

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



**Resistencia a la Compresión de un concreto sustituyendo el
cemento por 2% de pata de mula y 6% de arcilla**

Tesis Para obtener el título de Ingeniero Civil

Autor:

Ramos Jacinto Brigitte Katerin Nahomi

Asesor:

Solar Jara, Miguel

Chimbote – Perú

2018

INDICE

Contenido	
Titulo	i
Palabras claves – key words – línea de investigación	ii
Resumen	iii
Abstract	iv
Introducción	1
Metodología	29
Resultados	38
Análisis y discusión	75
Conclusiones y recomendaciones	79
Agradecimientos	82
Referencias bibliográficas	83
Anexos y apéndice	87

Indice de Tablas

Tabla 1 Materias primas principales del cemento	12
Tabla 2 Porcentajes de materias primas principales del cemento	13
Tabla 3.Composición Química de la Concha Pata de Mula	17
Tabla 4. Composición Química de la Arcilla	22
Tabla 5. Técnicas e Instrumentos de Investigación	32
Tabla 6. Composición elemental de la muestra de la Concha Pata de Mula	42
Tabla 7. Composición elemental de la muestra de Arcilla de Quitaracsa	43
Tabla 8.Composición elemental de la mezcla de Concha Pata de Mula, Arcilla de Quitaracsa y Cemento.	44
Tabla 9.Ph de los materiales	44.
Tabla 10.Resistencia a la compresión de probetas patrón y experimental	49
Tabla 11.Datos de probetas patrón a 7 días de curado	50
Tabla 12.Resistencias de probetas patrón a 7 días de curado	50
Tabla 13.Datos de probetas patrón a 14 días de curado	51
Tabla 14.Resistencias de probetas patrón a 14 días de curado	51
Tabla 15.Datos de probetas patrón a 28 días de curado	52
Tabla 16.Resistencias de probetas patrón a 28 días de curado	52
Tabla 17.Datos de probetas patrón a 40 días de curado	53
Tabla 18.Resistencias de probetas patrón a 40 días de curado	53
Tabla 19.Datos de probetas patrón a 56 días de curado	54
Tabla 20.Resistencias de probetas patrón a 56 días de curado	54
Tabla 21 Datos de probetas Experimental a 7 días de curado	55
Tabla 22 Resistencias de probetas Experimental a 7 días de curado	55

Tabla 23 Datos de probetas Experimental a 14 días de curado	56
Tabla 24 Resistencias de probetas Experimental a 14 días de curado	56
Tabla 25 Datos de probetas Experimental a 28 días de curado	57
Tabla 26 Resistencias de probetas Experimental a 28 días de curado	57
Tabla 27 Datos de probetas Experimental a 40 días de curado	58
Tabla 28 Resistencias de probetas Experimental a 40 días de curado	58
Tabla 29 Datos de probetas Experimental a 56 días de curado	59
Tabla 30 Resistencias de probetas Experimental a 56 días de curado	59
Tabla 31 Resultado de Dispersión en las probetas Patrón a los 7 días	67
Tabla 32 Resultado de Dispersión en las probetas Patrón a los 14 días	68
Tabla 33 Resultado de Dispersión en las probetas Patrón a los 28 días	68
Tabla 34 Resultado de Dispersión en las probetas Patrón a los 40 días	69
Tabla 35 Resultado de Dispersión en las probetas Patrón a los 56 días	69
Tabla 36 Resultado de Dispersión en las probetas Experimental a los 7 días	70
Tabla 37 Resultado de Dispersión en las probetas Experimental a los 14 días	70
Tabla 38 Resultado de Dispersión en las probetas Experimental a los 28 días	71
Tabla 39 Resultado de Dispersión en las probetas Experimental a los 40 días	71
Tabla 40 Resultado de Dispersión en las probetas Experimental a los 56 días	72
Tabla 41 Resistencias a la compresión de las probetas de concreto con un porcentaje de cemento sustituido por ceniza mezcla de 6% de arcilla y 2% de pata de mula	72
Tabla 42 Cálculo de la prueba ANOVA para verificar las diferencias entre las medias de las resistencias a la compresión de las probetas de concreto.	73
Tabla 43. Tabla de resistencia promedio, de manera que no se cuenta con información estadística de dispersión.	88
Tabla 44. Tabla de clases de mezcla según su consistencia.	88

Tabla 45. Tabla de asentamientos máximos y mínimos.	88
Tabla 46. Tabla de volumen unitario de agua.	89
Tabla 47. Tabla de contenido de aire atrapado.	89
Tabla 48. Tabla de relación a/c por resistencia.	90
Tabla 49. Módulo de fineza de la combinación de agregados.	91
Tabla 50. Volumen de agregado grueso por unidades de volumen de concreto.	91
Tabla 51. Requisitos granulométricos del agregado fino.	92
Tabla 52. Requisitos granulométricos del agregado grueso.	93

Índice de Figuras:

