultados cumplen el rango máximo de dispersión entre los 3 cubos de una misma tanda la cual está en el rango de 10% según NTP 334.051 (2013).

En el ensayo de resistencia a la compresión (kg/cm²) obtenidas según morteros experimental: Según los resultados obtenidos del Ensayo a la Compresión para cubos de morteros experimentales con 3 días de curado se registra una resistencia promedio para ½ hora de 286.3 kg/cm², para 1 hora de 303.0 kg/cm² y para 1 ½ hora de 313.3 kg/cm², para morteros experimentales con 7 días de curado se registra una resistencia promedio para ½ hora de 298.0 kg/cm², para 1 hora de 308.7 kg/cm² y para 1 ½ hora de 316.0 kg/cm² y para morteros experimentales con 28 días de curado se registra una resistencia promedio para ½ hora de 322.0 kg/cm², para 1 hora de 327.7 kg/cm² y para 1 ½ hora de 349.0 kg/cm².

El tratamiento térmico se utiliza para hacer una puzolana de arcilla calcinada. Durante el tratamiento térmico de caolinita para formar metacaolin, dos grupos de hidroxilo, de la superficie del hidroxilo, se unen para formar una molécula de agua que deja el oxígeno una vez unido como anión superóxido.

Las inestabilidades causadas por el desequilibrio del anión dan como resultado el colapso de la estructura cristalina formando silicatos de aluminio anhidros metaestables.

Para las arcillas que contienen principalmente caolinita, este mecanismo conduce a una deshidroxilación casi completa, que típicamente da como resultado una puzolana altamente reactiva.

CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos de la elaboración de cubos de morteros, se llegaron a las siguientes conclusiones:

- Según los resultados de los Límites de Atterberg, el Índice de Plasticidad es de 17.30%, la cual la arcilla presenta plasticidad media según la *Tabla 24*; esto significa que según mi sustitución como es de 20% mi relación a/c para una mezcla de mortero patrón será casi aproximado al de una mezcla de mortero experimental.
- Según los resultados de la composición química obtuvimos mayor porcentaje de Silicio y Aluminio entonces significa que genera un material altamente puzolánico.
- Al activar la arcilla de Quitaracsa mecánicamente (calcinada) los resultados obtenidos tienen la similitud de las propiedades química en óxidos de un cemento Portland Tipo I, lo cual significa que la arcilla reacciona como un material cementante.
- Respecto a la relación A/C de la mezcla del mortero patrón y del mortero experimental tuvo una variación de 0.066% ya que el material no necesita mucha agua para que sus partículas empiecen a fluir.
- Estos resultados de la Resistencia a la Compresión obtenidos significan que al sustituir el 20% de Arcilla de Quitaracsa, las resistencias obtenidas para los morteros experimentales no pasan las resistencias obtenidas para los morteros patrones, entonces para obtener unos resultados que sean mejores que la resistencia de los morteros patrones se recomienda bajar el porcentaje de sustitución de la Arcilla de Quitaracsa y comenzar a realizar todos los procedimientos de esta investigación.

RECOMENDACIONES

- Para realizar el lavado de la arcilla se recomienda hacerlo 8 veces para poder obtener un resultado de pura arcilla, realizarse un lugar fresco y en buenas condiciones.
- Para el mezclado de la arcilla calcinada con el cemento portland tipo I se deberá utilizar una fuente con palitos de chupete, así mismo un premezclado del nuevo cemento con la arena, para que la mezcla sea más homogénea y su relación agua cemento no sea alterada y al mismo tiempo sea más trabajable al momento de desmoldar los cubos de mortero.
- Antes del vaciado de la mezcla tanto patrón como experimental se tendrá que forrar los moldes con cinta de embalaje para que así estemos seguros que al momento de desmoldar el mortero no se adhiera a las paredes del molde provocando desperfectos en las caras de los cubos.
- Tener en cuenta en la gradación de los materiales, los cuales deberán tener los límites establecidos en la NTP 399.607, así mismo se recomienda tener en cuenta los indicadores establecidos en la NTP 334.051 para la correcta elaboración y ensayo de los morteros.
- Se recomienda ubicar las muestras patrones y experimentales en un lugar donde exista poca corriente de aire, este perfectamente plana y en buenas condiciones.

AGRADECIMIENTO

Agradezco principalmente a Dios por darme la vida y por siempre saber guiarme, iluminarme y orientarme para poder llegar a terminar con mi proyecto de investigación, también a mis docentes ya que semanalmente me ayudaron a que esta investigación vaya mejorando y por buen camino.

DEDICATORIA

A mi papa y hermano por ser el pilar más importante en mi vida y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional.

A mi esposo por haber permitido que realice esta investigación y apoyarme estando conmigo en todo momento.

A mis hijos por ser las ganas y motivación de seguir con esta investigación y poder terminarla.

A mi familia, porque me brindaron su apoyo incondicional, me orientaron e incentivaron para seguir con mi investigación y por compartir momentos buenos y malos.

A mis queridos docentes por brindarme su sabiduría, tiempo y apoyo en el desarrollo de mi proyecto de investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- American Society for Testing and Materials (ASTM) C618, (2008). Standard Specification for coal Fly ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for use in concrete. *ASTM Standard West Conshohocken. PA.*
- Alujas A, Rodrigo F, Rafael, Karen L. Scrivener y Fernando M. (2018), Pozzolanic Reactivity of Low Grade Kaolinitic Clays: Influence of Calcination Temperature and Impact of Calcination Products on OPC Hydration. *Applied Clay Science 108(May): 94–101. doi: 10.1016/j.clay.2015.01. 028.*
- Buasri, A., Chaiyut, N., Loryuenyong, V., Worawanitchaphong, P. Trongyong, S. (2018). Calcium Oxide Derivated from Waste Shells of Mussel, Cockle, and Sallop as The Heterogeneous Catalysis for Biodiesel Production. *Hindawi Publication corporation. The Scientific World Journal. Volume 2013. Article JD 460923, 7pages.*
- Frías, M., Sabastano, H., Villar, E., Sánchez, M. & Santos, S. (2019). Characterization and properties of blendem cement matrices containeng activated bamboo leaf wastes *cement& concrete composites*, 34,1019-1023.
- Huzurina, O. N., Hisham, A. B., Mat, D. M., & Azmi, M. M. (2018). Cockle Shell ash relacement for cement and filler in concrete. *Malaysan Juornal of Civil Engineering 25(2):201-211.*
- Norma técnica pperuana (NTP) 334.051, 2013. Metodos de ensayos para determinar la resistencia a la comprensión de los morteros de cemento portland usando especímenes cúbicos de 50m de lado. *Comisión de Normalización y fiscalización de Barreras comerciales no Arancelarias – INDECOP.*

Taylor-Lange, Sarah C., Emily L. Lamon, Kyle A. Riding y Maria C.G. Juenger (2019), “Calcined Kaolinite–bentonite Clay Blends as Supplementary Cementitious Materials.” *Applied Clay Science* 108 (May): 84–93. doi: 10.1016/j.clay.2015.01.025.

Wan Ahmad. S, Mohammad. W. (2017). A review on seashells ash as partial cement replacement. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 271 (2017) 012059 doi:10.1088/1757-899X/271/1/012059

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de operacionalización de variables

Variable Dependiente	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicador
VI: Resistencia a la compresión de mezclas de mortero en las que se sustituye el 20% del cemento por arcilla en diferentes tiempos de calcinación.	Es la carga máxima que el material puede soportar bajo carga de compresión.	Es la carga máxima que puede soportar el mortero de concreto bajo la carga permitida.	La resistencia mínima según norma E-060-2009 para un mortero será entre 175 kg/cm ² y el máximo hasta 550 kg/cm ² .
VD: El tiempo de calcinación de la arcilla.	Determina el grado de deshidroxilización de la Arcilla de Quitaracsa.	Compuesto orgánico con componentes de silicio, hierro y aluminio con diferentes tiempos de calcinación.	Hrs.

Anexo 2

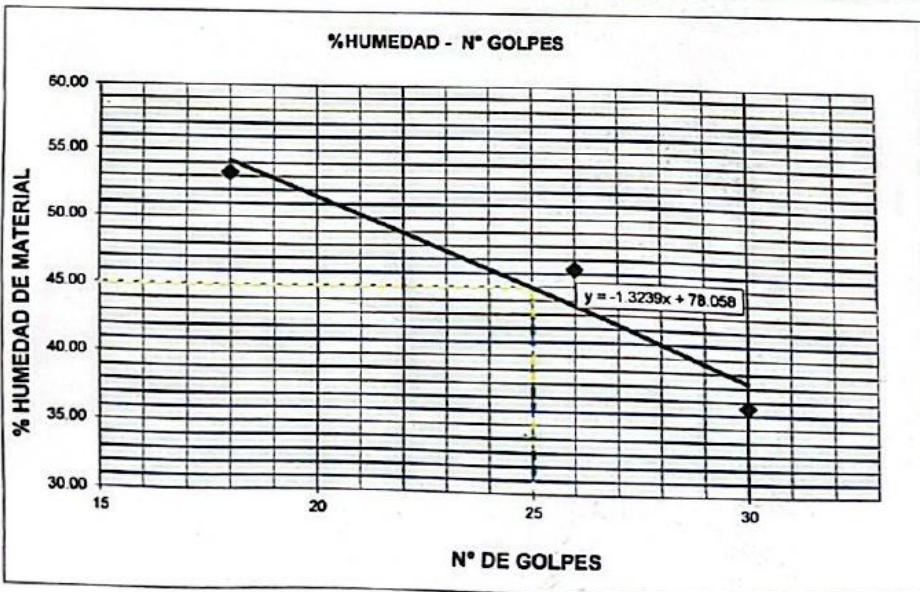
INDICE DE PLASTICIDAD DE LA ARCILLA DE QUITARACSA



LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO
(MTC E-110,E-111,ASTM D-4318 y MTC E-110, AASHTO T89, T90)

SOLICITA : BACH. MORALES CASTILLO AYLIN
 TESIS : TIEMPO DE CALCINACIÓN DE LA ARCILLA DE QUITARACSA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL MORTERO
 MATERIAL : ARCILLA
 LUGAR : QUITARACSA-HUARAZ - ANCASH
 FECHA : 12-12-2023
 PROF(m) : 1.00

Nro. DE ENSAYO	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
	1	2	3	1	2	3
PESO TARA + SUELO HUMEDO (gr.)	38.50	38.40	43.30	23.80	25.60	24.40
PESO TARA + SUELO SECO (gr.)	33.20	32.10	36.10	22.50	24.30	23.10
PESO DE LA TARA (gr.)	18.70	18.50	22.60	17.80	19.60	18.40
PESO DEL AGUA (gr.)	5.30	6.30	7.20	1.30	1.30	1.30
PESO SUELO SECO (gr.)	14.50	13.60	13.50	4.70	4.70	4.70
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	36.55	46.32	53.33	27.66	27.66	27.66
Nro. DE GOLPES	30	26	18	27.66		



LIMITE LIQUIDO (MTC E-110,ASTM D-4318 y AASHTO T89)	
LL :	% 44.96
LIMITE PLASTICO (MTC E-111,ASTM D-4318 y AASHTO T90)	
LP :	% 27.66
INDICE DE PLASTICIDAD ASTM D-438	
IP :	% 17.30

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE

[Signature]
 Ing. Miguel Solar Jara
 DIRECTOR
 Escuela Profesional de Ingeniería Civil

Anexo 3

COMPOSICION QUIMICA DE LA ARCILLA DE QUITARACSA



INFORME DE ENSAYO N° 1389 – 23 – LABICER

1. DATOS DEL CLIENTE

- 1.1. NOMBRE / RAZÓN SOCIAL : AYLIN ISABEL MORALES CASTILLO
1.2. D.N.I / R.U.C. : 70300919
1.3. DIRECCIÓN : -

2. CRONOGRAMA DE FECHAS

- 2.1. FECHA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : 10 / 11 / 2023
2.2. FECHA DE EJECUCIÓN DEL ENSAYO : 15 / 11 / 2023
2.3. FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME : 20 / 11 / 2023

- 3. ANÁLISIS SOLICITADO** : ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA POR ESPECTROMETRÍA DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X

4. DATOS DE LA MUESTRA

- 4.1. TIPO DE MUESTRA : SUELOS
4.2. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA : 01 MUESTRA DE ARCILLA QUITARACSA A 550 °C POR 30 MINUTOS
TESIS : "Tiempo de calcinación de la arcilla de Quitaracsa en la resistencia a la comprensión del mortero".
4.3. OBSERVACIONES (SI APLICA) : ENVASE PLÁSTICO

- 5. LUGAR DE RECEPCIÓN Y ANÁLISIS** : LABORATORIO LABICER-UNI

- 6. CONDICIONES AMBIENTALES** : Temperatura: 22.1°C; Humedad relativa: 63%

7. RESULTADOS

7.1. ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA ELEMENTAL

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	MÉTODO DE REFERENCIA ⁽¹⁾
Silicio, Si	48.988	%	Espectrometría de fluorescencia de rayos X de energía dispersiva ⁽²⁾
Aluminio, Al	38.488	%	
Hierro, Fe	5.999	%	
Potasio, K	3.896	%	
Calcio, Ca	1.265	%	
Azufre, S	0.646	%	
Titanio, Ti	0.315	%	
Fósforo, P	0.287	%	
Estroncio, Sr	0.047	%	
Rubidio, Rb	0.040	%	
Zirconio, Zr	0.030	%	

⁽¹⁾ Método de ensayo de referencia o técnica aceptada por el cliente.

⁽²⁾ Balance de resultados del análisis elemental (del sodio al uranio) por espectrometría de fluorescencia de rayos X. Análisis semicuantitativo en atmósfera de vacío. Equipo: Espectrómetro de Fluorescencia de rayos X de energía dispersiva SHIMADZU, EDX-800HS.



7.2. ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA EXPRESADA EN ÓXIDOS

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	MÉTODO DE REFERENCIA ⁽¹⁾
Óxido de silicio, SiO ₂	50.805	%	Espectrometría de fluorescencia de rayos X de energía dispersiva ^(2,3)
Óxido de aluminio, Al ₂ O ₃	42.576	%	
Óxido de hierro, Fe ₂ O ₃	3.043	%	
Óxido de potasio, K ₂ O	1.789	%	
Óxido de calcio, CaO	0.652	%	
Óxido de azufre, SO ₃	0.640	%	
Óxido de fósforo, P ₂ O ₅	0.247	%	
Óxido de titanio, TiO ₂	0.197	%	
Óxido de estroncio, SrO	0.020	%	
Óxido de rubidio, Rb ₂ O	0.016	%	
Óxido de zirconio, ZrO ₂	0.016	%	

⁽¹⁾ Método de ensayo o de referencia o técnica aceptada por el cliente.

⁽²⁾ Balance de resultados al 100% de óxidos calculados del análisis elemental (del sodio al uranio) por espectrometría de fluorescencia de rayos X. Análisis semicuantitativo en atmósfera de vacío. Equipo: Espectrómetro de Fluorescencia de rayos X de energía dispersiva. SHIMADZU, EDX-800HS.

⁽³⁾ Resultados expresados en óxidos según pedido del cliente.

8. VALIDEZ DEL INFORME DE ENSAYO

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayadas, descrita(s) en el ítem 4 del presente documento.


Bach. David Rojas M.
Analista
LABICER – UNI




M.Sc. Ily Marilu Maza Mejía
Jefe de Laboratorio
CQP 1149

NOTAS:

- LABICER-UNI no se responsabiliza del muestreo ni de la procedencia de la muestra.
- LABICER-UNI no se hace responsable de la información proporcionada por el cliente, incluidos en los ítems 1 y del 4.1 al 4.2 del presente documento.
- Los resultados de los ensayos obtenidos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- Este documento carece de validez sin sello y firmas correspondientes.

ANEXO



FIGURA N°1. Muestra de Arcilla a 550 °C por 30 minutos.



FIGURA N°2. Espectrómetro de fluorescencia de Rayos X de energía dispersiva (SHIMADZU, EDX-800HS).





INFORME DE ENSAYO N° 1390 – 23 – LABICER

- 1. DATOS DEL CLIENTE**
 - 1.1. NOMBRE / RAZÓN SOCIAL : AYLIN ISABEL MORALES CASTILLO
 - 1.2. D.N.I / R.U.C. : 70300919
 - 1.3. DIRECCIÓN : -
- 2. CRONOGRAMA DE FECHAS**
 - 2.1. FECHA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : 10 / 11 / 2023
 - 2.2. FECHA DE EJECUCIÓN DEL ENSAYO : 15 / 11 / 2023
 - 2.3. FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME : 15 / 11 / 2023
- 3. ANÁLISIS SOLICITADO** : ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA POR ESPECTROMETRÍA DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X
- 4. DATOS DE LA MUESTRA**
 - 4.1. TIPO DE MUESTRA : SUELOS
 - 4.2. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA : 01 MUESTRA DE ARCILLA QUITARACSA A 550 °C POR 60 MINUTOS
TESIS : "Tiempo de calcinación de la arcilla de Quitaracsa en la resistencia a la comprensión del mortero".
 - 4.3. OBSERVACIONES (SI APLICA) : ENVASE PLÁSTICO
- 5. LUGAR DE RECEPCIÓN Y ANÁLISIS** : LABORATORIO LABICER-UNI
- 6. CONDICIONES AMBIENTALES** : Temperatura: 22.1°C; Humedad relativa: 63%
- 7. RESULTADOS**
 - 7.1. ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA ELEMENTAL**

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	MÉTODO DE REFERENCIA ⁽¹⁾
Silicio, Si	48.193	%	Espectrometría de fluorescencia de rayos X de energía dispersiva ⁽²⁾
Aluminio, Al	39.980	%	
Hierro, Fe	6.143	%	
Potasio, K	3.442	%	
Calcio, Ca	1.006	%	
Azufre, S	0.598	%	
Titanio, Ti	0.281	%	
Fósforo, P	0.258	%	
Rubidio, Rb	0.036	%	
Estroncio, Sr	0.034	%	
Zirconio, Zr	0.017	%	
Molibdeno, Mo	0.013	%	

⁽¹⁾Método de ensayo de referencia o técnica aceptada por el cliente.

⁽²⁾Balace de resultados del análisis elemental (del sodio al uranio) por espectrometría de fluorescencia de rayos X. Análisis semicuantitativo en atmósfera de vacío. Equipo: Espectrómetro de Fluorescencia de rayos X de energía dispersiva SHIMADZU, EDX-800HS.



7.2. ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA EXPRESADA EN ÓXIDOS

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	MÉTODO DE REFERENCIA ⁽¹⁾
Óxido de silicio, SiO ₂	49.608	%	Espectrometría de fluorescencia de rayos X de energía dispersiva ^(2,3)
Óxido de aluminio, Al ₂ O ₃	44.146	%	
Óxido de hierro, Fe ₂ O ₃	3.120	%	
Óxido de potasio, K ₂ O	1.576	%	
Óxido de azufre, SO ₃	0.590	%	
Óxido de calcio, CaO	0.518	%	
Óxido de fósforo, P ₂ O ₅	0.221	%	
Óxido de titanio, TiO ₂	0.175	%	
Óxido de estroncio, SrO	0.015	%	
Óxido de rubidio, Rb ₂ O	0.014	%	
Óxido de zirconio, ZrO ₂	0.009	%	
Óxido de molibdeno, MoO ₃	0.007	%	

⁽¹⁾Método de ensayo o de referencia o técnica aceptada por el cliente.