Figura 1: Diseño del grupo control y los grupos experimentales	30
Figura 02. Arcilla. Curva de pérdida de masa – Análisis Termo gravimétrico	38
Figura 03. Arcilla. Curva Calorimétrica ATD	38
Figura 04. Pata de Mula. Curva de pérdida de masa – Análisis Termo gravimétrico	40
Figura 05. Pata de Mula. Curva Calorimétrica ATD	40
Figura 06. Resistencia a los 7 días de Curado Patrón vs. Experimental	60
Figura 07. Resistencia a los 14 días de Curado Patrón vs. Experimental	61
Figura 08. Resistencia a los 28 días de Curado Patrón vs. Experimental	62
Figura 09. Resistencia a los 40 días de Curado Patrón vs. Experimental	63
Figura 10. Resistencia a los 56 días de Curado Patrón vs. Experimental	64
Figura 11. Resistencia promedio vs curado	65
Figura 12. Curva de Resistencia	66
Figura 13. Relación Agua cemento	74

**“RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO
SUSTITUYENDO EL CEMENTO POR 2% DE PATA DE
MULA Y 6% DE ARCILLA”**

PALABRAS CLAVE:

TEMA: RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO

ESPECIALIDAD: TECNOLOGIA DEL CONCRETO

KEYWORDS:

TOPIC: CONCRETE COMPRESSION RESISTANCE

SPECIALTY: CONCRETE TECHNOLOGY

LINEA DE INVESTIGACION:

PROGRAMA	Ingeniería Civil
Línea de Investigación	Construcción y Gestión de la Construcción
OCDE	Ingeniería y Tecnología Ingeniería Civil Ingeniería de la Construcción
Campo de la Investigación	Materiales de la Construcción Tecnología de la Construcción y Procesos Constructivos

RESUMEN

El presente proyecto tuvo por objetivo realizar el diseño de concreto utilizando la pata de Mula en un 2% y Arcilla en un 6%.

Actualmente en el Perú podemos observar diferentes problemáticas en torno a las estructuras de concreto y esto se debe a muchos factores entre estos encontramos el factor económico; es por ello que necesitamos implementar nuevos elementos para la construcción de bajo costo y que a la vez sea más resistente; y siendo la concha de Pata de Mula un residuo, el costo de adquisición es significativamente más bajo que los agregados convencionales y es una interesante opción para la fabricación de nuevos concretos.

Utilizamos estos dos materiales ya que la Cocha de Pata de Mula tiene un alto porcentaje de Oxido de Calcio que llega al 95% y la Arcilla contiene un alto porcentaje en Oxido de Silicio, Oxido de Aluminio y Óxido de hierro, que es la composición química del cemento, que es lo que reemplazamos. La metodología utilizada fue experimental, ya que se utilizó un nuevo diseño para la mezcla de concreto que fue sustituido, que consistió en seleccionar la concha de Pata de Mula y la Arcilla extraída de Quitaracsa, luego diseñe las muestras de concreto utilizando cemento portland posteriormente se realizó una serie de ensayos como el de la resistencia a la compresión, ensayo de peso unitario compactado, ensayo de asentamiento, ensayo de contenido de aire; cuyos resultados fueron procesados, analizados e interpretados; con la metodología estadística y nos brindó los siguientes resultados:

El concreto alcanza su resistencia máxima a los 28 días, las probetas experimentales superaron a las probetas patrón en un 22.33%, luego a los 40 días este porcentaje disminuye, ya que las probetas experimentales superan al patrón en un 12.29% y finalmente las probetas experimentales curadas a 56 días superan al patrón en un 3.87%, al pasar los 40 y 56 días el concreto ya logra obtener una resistencia constante, esto debido que al activar los materiales obtenemos componentes semejantes al cemento y que hacen que nuestro nuevo cemento sea puzolanico.

ABSTRACT

The objective of this project was to design the concrete using the Mula leg in 2% and Clay in 6%.

Currently in Peru we can observe different problems around concrete structures and this is due to many factors among these we find the economic factor; That is why we need to implement new elements for low-cost construction and at the same time be more resistant; and with the Pata de Mula shell being a residue, the acquisition cost is significantly lower than conventional aggregates and is an interesting option for the manufacture of new concrete.

We use these two materials since the Mule Leg Cocha has a high percentage of Calcium Oxide that reaches 95% and the Clay contains a high percentage of Silicon Oxide, Aluminum Oxide and Iron Oxide, which is the chemical composition of cement, which is what we replace.

The methodology used was experimental, since a new design was used for the concrete mix that was replaced, which consisted of selecting the Pata de Mula shell and the clay extracted from Quitaracsa, then designing the concrete samples using portland cement subsequently carried out a series of tests such as compression resistance, compacted unit weight test, settlement test, air content test; whose results were processed, analyzed and interpreted; with the statistical methodology and we provide the following results:

The concrete reaches its maximum resistance at 28 days, the experimental specimens outperformed the standard specimens by 22.33%, then at 40 days this percentage decreases, since the experimental specimens outperform the standard by 12.29% and finally the experimental specimens Cured at 56 days, they surpass the pattern by 3.87%. After 40 and 56 days, the concrete already achieves a constant resistance, due to the fact that by activating the materials we obtain cement-like components that make our new cement pozzolanic.