⁽²⁾Balance de resultados al 100% de óxidos calculados del análisis elemental (del sodio al uranio) por espectrometría de fluorescencia de rayos X. Análisis semicuantitativo en atmósfera de vacío. Equipo: Espectrómetro de Fluorescencia de rayos X de energía dispersiva. SHIMADZU, EDX-800HS.

⁽³⁾Resultados expresados en óxidos según pedido del cliente.

8. VALIDEZ DEL INFORME DE ENSAYO

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayadas, descrita(s) en el ítem 4 del presente documento.


Bach. David Rojas M.
Analista
LABICER – UNI




M.Sc. Ily Marilú Maza Mejía
Jefe de Laboratorio
CQP 1149

NOTAS:

1. LABICER-UNI no se responsabiliza del muestreo ni de la procedencia de la muestra.
2. LABICER-UNI no se hace responsable de la información proporcionada por el cliente, incluidos en los ítems 1 y del 4.1 al 4.2 del presente documento.
3. Los resultados de los ensayos obtenidos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
4. Este documento carece de validez sin sello y firmas correspondientes.

ANEXO



FIGURA N°1. Muestra de Arcilla a 550 °C por 60 minutos.



FIGURA N°2. Espectrómetro de fluorescencia de Rayos X de energía dispersiva (SHIMADZU, EDX-800HS).





INFORME DE ENSAYO N° 1391 – 23 – LABICER

- 1. DATOS DEL CLIENTE**
1.1. NOMBRE / RAZÓN SOCIAL : AYLIN ISABEL MORALES CASTILLO
1.2. D.N.I / R.U.C. : 70300919
1.3. DIRECCIÓN : -
- 2. CRONOGRAMA DE FECHAS**
2.1. FECHA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : 10 / 11 / 2023
2.2. FECHA DE EJECUCIÓN DEL ENSAYO : 15 / 11 / 2023
2.3. FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME : 15 / 11 / 2023
- 3. ANÁLISIS SOLICITADO** : ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA POR ESPECTROMETRÍA DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X
- 4. DATOS DE LA MUESTRA**
4.1. TIPO DE MUESTRA : SUELOS
4.2. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA : 01 MUESTRA DE ARCILLA QUITARACSA A 550 °C POR 90 MINUTOS
TESIS : "Tiempo de calcinación de la arcilla de Quitaracsa en la resistencia a la comprensión del mortero".
4.3. OBSERVACIONES (SI APLICA) : ENVASE PLÁSTICO
- 5. LUGAR DE RECEPCIÓN Y ANÁLISIS** : LABORATORIO LABICER-UNI
- 6. CONDICIONES AMBIENTALES** : Temperatura: 22.1°C; Humedad relativa: 63%
- 7. RESULTADOS**
7.1. ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA ELEMENTAL

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	MÉTODO DE REFERENCIA ⁽¹⁾
Silicio, Si	48.061	%	Espectrometría de fluorescencia de rayos X de energía dispersiva ⁽²⁾
Aluminio, Al	40.386	%	
Hierro, Fe	6.307	%	
Potasio, K	3.529	%	
Azufre, S	0.606	%	
Calcio, Ca	0.435	%	
Titanio, Ti	0.293	%	
Fósforo, P	0.262	%	
Rubidio, Rb	0.037	%	
Estroncio, Sr	0.035	%	
Cobre, Cu	0.032	%	
Zinc, Zn	0.016	%	

⁽¹⁾ Método de ensayo de referencia o técnica aceptada por el cliente.

⁽²⁾ Balance de resultados del análisis elemental (del sodio al uranio) por espectrometría de fluorescencia de rayos X. Análisis semicuantitativo en atmósfera de vacío. Equipo: Espectrómetro de Fluorescencia de rayos X de energía dispersiva SHIMADZU, EDX-800HS.



7.2. ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA EXPRESADA EN ÓXIDOS

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	MÉTODO DE REFERENCIA ⁽¹⁾
Óxido de silicio, SiO ₂	49.351	%	Espectrometría de fluorescencia de rayos X de energía dispersiva ^(2,3)
Óxido de aluminio, Al ₂ O ₃	44.543	%	
Óxido de hierro, Fe ₂ O ₃	3.210	%	
Óxido de potasio, K ₂ O	1.614	%	
Óxido de azufre, SO ₃	0.598	%	
Óxido de fósforo, P ₂ O ₅	0.224	%	
Óxido de calcio, CaO	0.224	%	
Óxido de titanio, TiO ₂	0.184	%	
Óxido de estroncio, SrO	0.015	%	
Óxido de rubidio, Rb ₂ O	0.015	%	
Óxido de cobre, CuO	0.014	%	
Óxido de zirconio, ZrO ₂	0.008	%	

⁽¹⁾ Método de ensayo o de referencia o técnica aceptada por el cliente.

⁽²⁾ Balance de resultados al 100% de óxidos calculados del análisis elemental (del sodio al uranio) por espectrometría de fluorescencia de rayos X. Análisis semicuantitativo en atmósfera de vacío. Equipo: Espectrómetro de Fluorescencia de rayos X de energía dispersiva. SHIMADZU, EDX-800HS.

⁽³⁾ Resultados expresados en óxidos según pedido del cliente.

8. VALIDEZ DEL INFORME DE ENSAYO

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayadas, descrita(s) en el ítem 4 del presente documento.


Bach. David Rojas M.
Analista
LABICER – UNI




M.Sc. Ily Marilu Maza Mejía
Jefe de Laboratorio
CQP 1149

NOTAS:

- LABICER-UNI no se responsabiliza del muestreo ni de la procedencia de la muestra.
- LABICER-UNI no se hace responsable de la información proporcionada por el cliente, incluidos en los ítems 1 y del 4.1 al 4.2 del presente documento.
- Los resultados de los ensayos obtenidos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- Este documento carece de validez sin sello y firmas correspondientes.

ANEXO



FIGURA N°1. Muestra de Arcilla a 550 °C por 90 minutos.



FIGURA N°2. Espectrómetro de fluorescencia de Rayos X de energía dispersiva (SHIMADZU, EDX-800HS).



Anexo 4

ENSAYOS DE LABORATORIO



CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO FINO
(ASTM D-2216)

SOLICITA : BACH. MORALES CASTILLO AYLIN
TESIS : TIEMPO DE CALCINACIÓN DE LA ARCILLA DE QUITARACSA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL MORTERO
LUGAR : CHIMBOTE-SANTA- ANCASH
CANTERA : VESIQUE
MATERIAL : ARENA GRUESA
FECHA : 12/12/2023

PRUEBA N°	01	02
TARA N°		
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	839.6	845.1
TARA + SUELO SECO (gr)	835.6	841.8
PESO DEL AGUA (gr)	4.0	3.3
PESO DE LA TARA (gr)	167.7	162.4
PESO DEL SUELO SECO (gr)	667.9	679.4
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.60	0.49
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)	0.54	

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE

Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO

(ASTM C29 / C29M - 09)

SOLICITA : BACH. MORALES CASTILLO AYLIN
TESIS : TIEMPO DE CALCINACIÓN DE LA ARCILLA DE QUITARACSA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL MORTERO
LUGAR : CHIMBOTE-SANTA-ANCASH
CANTERA : VESIQUE
MATERIAL : ARENA GRUESA
FECHA : 12/12/2023

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	01	02	03
Peso de molde + muestra	7760	7750	7760
Peso de molde	3319	3319	3319
Peso de muestra	4441	4431	4441
Volumen de molde	2788	2788	2788
Peso unitario (Kg/m ³)	1593	1589	1593
Peso unitario prom. (Kg/m ³)	1592		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1583		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	01	02	03
Peso de molde + muestra	8380	8370	8385
Peso de molde	3319	3319	3319
Peso de muestra	5061	5051	5066
Volumen de molde	2788	2788	2788
Peso unitario (Kg/m ³)	1815	1812	1817
Peso unitario prom. (Kg/m ³)	1815		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1805		

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



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

SOLICITA : BACH. MORALES CASTILLO AYLIN
TESIS : TIEMPO DE CALCINACIÓN DE LA ARCILLA DE QUITARACSA EN LA RESISTENCIA A LA
COMPRESIÓN DEL MORTERO
LUGAR : CHIMBOTE-SANTA- ANCASH
CANTERA : VESIQUE
MATERIAL : ARENA GRUESA
FECHA : 12/12/2023

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire) gr.	300.00	300.00
B	Peso de picnometro + agua gr.	665.30	665.30
C	Volumen de masa + volumen de vacios (A+B) cm ³	965.30	965.30
D	Peso de picnometro + agua + material gr.	853.70	853.70
E	Volumen de masa + volumen de vacios (C-D) cm ³	111.60	111.60
F	Peso de material seco en estufa gr.	297.90	297.90
G	Volumen de masa (E-(A-F))	109.50	109.50
H	P.e. Bulk (Base Seca) F/E	2.669	2.669
I	P.e. Bulk (Base Saturada) A/E	2.688	2.688
J	P.e. Aparente (Base Seca) F/E	2.721	2.721
K	Absorción (%) ((D-A/A)x100)	0.70	0.70

P.e. Bulk (Base Seca) : 2.669
P.e. Bulk (Base Saturada) : 2.688
P.e. Aparente (Base Seca) : 2.721
Absorción (%) : 0.70