I. INTRODUCCION

De los antecedentes encontrados se ha abordado algunos trabajos relevantes a esta investigación, como el de Kaleeswari.g , Dr. Dhanalakshmi.g , Manikandan.n .Revista Internacional de Investigación Avanzada en Biología Ciencia y Tecnología de Ingeniería (IJARBEST).Vol. 2, Número 3, (2016), con su investigación experimental. "La arcilla como reemplazo parcial del cemento en el concreto"

Tiene por objetivo reemplazar el cemento Portland ordinario (OPC) por un 5%, 10%, 15% y 20% de arcilla cruda y arcilla tratada. También, la resistencia a la compresión de la mezcla de mortero de cemento 1: 4 a los 7, 14 y 28 Día de curado.

Se llegó a las siguientes conclusiones: La incorporación de arcilla cruda no tratada y arcilla tratada químicamente en mortero de materiales cementosos suplementarios por sustitución de cemento Portland tiene un efecto drástico en propiedades de mortero de cemento. La viabilidad del hormigón aumenta con el porcentaje de sustitución de cemento por aumento de arcilla.

La resistencia a la compresión del cemento muestra de mortero ha aumentado después de incorporar Arcilla, la resistencia a la compresión alcanzó un máximo al 10%, ya que se puede concluir que para el reemplazo de cemento a arcilla cruda es la eficiencia, porque la presencia de Al_2O_3 , Fe_2O_3 y calcio están presentes para la mejora de la fuerza y la actividad puzolánica.

Cuando la arcilla cruda se trata químicamente con Hidróxido de potasio y óxido de calcio utilizado en el cemento a la mezcla de mortero, esto sin duda permitirá traer un 15%

Se observa un aumento de la resistencia a la compresión porque la arcilla se convierte en partículas muy finas después de reaccionar con algunas bases como se ha mencionado anteriormente llenando algunos poros de mortero de cemento.

También se revisó la investigación de Busta, H. Revista Ecobuilding Pulse (2015). Con la investigación experimental: ¿Podría la arcilla natural reemplazar el cemento en las unidades de mampostería?

La presente investigación de la National Science Foundation (NSF) con el fabricante de Watershed Materials, fabricante de Napa, California, tiene por objetivo reemplazar el cemento en las unidades de mampostería, esto muestra la promesa de aglomerantes alternativos de cemento hechos de minerales derivados de la arcilla natural.

En las pruebas recientes, su nuevo material de hormigón alcanzo una resistencia a la compresión de 7.000 psi, el doble del concreto típico.

Así mismo Achanai B., et al. (Tailandia 2013) Con su investigación experimental titulada: “composición química de moluscos”. Sostiene que la concha de pata de mula calcinada entre 750°C a 1000°C durante 4 horas produce, un compuesto mineralógico que esta principalmente hecho a base del CaO. Los residuos de conchas de pata de mula tienen una concentración de CaO 99.17% en peso, respectivamente.

A su vez, Ruiz, G.(2016). Con su Proyecto de investigación aplicada, titulada ”Evaluación experimental del uso de conchas de abanico como reemplazo de agregados pétreos en concreto hidráulico con cemento portland”: Tiene por objetivo triturar las conchas y usarlas como agregado en la fabricación del concreto, y reducir hasta en un 10 por ciento el costo de fabricación del concreto convencional muy usado actualmente en la construcción.

Sus conclusiones fueron que la concha de abanico triturada entre los tamaños 4.76 mm y 1.19 mm genera un comportamiento diferente del concreto fresco y endurecido cuando cambia la forma de la partícula del agregado grueso. Si bien es diferente cuando se varía la piedra redondeada a triturada, este cambio no es significativo en relación a la mezcla de control; El remplazo de concha de abanico triturada (entre los tamaños 4.76 mm y 1.19 mm) en el concreto afecta a la trabajabilidad, especialmente cuando el agregado grueso es triturado, en donde el efecto del reemplazo es más notorio. Existe una relación muy alta entre el porcentaje óptimo con la mejora de la granulometría del agregado fino.

Así mismo, Carrillo, R. y Villanueva, J. (2016). Con su investigación experimental titulada: “Sustitución del Cemento por 5% de *Trachy cardium procerum* (Pata de Mula) Y 3% de Hoja de Eucalipto en Mortero y determinar su resistencia”, el principal objetivo de esta tesis fue: Activar térmicamente la concha pata de mula a una temperatura de 800°C y la hoja de eucalipto a 600°C. Y mecánicamente a ambos a 76 micrómetros y tuvo como conclusión lo siguiente:

Las sustitución del CEMENTO POR 5% *Trachy cardium procerum* (PATA DE MULA) Y 3% *Eucaliptus Camaldulensis* Denh (HOJA DE EUCALIPTO) EN MORTERO resulta ser beneficioso obteniendo resultados favorables ante la resistencia. Entre sus resultados tenemos: De los resultados obtenidos de la prueba de Compresión podemos apreciar los datos registrados a los 7 días el mortero alcanzo 65.83 % de su máxima resistencia. Y a los 14 días no subió más que un 11.88 % y lo restante a los 28 días alcanzando una resistencia de 460.14 Kg/cm².

A su vez, Bendezu, R. y Ilquimiche, S. (2016). Con su investigación experimental titulada “Resistencia de un concreto $f'c = 210$ kg/cm² con cenizas de paja de caña de azúcar y el Polvo de *Trachycardium Procerum* (pata de Mula)”.

Se realizaron estudios para determinar sus propiedades químicas a la concha de Pata de Mula y los resultados fueron los siguientes: Oxido de Calcio (CaO) 95.367%, Oxido de Potasio (K₂O) 2.884%, Dióxido de Silicio (SiO₂) 0.932%, Trióxido de Hierro (Fe₂O₃) 0.720% y Trióxido de Azufre 0.097%.

Se concluyó que con la sustitución por combinación de la ceniza de la Paja de la Caña de azúcar y el Polvo de la Concha de Pata de Mula en un 10%, logramos obtener resultados favorables con respecto a la norma, ya que si cumple con los rangos establecidos la cual indica que a los 7 días de curado el concreto deberá tener un 70% en su resistencia, a los 14 días el 85% y el 100% a los 28 días.

A su vez, Julca, R. y Valentin, B. (2015) Con su investigación explicativa, de diseño experimental titulada “Resistencia de un concreto con sustitución de Arena por arcilla de Cusca- Corongo- Ancash”

Tiene por Objetivos determinar y comparar la resistencia de un concreto Patrón $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ para que cumpla la resistencia optima , con otros donde se sustituirá la arena por arcilla natural de cusca previamente activada mecánicamente, en un porcentaje de 3, 5 y 7 %.

Se realizaron estudios para determinar sus propiedades químicas de la arcilla y los resultados fueron los siguiente: Trióxido de Aluminio 46.91%, Dióxido de Silicio 35.638%, Trióxido de Hierro 10.335%, Oxido de Potasio 5.304%, Dióxido de Titanio 0.765%, Pentoxido de Fosforo 0.755%, Oxido de Calcio 0.229% y Trióxido de Azufre 0.064%.

Se llegaron a las siguientes conclusiones:

La mejor resistencia obtenida es con el concreto sustituido en un 5% de Arena por arcilla. El concreto con sustitución en 5% de arena por arcilla natural activada ha superado al concreto patrón en un 13% de su resistencia a los 28 días.

La sustitución al 7% de arena por arcilla muestra resultados por debajo del concreto patrón debido a que las partículas de arcilla absorben más agua. En los porcentajes de sustitución de 3% y 7% hay algunos porcentajes que aumentan, estos resultados son debido al uso de arcilla, pero al no tener una resistencia óptima es ajenos a la sustitución de arcilla.

De la bibliografía consultada se pudo revisar diversas definiciones que serán útiles para el desarrollo de la investigación, tales como:

Según Pasquel, E. Es el campo de la Ingeniería Civil que abarca el conjunto de conocimientos científicos orientados hacia la aplicación técnica, práctica y eficiente del concreto en la construcción. En su desarrollo y utilización intervienen varias ciencias interrelacionadas, como son la Física, la Química, las Matemáticas y la investigación experimental. A diferencia de otros campos de la Ingeniería en que se puede ejercer un control bastante amplio sobre los parámetros que participan en un fenómeno, en la Tecnología del Concreto cada elemento que interviene, bien sea el cemento, el agua , los agregados, los aditivos, y las técnicas de producción, colocación, curado y mantenimiento, representan aspectos particulares a estudiar y controlar de

modo que puedan trabajar eficientemente de manera conjunta en la aplicación práctica que deseamos. Generalmente tenemos una serie de limitaciones en cuanto a modificar a nuestra voluntad las características de los factores que intervienen en el diseño y producción del concreto, por lo que cada caso supone una solución particular, en la que tiene importancia preponderante la labor creativa de los profesionales que tienen a su cargo definirla e implementarla en la práctica, ya que paradójicamente, los ingredientes de un concreto bueno y uno malo son en general los mismos si no sabemos emplearlos adecuadamente, por lo que no es una tarea simple el diseñar y producir concreto de buena calidad. En este punto, es necesario establecer que el concreto de buena calidad es aquél que satisface eficientemente los requisitos de trabajabilidad, colocación, compactación, resistencia, durabilidad y economía que nos exige el caso singular que estemos enfrentando.

Concreto

Según MacCorman, J y Russell, H. (2011) El concreto es una mezcla de arena, grava, roca triturada, u otros agregados unidos en una masa rocosa por medio de una pasta de cemento y agua. En ocasiones, uno o más aditivos se agregan para cambiar ciertas características del concreto, tales como la ductilidad, durabilidad y tiempo de fraguado.

Al igual que la mayoría de los materiales pétreos, el concreto tiene una alta resistencia a la compresión y una muy baja resistencia a la tensión.

Características del concreto:

Fraguado y endurecimiento: El proceso de fraguado y endurecimiento es el resultado de reacciones químicas de hidratación entre los componentes del cemento. La fase inicial de hidratación se llama fraguado y se caracteriza por el paso de la pasta del estado fluido al estado sólido. Esto se observa de forma sencilla por simple presión con un dedo sobre la superficie del hormigón. Posteriormente continúan las reacciones de hidratación alcanzando a todos los constituyentes del cemento que provocan el endurecimiento de la masa y que se caracteriza por un progresivo desarrollo de resistencias mecánicas. En condiciones normales un hormigón portland normal comienza a fraguar entre 30 y 45 minutos después de que ha quedado en reposo en los