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE

Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



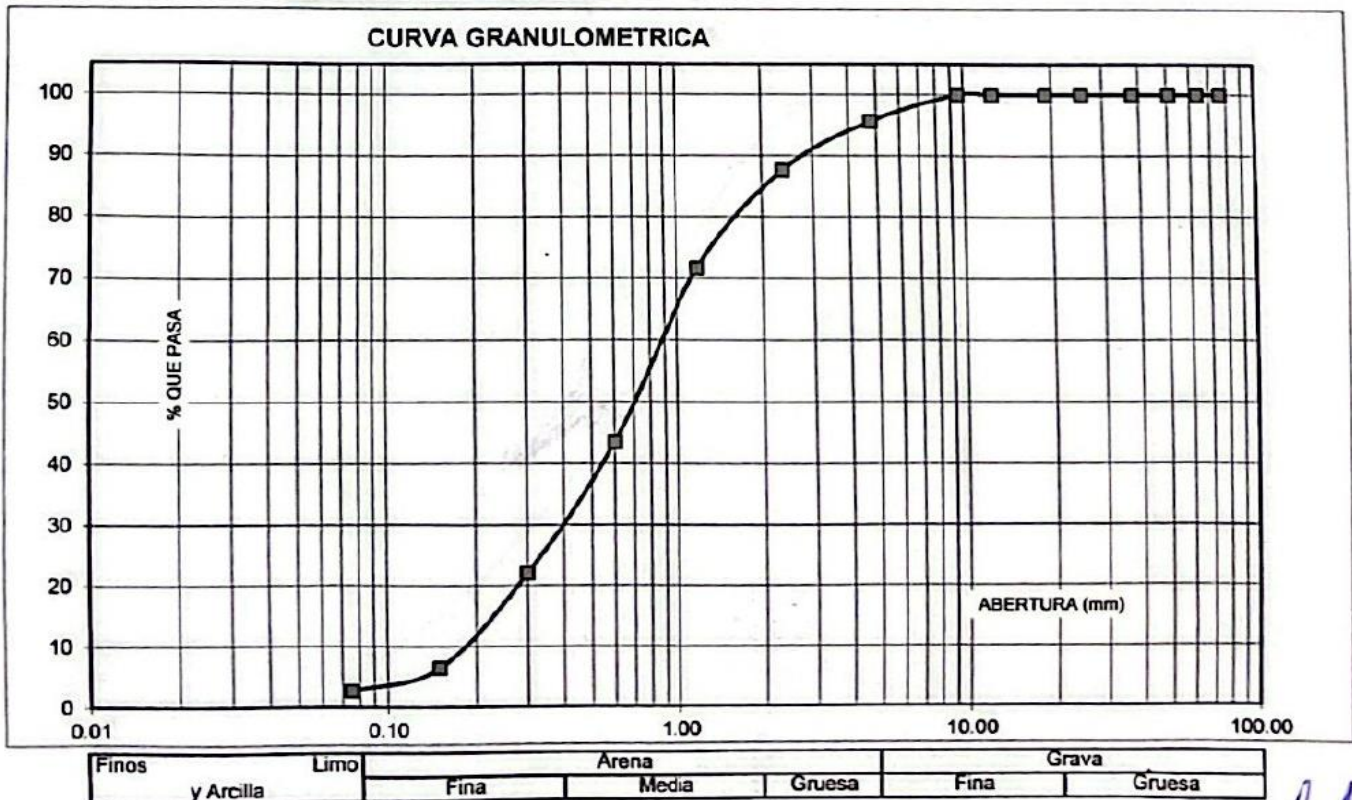
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO
(ASTM C 136-06)**

SOLICITA : BACH. MORALES CASTILLO AYLIN
 TESIS : TIEMPO DE CALCINACIÓN DE LA ARCILLA DE QUITARACSA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL MORTERO
 LUGAR : CHIMBOTE-SANTA- ANCASH
 CANTERA : VESIQUE
 MATERIAL : ARENA GRUESA
 FECHA : 12/12/2023

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	45.5	4.3	4.3	95.7
N° 8	2.36	84.70	8.1	12.4	87.6
N° 16	1.18	167.00	15.9	28.3	71.7
N° 30	0.60	296.30	28.2	56.5	43.5
N° 50	0.30	225.20	21.4	78.0	22.0
N° 100	0.15	163.10	15.5	93.5	6.5
N° 200	0.08	39.90	3.8	97.3	2.7
PLATO	ASTM C-117-04	28.30	2.7	100.0	0.0
TOTAL		1050.0	100.0		

PROPIEDADES FÍSICAS	
Módulo de Fineza	2.73

OBSERVACIONES
La Muestra tomada identificada por el solicitante.



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE

Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR

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



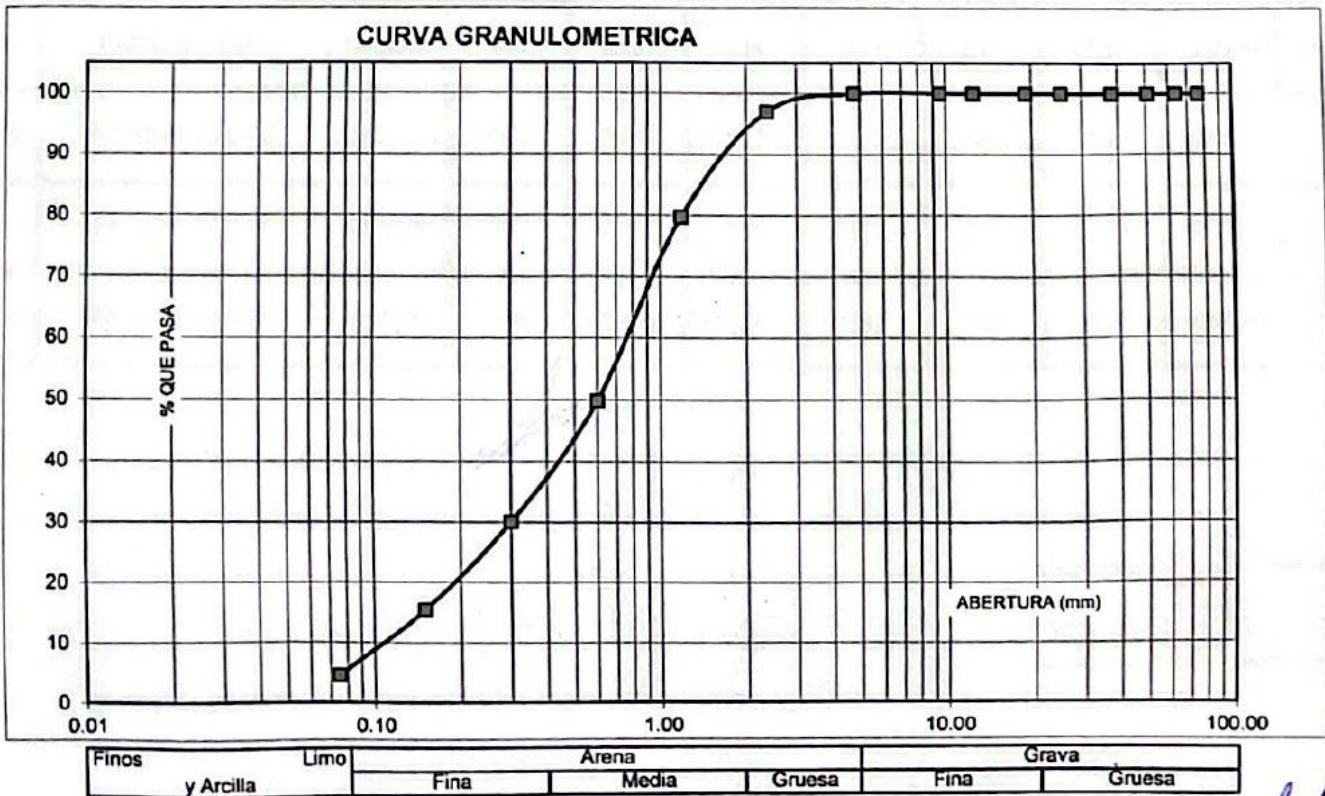
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO
(ASTM C 136-08)

SOLICITA : BACH. MORALES CASTILLO AYLIN
 TESIS : TIEMPO DE CALCINACIÓN DE LA ARCILLA DE QUITARACSA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL MORTERO
 LUGAR : CHIMBOTE-SANTA- ANCASH
 CANTERA : VESIQUE
 MATERIAL : ARENA GRUESA
 FECHA : 12/12/2023

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	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 8	2.36	20.38	3.0	3.0	97.0
N° 16	1.18	118.88	17.3	20.3	79.7
N° 30	0.60	205.88	29.9	50.2	49.8
N° 50	0.30	135.50	19.7	69.9	30.1
N° 100	0.15	100.38	14.6	84.5	15.5
N° 200	0.08	75.00	10.9	95.4	4.6
PLATO	ASTM C-117-04	31.50	4.6	100.0	0.0
TOTAL		687.5	100.0		

PROPIEDADES FISICAS	
Módulo de Fineza	2.28

OBSERVACIONES
La Muestra tomada identificada por el solicitante.





**ENSAYO PARA LA DETERMINACION DE FLUIDEZ DE LAS PASTAS DE
MORTERO-PATRON
(MTC E 616-NTP 334.126)**

SOLICITA : BACH. MORALES CASTILLO AYLIN
TESIS : TIEMPO DE CALCINACIÓN DE LA ARCILLA DE QUITARACSA EN LA RESISTENCIA A LA
COMPRESIÓN DEL MORTERO
LUGAR : CHIMBOTE-SANTA- ANCASH
MATERIAL : ARENA GRUESA
FECHA : 12/12/2023
RELACION : AGUA / CEMENTO 0.485

D(FLUIDEZ)	DIAMETRO PROMEDIO	DIAMETRO INICIAL	FLUIDEZ %
16.57	16.97	10.16	67.05
17.40			
17.22			
16.70			

OBSERVACIÓN La fluidez se debe encontrar dentro del rango 110 +/-5%

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE

Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**ENSAYO PARA LA DETERMINACION DE FLUIDEZ DE LAS PASTAS DE
MORTERO-EXPERIMENTAL
(MTC E 616-NTP 334.126)**

SOLICITA : BACH. MORALES CASTILLO AYLIN
TESIS : TIEMPO DE CALCINACIÓN DE LA ARCILLA DE QUITARACSA EN LA RESISTENCIA A LA
COMPRESIÓN DEL MORTERO
LUGAR : CHIMBOTE-SANTA- ANCASH
MATERIAL : ARENA GRUESA
FECHA : 12/12/2023
RELACION : AGUA / CEMENTO 0.485