moldes y termina el fraguado trascurridas sobre 10 o 12 horas. Después comienza el endurecimiento que lleva un ritmo rápido en los primeros días hasta llegar al primer mes, para después aumentar más lentamente hasta llegar al año donde prácticamente se estabiliza. Resistencia: La resistencia a la compresión se puede definir como la máxima resistencia medida de un espécimen de concreto o de mortero a carga axial. Generalmente se expresa en kilogramos por centímetro cuadrado (Kg/cm²) a una edad de 28 días se le designe con el símbolo $f'c$. La resistencia del concreto a la compresión es una propiedad física fundamental, y es frecuentemente empleada en los cálculos para diseño de puente, de edificios y otras estructuras. El concreto de uso generalizado tiene una resistencia a la compresión entre 210 y 350 kg/cm cuadrado. Un concreto de alta resistencia tiene una resistencia a la compresión de cuando menos 420 kg/cm cuadrado. La resistencia a la flexión del concreto se utiliza generalmente al diseñar pavimentos y otras losas sobre el terreno. La resistencia a la compresión se puede utilizar como índice de la resistencia a la flexión, una vez que entre ellas se ha establecido la relación empírica para los materiales y el tamaño del elemento en cuestión. La resistencia a la flexión, también llamada módulo de ruptura, para un concreto de peso normal se aproxima a menudo de 1.99 a 2.65 veces el valor de la raíz cuadrada de la resistencia a la compresión. Trabajabilidad: La trabajabilidad del concreto engloba varias propiedades como la consistencia, la cohesión, la plasticidad y la tixotropía. Una buena trabajabilidad facilita el transporte y uso del concreto en la colocación en los encofrados y la compactación. La trabajabilidad es la forma en la que se puede manipular el concreto, si se tiene con mucha agua la mezcla será muy fluida y difícil de manipular, y si es el caso contrario que se tiene con poca agua la mezcla se torna muy seca y difícil de manipular haciendo que la trabajabilidad disminuya. Durabilidad: La durabilidad del concreto no tiene una definición como tal, sin embargo se puede decir que es la capacidad que tiene el concreto para resistir los efectos de la intemperie, ataque químico, abrasión, congelamiento o deshielo, entre otros que pueden causar su deterioro. Reología: La Reología del concreto son una serie de características con respecto a la mezcla en estado fresco que hacen posible su manejo y compactación. Estas características mencionadas anteriormente son las siguientes: Fluidéz, Compactibilidad y Estabilidad. Retracción del concreto: Este

proceso es mediante el cual el concreto sufre una etapa de disminución de su volumen o encogimiento, la cual se debe a la pérdida de agua durante las primeras horas llegando a producir grietas en los elementos. Este fenómeno se puede disminuir distribuyendo las armaduras de acero adecuadamente, ya que la restringen y la reparten de forma más conveniente. “La retracción depende de numerosos factores tales como la geometría de las piezas, las condiciones atmosféricas de velocidad, de viento, humedad y temperatura, y la proporción de los componentes de la mezcla”. (Porrero, 2014, p.52) “Al aumentar el agua, o al aumentar conjuntamente la dosis de cemento y agua, es decir al aumentar la pasta la retracción se hace mayor. El exceso de ultrafinos aumenta el requerimiento de agua para mantener la fluidez con lo cual hay exceso de agua y a su vez mayor retracción por secado” (Porrero, 2014, p.52) Este proceso de retracción generalmente puede ocurrir en dos etapas diferentes en el proceso de realización del concreto, una de ellas se puede producir en los momentos iniciales del fraguado debido a la pérdida de parte de agua de la mezcla, la cual se conoce como retracción de fraguado. La otra etapa en la cual se puede producir la retracción es cuando el concreto ya está endurecido la cual se denomina retracción hidráulica y es de menor escala que la anterior. La retracción en concretos de temprana edad es un riesgo permanente cuando las obras son realizadas en climas tropicales, por lo que este proceso se puede combatir aplicando técnicas de curado del concreto, o utilizando toldos protectores y pantallas corta vientos para defender la calidad del concreto. Curado del concreto: “El curado es la operación mediante la cual se protege el desarrollo de las reacciones de hidratación del cemento, evitando la pérdida parcial de agua de reacción por efecto de la evaporación superficial” (Porrero, 2014, p.219). Este proceso de curado es importante ya que si no se evita la pérdida de agua se pueden llegar a producir grietas en los elementos de concreto por retracción plástica o de fraguado abriéndole paso a los agentes agresivos del medio externo provocando que se corroan las armaduras de acero embebidas en el concreto causando daños mayores con el paso del tiempo a los elementos estructurales, este es uno de los motivos por lo cual se recurre al curado ya que mediante este proceso se logra mejorar la resistencia mecánica, se gana impermeabilidad, se aumenta la durabilidad, entre otras ventajas que este proceso de curado brinda

Agregados

Se define a los agregados como granos o fragmentos, los cuales son usualmente pétreos y cuyo propósito es dotar la mezcla de características favorables, así como también disminuir su costo. Estos constituyen la mayor parte de la masa del concreto, representando entre el 70 y el 85% de su peso, debido a esto es que las propiedades de los agregados son tan importantes para la calidad final de la mezcla. Los agregados deben poseer características que favorezcan al desarrollo de ciertas propiedades en la mezcla de concreto, dentro de ellas están: la trabajabilidad, la adherencia con la pasta y el desarrollo de resistencia mecánica. Según Construrama C.A, también se pueden definir los agregados como componentes naturales o artificiales derivados de la trituración de diversas 15 piedras, los cuales pueden tener tamaños que van desde pedazos de piedra hasta partículas casi invisibles. Los agregados conforman el esqueleto granular del concreto y son el elemento mayoritario del concreto, por lo que son responsables de gran parte de las características del mismo. Los agregados son generalmente inertes y estables en sus dimensiones. Existen muchas formas de clasificar los agregados, pero una de las más comunes es la que los separa en agregados gruesos y finos, esta depende del diámetro que tienen las partículas y se define con las mallas de los tamices, si usamos una malla número 4 (4.75 milímetros), lo que se queda retenido en ella son los agregados gruesos y lo que pasa por esta malla (pero queda retenido en la malla del número 200, de 0.075 milímetros) se denominan agregados finos. Los agregados gruesos son llamados gravas y los finos; arenas. Cada elemento tiene un rol dentro de la masa de concreto y su proporción en la mezcla es clave para lograr las propiedades que se desean, las cuales son: trabajabilidad, resistencia, durabilidad y economía.

Características y Propiedades de los agregados

Todas las características y propiedades de los agregados vienen dadas por:

Granulometría. La granulometría de los agregados se refiere a la distribución del tamaño de las partículas y del cálculo de la abundancia de los materiales correspondientes a cada uno de los tamaños previstos por una escala granulométrica. Uno de los métodos más sencillos para determinar la granulometría es por el ensayo

de tamizados mediante mallas, donde los alambres que integran las mallas se entretrejen formando espacios cuadrados con diferentes aberturas, actuando como coladores que sirven para filtrar los granos.

Módulo de finura. El módulo de finura es el índice aproximado que nos describe en forma rápida y breve la proporción de finos o de gruesos que se tienen en las partículas que lo constituyen. Dicho módulo de finura se calcula sumando los porcentajes acumulados de las mallas número 4,8, 16, 30, 50 y 100 inclusive y dividiendo el total entre 100. Cuanto mayor sea el módulo de finura más grueso es el agregado.

Tamaño máximo del agregado. Generalmente, el tamaño de los agregados siempre se emplea de dos formas, en centímetros o en pulgadas. Cuando se usan agregados de tamaños máximos esto hace que se reduzca la superficie que va a ser lubricada por lo tanto se obtiene lo siguiente: Mayor fluidez, aumenta la segregación al aumentar el tamaño máximo, se mantiene la retracción, disminuye la resistencia del concreto, el precio no se altera. (Porrero, 2014, p.56)

Ensayos

Resistencia a Compresión de diseños convencional y un diseño modificado:El procedimiento consiste en la fabricación de probetas cilíndricas de altura igual a su diámetro, las cuales se ensayan posteriormente según los procedimientos indicados en la norma. Newell,J.(2011) La muestra está sujeta a una carga aplastante. Varios materiales muestran módulos y resistencias de compresión y tracción similares, por lo que las pruebas de compresión muchas veces no se realizan, excepto en casos en los que se espera que el material soporte grandes fuerzas de compresión.

Peso unitario (N.T.P. 339.046) El peso unitario es un control muy útil para verificar la uniformidad del concreto y comprobar el rendimiento de la mezcla al comparar el peso unitario del diseño con la real de obra. La norma aplicable para este ensayo es el ASTM C 138. Es común determinar la densidad del concreto fresco compactado al medir la manejabilidad. El peso unitario se obtiene fácilmente al pesar el concreto fresco compactado en un recipiente estandarizado, de volumen y masa conocidos; en la norma N.T.P. 339.046 se describen los procedimientos, que consisten en llenar un

recipiente de volumen y de peso conocido, con concreto en estado fresco en 3 capas, consolidando cada capa con 25 golpes mediante una barra compactadora uniformemente distribuidos, luego el peso unitario, expresado en kg/m³ se hallará multiplicando el peso neto del concreto por el factor de calibración del recipiente. La variación del peso unitario de una mezcla, generalmente son debidas al tipo de agregado clasificándose así:

Concretos normales (2 300 – 2 400 kg/m³), Concretos pesados (2 700 – 4 500 kg/m³),
Concretos livianos (600 – 1 800 kg/m³)

$$f = \frac{1000}{W_a}$$

$$P.U = f \times W_c$$

Donde:

W_a : Peso del agua, en kg.

W_c : Peso del concreto neto, en kg.

f : Factor de calibración del recipiente, en m⁻³.

P.U : Peso unitario del concreto en kg/m³ .

Ensayo de asentamiento: El ensayo consiste en rellenar un molde metálico troncocónico de dimensiones normalizadas, en tres capas apisonadas con 25 golpes de varilla – pisón y, luego de retirar el molde, medir el asentamiento que experimenta la masa de hormigón colocada en su interior. Esta medición se complementa con la observación de la forma de derrumbamiento del cono de hormigón mediante golpes laterales con la varilla – pisón.

Ensayo de contenido de aire: (N.T.P 339.046) Este ensayo nos permite medir la cantidad de aire que existe en el concreto en el estado fresco expresado en porcentaje (%), con el fin de llevar un control de calidad del concreto, ya que el aire arrastrado genera grandes burbujas de aire accidental durante el proceso de mezcla, transporte y colocación del concreto, es importante que el concreto esté completamente compactado. Las normas aplicables son las ASTM C 138, C 231, C 173 y N.T.P. 339.046. La medición del contenido de aire es indispensable cuando se utiliza incorporadores de aire para prevenir los efectos perjudiciales climatológicos.