D(FLUIDEZ)	DIAMETRO PROMEDIO	DIAMETRO INICIAL	FLUIDEZ %
14.30	14.90	10.16	46.65
15.20			
14.80			
15.30			

OBSERVACIÓN La fluidez se debe encontrar dentro del rango 110 +/-5%

**UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE**

**Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil**

Anexo 5

RESISTENCIA A LA COMPRESION (kg/cm²) OBTENIDAS SEGÚN MORTEROS PATRONES Y EXPERIMENTALES



**ENSAYO A LA COMPRESION DE CUBOS 5.08 cm
(ASTM C 109)**

SOLICITA : BACH. MORALES CASTILLO AYLIN
TESIS : TIEMPO DE CALCINACIÓN DE LA ARCILLA DE QUITARACSA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL MORTERO
LUGAR : CHIMBOTE-SANTA-ANCASH
FECHA : 12/12/2023

TESTIGO		FECHA DE ROTURA	Peso Muestra	Densidad	Longitud (a)	Longitud (b)	Longitud (c)	Area (a*b)	Carga Maxima	Resistencia f_c
N°	ELEMENTO		(gr)	(gr/cm ³)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm ²)	(kg)	(kg/cm ²)
01	PATRON 3 DIAS	12/12/2023	305.0	2.249	5.16	5.17	5.08	26.70	9531.90	357.00
02	PATRON 3 DIAS	12/12/2023	305.0	2.211	5.17	5.22	5.11	27.00	9882.00	366.00
03	PATRON 3 DIAS	12/12/2023	305.0	2.275	5.08	5.22	5.06	26.50	9142.50	345.00
04	PATRON 7 DIAS	12/12/2023	305.0	2.262	5.07	5.25	5.07	26.60	9921.80	373.00
05	PATRON 7 DIAS	12/12/2023	305.0	2.231	5.13	5.20	5.12	26.70	10226.10	383.00
06	PATRON 7 DIAS	12/12/2023	305	2.191	5.14	5.31	5.10	27.30	10073.70	369.00
07	PATRON 28 DIAS	12/12/2023	308.0	2.208	5.15	5.32	5.09	27.40	10905.20	398.00
08	PATRON 28 DIAS	12/12/2023	308.0	2.262	5.16	5.17	5.10	26.70	10973.70	411.00
09	PATRON 28 DIAS	12/12/2023	308	2.165	5.16	5.43	5.08	28.00	10948.00	391.00

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE

Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**ENSAYO A LA COMPRESION DE CUBOS 5.08 cm-EXPERIMENTAL - 3 DIAS
(ASTM C 109)**

SOLICITA : BACH. MORALES CASTILLO AYLIN
TESIS : TIEMPO DE CALCINACIÓN DE LA ARCILLA DE QUITARACSA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL MORTERO
LUGAR : CHIMBOTE-SANTA-ANCASH
FECHA : 12/12/2023

TESTIGO		FECHA DE ROTURA	Peso Muestra	Densidad	Longitud (a)	Longitud (b)	Longitud (c)	Area (a*b)	Carga Maxima	Resistencia f_c
N°	ELEMENTO		(gr)	(gr/cm ³)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm ²)	(kg)	(kg/cm ²)
01	EXPERIMENTAL 1/2 HORA (30 MINUTOS)	12/12/2023	285.0	2.175	5.16	5.00	5.08	25.80	7662.60	297.00
02	EXPERIMENTAL 1/2 HORA (30 MINUTOS)	12/12/2023	285.0	2.153	5.17	5.01	5.11	25.90	7174.30	277.00
03	EXPERIMENTAL 1/2 HORA (30 MINUTOS)	12/12/2023	285.0	2.175	5.08	5.10	5.06	25.90	7381.50	285.00
04	EXPERIMENTAL 1 HORA (60 MINUTOS)	12/12/2023	290.0	2.208	5.07	5.11	5.07	25.90	8029.00	310.00
05	EXPERIMENTAL 1 HORA (60 MINUTOS)	12/12/2023	290.0	2.154	5.13	5.13	5.12	26.30	7916.30	301.00
06	EXPERIMENTAL 1 HORA (60 MINUTOS)	12/12/2023	290	2.179	5.14	5.08	5.10	26.10	7777.80	298.00
07	EXPERIMENTAL 1 1/2 HORA (90 MINUTOS)	12/12/2023	285.0	2.179	5.15	4.99	5.09	25.70	7915.60	308.00
08	EXPERIMENTAL 1 1/2 HORA (90 MINUTOS)	12/12/2023	285.0	2.141	5.16	5.06	5.10	26.10	8325.90	319.00
09	EXPERIMENTAL 1 1/2 HORA (90 MINUTOS)	12/12/2023	285	2.158	5.16	5.04	5.08	26.00	8138.00	313.00

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE

Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**ENSAYO A LA COMPRESION DE CUBOS 5.08 cm-EXPERIMENTAL - 7 DIAS
(ASTM C 109)**

SOLICITA : BACH. MORALES CASTILLO AYLIN
TESIS : TIEMPO DE CALCINACIÓN DE LA ARCILLA DE QUITARACSA EN LA RESISTENCIA A LA
COMPRESIÓN DEL MORTERO
LUGAR : CHIMBOTE-SANTA-ANCASH
FECHA : 12/12/2023

TESTIGO		FECHA DE ROTURA	Peso Muestra	Densidad	Longitud (a)	Longitud (b)	Longitud (c)	Area (a*b)	Carga Maxima	Resistencia f_c
N°	ELEMENTO		(gr)	(gr/cm ³)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm ²)	(kg)	(kg/cm ²)
01	EXPERIMENTAL 1/2 HORA (30 MINUTOS)	12/12/2023	285.0	2.183	5.16	4.98	5.08	25.70	7761.40	302.00
02	EXPERIMENTAL 1/2 HORA (30 MINUTOS)	12/12/2023	285.0	2.137	5.17	5.05	5.11	26.10	7699.50	295.00
03	EXPERIMENTAL 1/2 HORA (30 MINUTOS)	12/12/2023	285.0	2.166	5.08	5.12	5.06	26.00	7722.00	297.00
04	EXPERIMENTAL 1 HORA (60 MINUTOS)	12/12/2023	290.0	2.200	5.07	5.13	5.07	26.00	8112.00	312.00
05	EXPERIMENTAL 1 HORA (60 MINUTOS)	12/12/2023	290.0	2.162	5.13	5.11	5.12	26.20	7964.80	304.00
06	EXPERIMENTAL 1 HORA (60 MINUTOS)	12/12/2023	290	2.195	5.14	5.04	5.10	25.90	8029.00	310.00
07	EXPERIMENTAL 1 1/2 HORA (90 MINUTOS)	12/12/2023	285.0	2.187	5.15	4.97	5.09	25.60	8268.80	323.00
08	EXPERIMENTAL 1 1/2 HORA (90 MINUTOS)	12/12/2023	285.0	2.158	5.16	5.02	5.10	25.90	8029.00	310.00
09	EXPERIMENTAL 1 1/2 HORA (90 MINUTOS)	12/12/2023	285	2.191	5.16	4.96	5.08	25.60	8064.00	315.00

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE

Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**ENSAYO A LA COMPRESION DE CUBOS 5.08 cm-EXPERIMENTAL - 28 DIAS
(ASTM C 109)**

SOLICITA : BACH. MORALES CASTILLO AYLIN
TESIS : TIEMPO DE CALCINACIÓN DE LA ARCILLA DE QUITARACSA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL MORTERO
LUGAR : CHIMBOTE-SANTA-ANCASH
FECHA : 12/12/2023

TESTIGO		FECHA DE ROTURA	Peso Muestra	Densidad	Longitud (a)	Longitud (b)	Longitud (c)	Area (a*b)	Carga Maxima	Resistencia f_c
N°	ELEMENTO		(gr)	(gr/cm ³)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm ²)	(kg)	(kg/cm ²)
01	EXPERIMENTAL 1/2 HORA (30 MINUTOS)	12/12/2023	284.0	2.175	5.16	4.98	5.08	25.70	8429.60	328.00
02	EXPERIMENTAL 1/2 HORA (30 MINUTOS)	12/12/2023	286.0	2.153	5.17	5.03	5.11	26.00	8242.00	317.00
03	EXPERIMENTAL 1/2 HORA (30 MINUTOS)	12/12/2023	284.0	2.192	5.08	5.04	5.06	25.60	8217.60	321.00
04	EXPERIMENTAL 1 HORA (60 MINUTOS)	12/12/2023	284.0	2.171	5.07	5.09	5.07	25.80	8772.00	340.00
05	EXPERIMENTAL 1 HORA (60 MINUTOS)	12/12/2023	286.0	2.132	5.13	5.11	5.12	26.20	8515.00	325.00
06	EXPERIMENTAL 1 HORA (60 MINUTOS)	12/12/2023	284	2.101	5.14	5.16	5.10	26.50	8427.00	318.00
07	EXPERIMENTAL 1 1/2 HORA (90 MINUTOS)	12/12/2023	284.0	2.163	5.15	5.01	5.09	25.80	9004.20	349.00
08	EXPERIMENTAL 1 1/2 HORA (90 MINUTOS)	12/12/2023	286.0	2.116	5.16	5.14	5.10	26.50	8904.00	336.00
09	EXPERIMENTAL 1 1/2 HORA (90 MINUTOS)	12/12/2023	284	2.134	5.16	5.08	5.08	26.20	9484.40	362.00

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE

Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

PANEL FOTOGRAFICO

METODOLOGIA
EXTRACCION DE LA MATERIA PRIMA
RECOLECCION DE LA ARCILLA DE QUITARACSA



Figura 01

Recolección de la Materia Prima



Figura 02

Lugar de Quitaracsa

PREPARACION DE MUESTRA



Figura 03

Arcilla de Quitaracsa



Figura 04

Arcilla Lavada

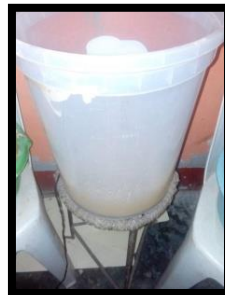


Figura 05

Arcilla lavada y pasada por la malla organza



Figura 06

Secado de Arcilla



Figura 07

Arcilla Molida para Limites de Attemberg

**ENSAYO DE INDICE DE PLASTICIDAD DE LA ARCILLA DE QUITARACSA
LIMITE LIQUIDO**



Figura 08

Muestra de 150 gr.



Figura 09

Muestras finales

Tabla 1: Ensayo del Límite Líquido

ENSAYO	Nº GOLPES	T+M.HUMEDA	T+M.SECA	TARA	Wm	Ws	W (%)
1	30	38.5	33.2	18.7	19.8	14.5	36.55 %
2	26	38.4	32.1	18.5	19.9	13.6	46.32 %
3	18	43.3	36.1	22.6	20.7	13.5	53.33 %

L. LIQUIDO = 44.961 %

LIMITE PLASTICO



Figura 10

Muestra de 20 gr.



Figura 11

Muestras finales

Tabla 2: Ensayo del Límite Plástico

ENSAYO	T+M.HUMEDA	T+M.SECA	TARA	Wm	Ws	W (%)
1	23.8	22.5	17.8	6	4.7	27.660 %
2	25.6	24.3	19.6	6	4.7	27.660 %
3	24.4	22.1	18.4	6	4.7	27.660 %

L. PLASTICO = 27.660 %

INDICE DE PLASTICIDAD

I.P. = L.L. – L.P.

I.P. = 17.301 %

GRADACION DEL AGREGADO FINO

La arena que se utilizará para los morteros patrón y experimental fue recolectada de la cantera de Vesique – Nuevo Chimbote – Santa – Ancash. Se recolectó 50 Kg de arena para utilizarse en los morteros patrón y experimentales. Se realizará los respectivos ensayos de granulometría y su gradación respectiva pasada por 7 mallas.



Figura 12
Arena recolectada



Figura 13
Arena cuarteada



Figura 14
Muestra de 1 Kg



Figura 15
Gradación de Arena

Tabla 3: Cantidad de Material Gradado

ARENA MANUFACTURADA			
N° MALLA	PESOS RETENIDO (gr)	MATERIAL A UTILIZAR	MATERIAL SOBRANTE
N° 4			
N° 8	2370.00	244.50	2125.50
N° 16	3140.00	1426.50	1713.50
N° 30	3985.00	2470.50	1514.50
N° 50	2185.00	1626.00	559.00
N° 100	2025.00	1204.50	820.50
N°200	1035.00	900.00	135.00
PLATO	390.00	378.00	12.00
TOTAL	15130.00	8250.00	

CALCINACION DE LA ARCILLA DE QUITARACSA

▪ PARA ½ HORA



Figura 16
Muestra 3 Kg.



Figura 17
Muestra en la mufla.



Figura 18
Arcilla Calcinada

▪ PARA 1 HORA



Figura 19
Muestra 3 Kg.



Figura 20
Muestra en la mufla.



Figura 21
Arcilla Calcinada

▪ **PARA 1 ½ HORA**



Figura 22
Muestra 3 Kg.



Figura 23
Muestra en la mufla.



Figura 24
Arcilla Calcinada

COMPOSICION QUIMICA DE LA ARCILLA DE QUITARACSA

Se realizó el Ensayo de Fluorescencia de Rayos X en la Universidad Nacional de Ingeniería – Lima, para determinar la Composición Química de la Arcilla de Quitaracsa, lo cual se calcinó en el laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad San Pedro – Chimbote, una cantidad de 50 gr. de arcilla para cada tiempo de ½ h, 1 h y 1 ½ h a una temperatura de 550°C.

Se pesará la muestra calcinada para cada tiempo de ½h, 1h y 1½h y luego será molida y tamizada por la malla N° 200.



Figura 25

1° Muestra 50gr. ½h.



Figura 26

2° Muestra 50gr. 1 h.



Figura 27

3° Muestra 50gr. 1½h.

Se empaquetará y se llevará a Lima solo 20 gr. de arcilla de cada tiempo para realizarse el respectivo Ensayo de Fluorescencia de Rayos X.



Figura 28

1° Muestra 20gr. ½h.



Figura 29

2° Muestra 20gr. 1 h.



Figura 30

3° Muestra 20gr. 1½h.

PESO Y CURADO DE MORTEROS PATRONES Y EXPERIMENTALES PARA 3 DIAS.

MORTEROS PATRONES



Figura 31

Pesado de Arena de cada malla

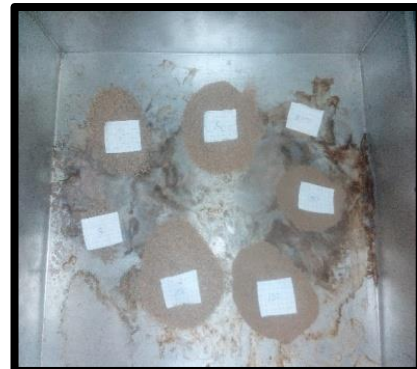


Figura 32

Mezclado de Arena



Figura 33

Pesado del cemento

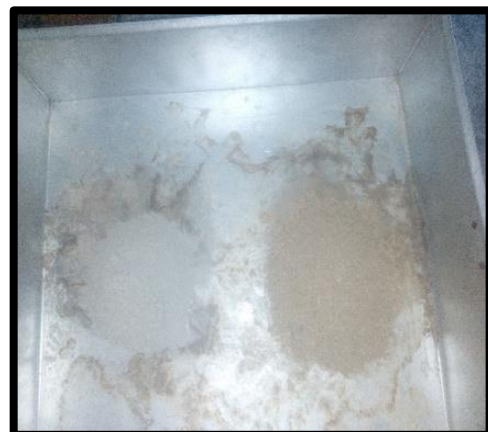


Figura 34

Mezclado de Cemento - Arena



Figura 35

Cuarteamos la Mezcla



Figura 36

Mortero Patrón Encofrado



Figura 37
Mortero encofrado



Figura 38
Mortero encofrado después de 1 día



Figura 39
Mortero desencofrado



Figura 40
Enmarcado de los morteros



Figura 41
Pesado Mortero Patrón
 $P1 - 3 = 305.00 \text{ gr}$



Figura 42
Pesado Mortero Patrón
 $P2 - 3 = 305.00 \text{ gr}$



Figura 43
Pesado Mortero Patrón
 $P3 - 3 = 305.00 \text{ gr}$



Figura 44
Curado de Morteros Patrones a 3 días

MORTEROS EXPERIMENTALES

550°C – ½ h



Figura 45

Pesado de Arena de cada malla



Figura 46

Mezclado de Arena



Figura 47

Pesado de materiales



Figura 48

Cemento – Arcilla



Figura 49

Cuarteo de muestras



Figura 50

Arena – C/A



Figura 51

Cuarteo de Muestras



Figura 52

Elaboración de mortero



Figura 53
Mortero preparado



Figura 54
Mortero luego de 1 día



Figura 55
Mortero desencofrado



Figura 56
Enmarcado de los morteros



Figura 57
Pesado Mortero Experimental
 $E1_{(1)} - 3 = 285.00 \text{ gr}$



Figura 58
Pesado Mortero Experimental
 $E1_{(2)} - 3 = 285.00 \text{ gr}$



Figura 59
Pesado Mortero Experimental
 $E1_{(1)} - 3 = 285.00 \text{ gr}$



Figura 60
Curado de Morteros Experimentales a
3 días

550°C – 1 h



Figura 61

Pesado de Arena de cada malla

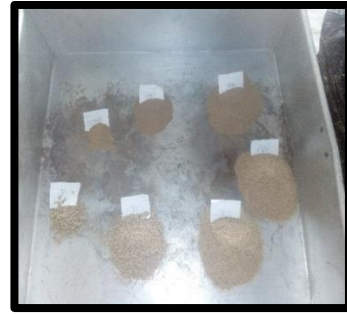


Figura 62

Mezclado de Arena



Figura 63

Pesado de materiales



Figura 64

Cemento – Arcilla



Figura 65

Cuarteo de muestras



Figura 66

Arena – C/A



Figura 67

Cuarteo de Muestras



Figura 68

Elaboración de mortero



Figura 69
Mortero preparado



Figura 70
Mortero luego de 1 día



Figura 71
Mortero desencofrado

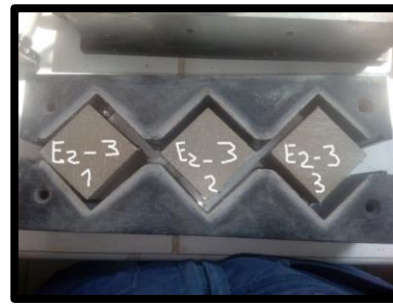


Figura 72
Enmarcado de los morteros



Figura 73
Pesado Mortero Experimental
 $E2_{(1)} - 3 = 290.00 \text{ gr}$



Figura 74
Pesado Mortero Experimental
 $E2_{(2)} - 3 = 290.00 \text{ gr}$

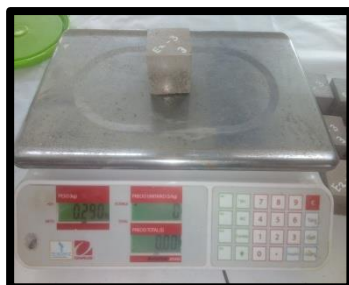


Figura 75
Pesado Mortero Experimental
 $E2_{(1)} - 3 = 290.00 \text{ gr}$



Figura 76
Curado de Morteros Experimentales a
3 días

550°C – 1 ½ h



Figura 77

Pesado de Arena de cada malla

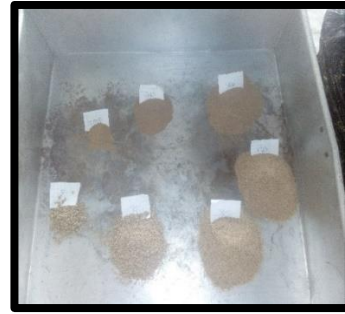


Figura 78

Mezclado de Arena



Figura 79

Pesado de materiales



Figura 80

Cemento – Arcilla



Figura 81

Cuarteo de muestras



Figura 82

Arena – C/A



Figura 83

Cuarteo de Muestras



Figura 84

Elaboración de mortero



Figura 85
Mortero preparado



Figura 86
Mortero luego de 1 día



Figura 87
Mortero desencofrado



Figura 88
Enmarcado de los morteros



Figura 89
Pesado Mortero Experimental
 $E3_{(1)} - 3 = 285.00 \text{ gr}$



Figura 90
Pesado Mortero Experimental
 $E3_{(2)} - 3 = 285.00 \text{ gr}$



Figura 91
Pesado Mortero Experimental
 $E3_{(1)} - 3 = 285.00 \text{ gr}$



Figura 92
Curado de Morteros Experimentales a
3 días

PESO Y CURADO DE MORTEROS PATRONES Y EXPERIMENTALES PARA 7 DIAS.