Exudación del concreto: (N.T.P. 339.077). Propiedad por la cual una parte del agua de mezcla se separa de la masa y sube hacia la superficie del concreto. Es un caso típico de sedimentación en que los sólidos se asientan dentro de la masa plástica. La exudación se produce inevitablemente en el concreto, pues es una propiedad inherente a su estructura, luego lo importante es evaluarla y controlarla en cuanto a los efectos negativos que pudiera tener. Según la norma ASTM C 232, se coloca la muestra de concreto en un molde y recolectando con una pipeta el agua superficial que va subiendo a la superficie, tomándose nota de los tiempos de ocurrencia hasta que la pasta ya no exude. Las fórmulas a ser usadas según la N.T.P. 339.077 se presentan a continuación.

$$C = \frac{w}{W} \times S$$

$$\text{Exudación}(\%) = \frac{V}{C} \times 100$$

Donde:

C: Masa del agua en la muestra de ensayo, en L

w: Agua efectiva, en L

W: Cantidad total de materiales, en kg

S: Peso del concreto, en kg

V: Volumen final exudado, en L

Contenido de humedad: La humedad o contenido de humedad de un suelo es la relación, expresada como porcentaje, del peso de agua en una masa dada de suelo, al peso de las partículas sólidas.

Cemento

El cemento es un conglomerante hidráulico, es decir, un material inorgánico finamente molido que, cuando es amasado con agua, forma una pasta que fragua y endurece por medio de reacciones y procesos de hidratación y que, una vez endurecido, conserva su resistencia y estabilidad incluso bajo el agua. El cemento conforme con esta norma, designado cemento CEM, debe ser capaz, cuando se dosifica y mezcla apropiadamente con áridos y agua, de producir un hormigón o un mortero que conserve su trabajabilidad durante un tiempo suficiente y de alcanzar, después de unos periodos

definidos, los niveles especificados de resistencia. También debe tener estabilidad de volumen a largo plazo. El endurecimiento hidráulico del cemento CEM se debe principalmente a la hidratación de los silicatos de calcio, aunque también pueden participar en el proceso de endurecimiento otros compuestos químicos, como por ejemplo, los aluminatos. La suma de las proporciones de óxido de calcio reactivo (CaO) y de dióxido de silicio reactivo (SiO₂). Revista virtual Pro (Febrero,2012).

Cemento portland. Umacon (2016) El cemento Portland, es un tipo de cemento hidráulico, que al realizarse la mezcla con áridos, agua y fibras de acero se produce una transformación en la cual obtendremos una masa muy duradera y resistente, denominada hormigón.

Fabricación del cemento portland. Los componentes químicos principales de las materias primas para la fabricación del cemento y las proporciones generales en que intervienen son:

Tabla n°1

Materias primas principales del cemento

Componente Químico	
95%	Oxido de Calcio (CaO)
	Oxido de Silice (SiO₂)
	Oxido de Aluminio (Al₂O₃)
	Oxido de Fierro (Fe₂O₃)
5%	Oxido de Magnesio, Sodio
	Potasio, Titanio, Azufre,
	Fosforo y Magnesio

Fuente: Tópicos de Tecnología del Concreto en el Perú, Pasquel.

Los porcentajes típicos en que intervienen en el cemento Portland los óxidos mencionados son :

Tabla n°2

Porcentajes de materias primas principales del cemento

Oxido Componente	Porcentaje Tipico
<i>CaO</i>	61% - 67%
<i>SiO₂</i>	20% - 27%
<i>Al₂O₃</i>	4% - 7%
<i>Fe₂O₃</i>	2% - 4%
<i>SO₃</i>	1% - 3%
<i>MgO</i>	1% - 5%
<i>K₂O y Na₂O</i>	0.25% - 1.5%

Fuente: Tópicos de Tecnología del Concreto en el Perú, Pasquel.

Composición del cemento portland: Luego del proceso de formación del clinker y molienda final, se obtienen los siguientes compuestos establecidos por primera vez por Le Chatelier en 1852, y que son los que definen el comportamiento del cemento hidratado y que detallaremos con su fórmula química, abreviatura y nombre corriente. Silicato Tricálcico ($3CaO.SiO_2 \rightarrow C_3S$)--> Alita: Define la resistencia inicial (en la primera semana) y tiene mucha importancia en el calor de hidratación. Silicato Dicálcico ($2CaO.SiO_2 \rightarrow C_2S$)--> Belita): Define la resistencia a largo plazo y tiene incidencia menor en el calor de hidratación. Aluminato Tricálcico ($3CaO.Al_2O_3$)--> C3A): Aisladamente no tiene trascendencia en la resistencia, pero con los silicatos condiciona el fraguado violento actuando como catalizador. Alumino-Ferrito Tetracálcico ($4CaO.Al_2O_3.Fe_2O_3 \rightarrow C_4AF$)--> Celita): Tiene trascendencia en la velocidad de hidratación y secundariamente en el calor de hidratación. Oxido de Magnesio (MgO): Pese a ser un componente menor, tiene importancia pues para contenidos mayores del 5% trae problemas de expansión en la pasta hidratada y endurecida. Oxidos de Potasio y Sodio ($K_2O, Na_2O \rightarrow$ Alcalis).- Tienen importancia para casos especiales de reacciones químicas con ciertos agregados, y los solubles en agua contribuyen a producir eflorescencias con agregados calcáreos. Oxidos de Manganeso y Titanio (Mn_2O_3, TiO_2).-