MORTEROS PATRONES



Figura 93

Pesado de Arena de cada malla

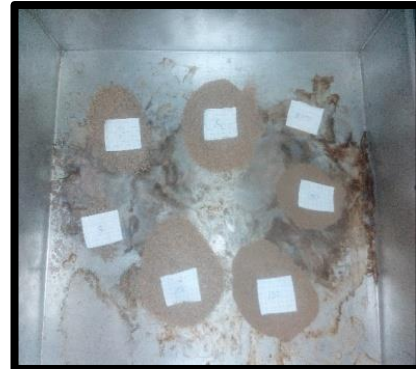


Figura 94

Mezclado de Arena



Figura 95

Pesado del cemento

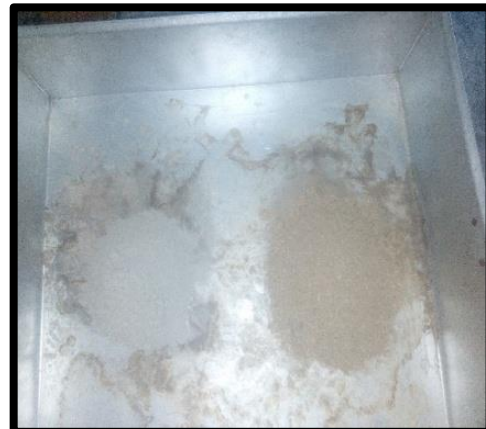


Figura 96

Mezclado de Cemento - Arena



Figura 97

Cuarteamos la Mezcla



Figura 98

Mortero Patrón Encofrado



Figura 99
Mortero encofrado



Figura 100
Mortero encofrado después de 1 día



Figura 101
Mortero desencofrado



Figura 102
Enmarcado de los morteros



Figura 103
Pesado Mortero Patrón
 $P1 - 7 = 305.00 \text{ gr}$



Figura 104
Pesado Mortero Patrón
 $P2 - 7 = 305.00 \text{ gr}$



Figura 105
Pesado Mortero Patrón
 $P3 - 7 = 305.00 \text{ gr}$



Figura 106
Curado de Morteros Patrones a 7 días

MORTEROS EXPERIMENTALES

550°C – ½ h



Figura 107

Pesado de Arena de cada malla



Figura 108

Mezclado de Arena



Figura 109

Pesado de materiales



Figura 110

Cemento – Arcilla



Figura 111

Cuarteo de muestras



Figura 112

Arena – C/A



Figura 113

Cuarteo de Muestras



Figura 114

Elaboración de mortero



Figura 115
Mortero preparado



Figura 116
Mortero luego de 1 día



Figura 117
Mortero desencofrado



Figura 118
Enmarcado de los morteros



Figura 119
Pesado Mortero Experimental
 $E1_{(1)} - 7 = 285.00 \text{ gr}$



Figura 120
Pesado Mortero Experimental
 $E1_{(2)} - 7 = 285.00 \text{ gr}$



Figura 121
Pesado Mortero Experimental
 $E1_{(1)} - 7 = 285.00 \text{ gr}$



Figura 122
Curado de Morteros Experimentales a
7 días

550°C – 1 h



Figura 123
Pesado de Arena de cada malla

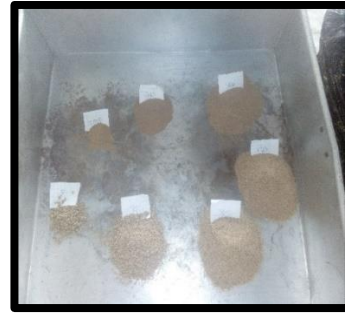


Figura 124
Mezclado de Arena



Figura 125
Pesado de materiales



Figura 126
Cemento – Arcilla



Figura 127
Cuarteo de muestras



Figura 128
Arena – C/A



Figura 129
Cuarteo de Muestras



Figura 130
Elaboración de mortero



Figura 131
Mortero preparado



Figura 132
Mortero luego de 1 día



Figura 133
Mortero desencofrado



Figura 134
Enmarcado de los morteros



Figura 135
Pesado Mortero Experimental
 $E2_{(1)} - 7 = 290.00 \text{ gr}$



Figura 136
Pesado Mortero Experimental
 $E2_{(2)} - 7 = 290.00 \text{ gr}$



Figura 137
Pesado Mortero Experimental
 $E2_{(1)} - 7 = 290.00 \text{ gr}$



Figura 138
Curado de Morteros Experimentales a
7 días

550°C – 1 ½ h



Figura 139

Pesado de Arena de cada malla

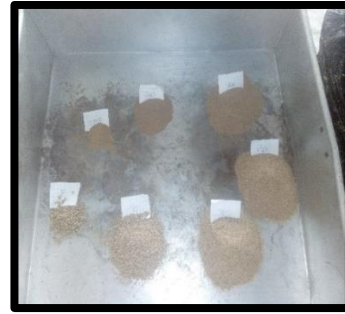


Figura 140

Mezclado de Arena



Figura 141

Pesado de materiales



Figura 142

Cemento – Arcilla



Figura 143

Cuarteo de muestras



Figura 144

Arena – C/A



Figura 145

Cuarteo de Muestras



Figura 146

Elaboración de mortero



Figura 147
Mortero preparado



Figura 148
Mortero luego de 1 día



Figura 149
Mortero desencofrado



Figura 150
Enmarcado de los morteros



Figura 151
Pesado Mortero Experimental
 $E3_{(1)} - 7 = 285.00 \text{ gr}$



Figura 152
Pesado Mortero Experimental
 $E3_{(2)} - 7 = 285.00 \text{ gr}$



Figura 153
Pesado Mortero Experimental
 $E3_{(1)} - 7 = 285.00 \text{ gr}$



Figura 154
Curado de Morteros Experimentales a
7 días

PESO Y CURADO DE MORTEROS PATRONES Y EXPERIMENTALES PARA 28 DIAS.

MORTEROS PATRONES



Figura 155

Pesado de Arena de cada malla

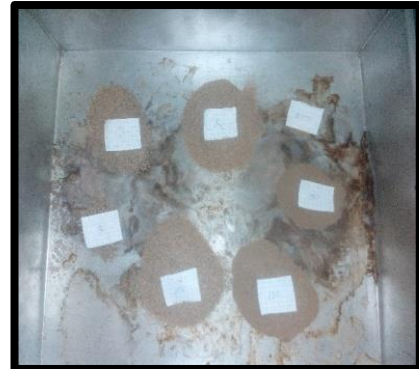


Figura 156

Mezclado de Arena



Figura 157

Pesado del cemento

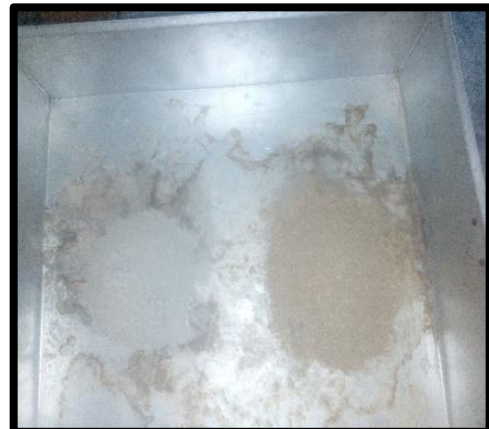


Figura 158

Mezclado de Cemento – Arena



Figura 159

Cuarreamos la Mezcla



Figura 160

Mortero Patrón Encofrado



Figura 161
Mortero encofrado



Figura 162
Mortero encofrado después de 1 día



Figura 163
Mortero desencofrado



Figura 164
Enmarcado de los morteros



Figura 165
Pesado Mortero Patrón
 $P1 - 28 = 308.00 \text{ gr}$



Figura 166
Pesado Mortero Patrón
 $P2 - 28 = 308.00 \text{ gr}$



Figura 167
Pesado Mortero Patrón
 $P3 - 28 = 308.00 \text{ gr}$



Figura 168
Curado de Morteros Patrones a 28 días

MORTEROS EXPERIMENTALES

550°C – ½ h



Figura 169

Pesado de Arena de cada malla



Figura 170

Mezclado de Arena



Figura 171

Pesado de materiales



Figura 172

Cemento – Arcilla



Figura 173

Cuarteo de muestras



Figura 174

Arena – C/A



Figura 175

Cuarteo de Muestras



Figura 176

Elaboración de mortero



Figura 177
Mortero preparado



Figura 178
Mortero luego de 1 día



Figura 179
Mortero desencofrado



Figura 180
Enmarcado de los morteros



Figura 181
Pesado Mortero Experimental
 $E1_{(1)} - 28 = 284.00 \text{ gr}$



Figura 182
Pesado Mortero Experimental
 $E1_{(2)} - 28 = 286.00 \text{ gr}$



Figura 183
Pesado Mortero Experimental
 $E1_{(1)} - 28 = 284.00 \text{ gr}$



Figura 184
Curado de Morteros Experimentales a
28 días

550°C – 1 h



Figura 185
Pesado de Arena de cada malla

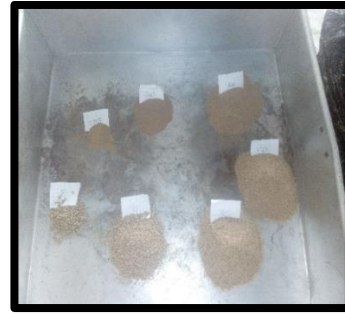


Figura 186
Mezclado de Arena



Figura 187
Pesado de materiales



Figura 188
Cemento – Arcilla



Figura 189
Cuarteo de muestras



Figura 190
Arena – C/A



Figura 191
Cuarteo de Muestras



Figura 192
Elaboración de mortero



Figura 193
Mortero preparado



Figura 194
Mortero luego de 1 día



Figura 195
Mortero desencofrado

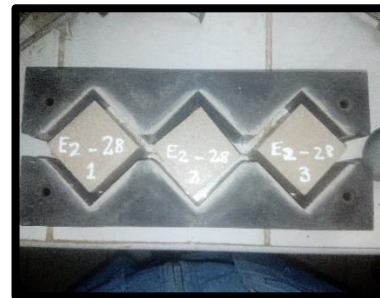


Figura 196
Enmarcado de los morteros



Figura 197
Pesado Mortero Experimental
 $E2_{(1)} - 28 = 284.00 \text{ gr}$



Figura 198
Pesado Mortero Experimental
 $E2_{(2)} - 28 = 286.00 \text{ gr}$



Figura 199
Pesado Mortero Experimental
 $E2_{(1)} - 28 = 2840.00 \text{ gr}$



Figura 200
Curado de Morteros Experimentales a
28 días

550°C – 1 ½ h



Figura 201

Pesado de Arena de cada malla

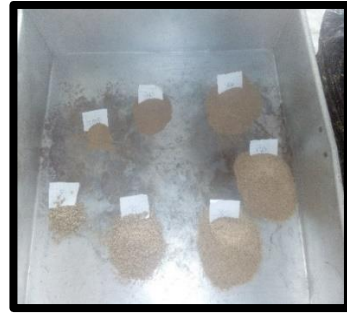


Figura 202

Mezclado de Arena



Figura 203

Pesado de materiales



Figura 204

Cemento – Arcilla



Figura 205

Cuarteo de muestras



Figura 206

Arena – C/A



Figura 207

Cuarteo de Muestras



Figura 208

Elaboración de mortero



Figura 209
Mortero preparado



Figura 210
Mortero luego de 1 día



Figura 211
Mortero desencofrado



Figura 212
Enmarcado de los morteros



Figura 213
Pesado Mortero Experimental
 $E3_{(1)} - 28 = 284.00 \text{ gr}$



Figura 214
Pesado Mortero Experimental
 $E3_{(2)} - 28 = 286.00 \text{ gr}$



Figura 215
Pesado Mortero Experimental
 $E3_{(1)} - 28 = 284.00 \text{ gr}$



Figura 216
Curado de Morteros Experimentales a
28 días

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MORTEROS A 3, 14 Y 28 DIAS.



Figura 217

Colocación del mortero



Figura 218

Ensayo de Resistencia a la Compresión de Mortero



Figura 219

Mortero después de la rotura

REPOSITORIO INSTITUCIONAL DIGITAL
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN DE DOCUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

1 Información del Autor			
MORALES CASTILLO AYLIN ISABEL		70300919	ingmoraless97@gmail.com
Apellidos y Nombres		DNI	Correo Electrónico
2 Tipo de Documento de Investigación			
<input checked="" type="checkbox"/> Tesis	<input type="checkbox"/> Trabajo de Suficiencia Profesional	<input type="checkbox"/> Trabajo Académico	<input type="checkbox"/> Trabajo de Investigación
3 Grado Académico o Título Profesional¹			
<input type="checkbox"/> Bachiller	<input checked="" type="checkbox"/> Título Profesional	<input type="checkbox"/> Título Segunda Especialidad	<input type="checkbox"/> Maestría <input type="checkbox"/> Doctorado
4 Título del Documento de Investigación			
"TIEMPO DE CALCINACIÓN DE LA ARCILLA DE QUITARACSA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL MORTERO"			
5 Programa Académico			
INGENIERIA CIVIL			
6 Tipo de Acceso al Documento			
<input checked="" type="checkbox"/> Abierto o Público ² [info:eu-repo/semantics/openAccess]		<input type="checkbox"/> Acceso restringido ⁴ [info:eu-repo/semantics/restrictedAccess](*)	
(*) En caso de restringido sustentar motivo			

A. Originalidad del Archivo Digital

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado Evaluador y forma parte del proceso que conduce a obtener el grado académico o título profesional.

B. Otorgamiento de una licencia CREATIVE COMMONS⁵

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Institucional Digital, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.⁶




Firma

Lugar	Día	Mes	Año
Chimbote	29	11	24

Importante

- Según Resolución de Consejo Directivo N° 033-2016-SUNEDU-CD, Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar Grados Académicos y Títulos Profesionales, Art. 8 inciso 8.2
- Ley N° 30935, Ley que regula el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto y D.S. 005-2015-PCM
- Si el autor eligió el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad San Pedro una licencia no exclusiva para que se pueda hacer arreglos de forma en la obra y difundir en el Repositorio Institucional Digital. Respetando siempre los derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.
- En caso de que el autor elija la segunda opción, únicamente se publicará los datos del autor y resumen de la obra, de acuerdo a la directiva N° 004-2016-CONYTEC-DEGC (Números 5.2 y 6.7) que norma el funcionamiento del Repositorio Nacional Digital.
- Las licencias Creative Commons (CC) es una organización internacional sin fines de lucro que pone a disposición de los autores un conjunto de licencias flexibles y de herramientas tecnológicas que facilitan la difusión de información, recursos educativos, obras artísticas y científicas, entre otros. Estas licencias también garantizan que el autor obtenga el crédito por su obra.
- Según el inciso 12.2 del artículo 12° del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales-RENATI "Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI a través del Repositorio ALICIA".

Nota: - En caso de falsedad en los datos, se procederá de acuerdo a ley (Ley 27444, art. 32, núm. 32.3)

Tiempo de calcinación de la arcilla de Quitaracsa en la resistencia a la compresión del mortero

INFORME DE ORIGINALIDAD

28%

INDICE DE SIMILITUD

28%

FUENTES DE INTERNET

%

PUBLICACIONES

12%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	publicaciones.usanpedro.edu.pe Fuente de Internet	10%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	3%
3	1library.co Fuente de Internet	2%
4	Submitted to Universidad Privada San Pedro Trabajo del estudiante	1%
5	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
6	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	1%
7	docplayer.es Fuente de Internet	1%
8	dspace.unitru.edu.pe Fuente de Internet	1%
9	www.slideshare.net Fuente de Internet	

1 %

10 www.scielo.cl
Fuente de Internet

<1 %

11 core.ac.uk
Fuente de Internet

<1 %

12 teleoposiciones.es
Fuente de Internet

<1 %

13 de.scribd.com
Fuente de Internet

<1 %

14 repositorio.ucv.edu.pe
Fuente de Internet

<1 %

15 Submitted to Universidad Privada Antenor
Orrego
Trabajo del estudiante

<1 %

16 vsip.info
Fuente de Internet

<1 %

17 qdoc.tips
Fuente de Internet

<1 %

18 ri.ues.edu.sv
Fuente de Internet

<1 %

19 repositorio.uandina.edu.pe
Fuente de Internet

<1 %

20 repositorio.upla.edu.pe
Fuente de Internet

<1 %

21

es.scribd.com

Fuente de Internet

<1 %

22

www.udi.edu.co

Fuente de Internet

<1 %

23

patentimages.storage.googleapis.com

Fuente de Internet

<1 %

24

dspace.esPOCH.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

25

repositorio.uns.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

26

Submitted to Universidad Nacional de Colombia

Trabajo del estudiante

<1 %

27

repositorio.uss.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

28

repositorio.usanpedro.pe

Fuente de Internet

<1 %

29

bdigital.unal.edu.co

Fuente de Internet

<1 %

30

tesis.pucp.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

31

www.deperu.com

Fuente de Internet

<1 %

32 repositorio.upn.edu.pe
Fuente de Internet

<1 %

33 files.eric.ed.gov
Fuente de Internet

<1 %

34 www.dspace.unitru.edu.pe
Fuente de Internet

<1 %

35 Submitted to University of La Guajira
Trabajo del estudiante

<1 %

36 www.repositorio.usanpedro.edu.pe
Fuente de Internet

<1 %

37 Submitted to Ajou University Graduate School
Trabajo del estudiante

<1 %

38 Submitted to Pontificia Universidad Catolica
de Chile
Trabajo del estudiante

<1 %

39 Submitted to Universidad San Francisco de
Quito
Trabajo del estudiante

<1 %

40 oleohidraulicaonline.com
Fuente de Internet

<1 %

41 revistas.unica.cu
Fuente de Internet

<1 %

42	www.repositorio.usac.edu.gt Fuente de Internet	<1 %
43	Submitted to Universidad Andina del Cusco Trabajo del estudiante	<1 %
44	Submitted to Webster University Trabajo del estudiante	<1 %
45	www.lareferencia.info Fuente de Internet	<1 %
46	repositorio.ulima.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
47	www.monografias.com Fuente de Internet	<1 %
48	datospdf.com Fuente de Internet	<1 %
49	es.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
50	lamenteesmaravillosa.com Fuente de Internet	<1 %
51	repositorio.uap.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
52	repositorio.upao.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 10 words

Excluir bibliografía

Activo