El primero no tiene significación especial en las propiedades del cemento, salvo en su coloración, que tiende a ser marrón si se tienen contenidos mayores del 3%. Se ha observado que en casos donde los contenidos superan el 5% se obtiene disminución de resistencia a largo plazo. El segundo influye en la resistencia, reduciéndola para contenidos superiores a 5%. Para contenidos menores, no tiene mayor trascendencia. De los compuestos mencionados, los silicatos y aluminatos constituyen los componentes mayores, pero no necesariamente los más trascendentes, pues como veremos posteriormente algunos de los componentes menores tienen mucha importancia para ciertas condiciones de uso de los cementos.

Propiedades físicas del cemento

Finura: La finura de molido o de molturación en los materiales, se aprecia por medio de los análisis granulométricos, que consiste en hacerlos pasar a través de tamices, cribas o zarandas, apreciando los porcentajes en peso que atraviesan el material. El grado de finura es la de mayor importancia, porque se ha determinado que el agua no actúa sino en una profundidad de 0.1mm de los granos, y como el agua es indispensable para la cristalización o fragua, se comprende la necesidad de que el cemento posea la finura conveniente a fin de que la película de agua que rodea cada grano lo atraviese. Las especificaciones usuales prescriben que más del 78% en peso pase la malla N° 200.

Firmeza: Llamada también indeformabilidad; es la que exige al cemento de no desintegrarse después del fraguado. Generalmente esta desintegración se produce en el cemento como en cualquier otro material, por variación del volumen y en el caso especial del cemento por aumento del volumen. Un cemento tendrá firmeza cuando durante y después de la fragua, no aumenta de volumen. En los laboratorios se comprueba esta cualidad preparando tortas de pasta normal, que después se seca al vapor y se examinan para observar si se han presentado fracturas de contracción, distorsiones, desintegraciones, etc.

Peso Específico: El cemento debe tener un peso específico superior a 3.10.

Tipos de cemento:

MacCorman, J y Russell, H. (2011). Estos Diferentes cementos se fabrican casi con los mismos materiales básicos, pero sus propiedades se modifican variando la dosificación. El Cemento tipo I es el cemento normal usado en la mayoría de las construcciones, pero hay otros cuatro tipos útiles en situaciones especiales en las que se requiere un fraguado rápido o una generación baja de calor o bien una resistencia mayor a los sulfatos:

Tipo I: El cemento común de usos múltiples empleado en trabajos de construcción en general.

Tipo II: un cemento modificado que tiene calor de hidratación que el Tipo I y puede resistir alguna exposición al ataque de los sulfatos.

Tipo III: Un cemento de fraguado rápido que produce en las primeras 24 horas un concreto con una resistencia aproximadamente el doble que la del cemento tipo I. Este cemento produce calor de hidratación muy alto.

Tipo IV: Un cemento de bajo calor que produce un concreto que disipa muy lentamente el calor. Se usa en estructuras de concreto de gran tamaño.

Tipo V: Un cemento usado para concretos que van a estar expuestos a altas concentraciones de sulfatos.

Concha pata de mula

Nombre científico: *Trachycardium Procerum*

Características: Es una especie bentónica con hermafroditismo sexual funcional, con mayor actividad reproductiva en los machos que en las hembras. Presenta una concha muy alta, convexa, blanca, con motas o puntos cafés. Con umbos altos y prominentes, casi centrales y ortogiros. Moderadamente delgada, provista de fuertes costillas lisas y aplanadas. La charnela es relativamente corta, ancha, redondeada, con dos dientes cardinales en cada valva, de los cuales, el derecho posterior y el izquierdo anterior son grandes y punteados, los otros dos son pequeños. El margen posterior de la concha marcadamente aserrado por las terminaciones de las costillas. Longitud de 41 mm. Y diámetro de 32mm. La relación longitudinal altura es de 0.79.

Ortiz K. nos dice que *Trachycardium procerum*, es una especie bentónica con hermafroditismo sexual funcional, notándose mayor actividad reproductiva en los machos sobre las hembras. Según el grado de desarrollo, el ovario presenta tres tipos de ovocitos: inmaduro (OI), en madurez (OEM) y maduro (OM) en hembras. A su vez los machos presentan espermatogonio (SG), espermatocito (SC) y espermatozoide (SP). Las gónadas, de acuerdo al desarrollo ovocitario y espermatogónico, se agrupan en seis estadios de madurez (virginal = 0; reposo = I; en maduración = II; maduro = III; desovante/expulsante = IV y recuperación = V). *Trachycardium procerum*, es un reproductor parcial asincrónico, que presenta travéculas con ovocitos y espermatozoides en diferentes grados de desarrollo gonadal, que van creciendo en longitud y en diámetro y conforme se van llenando de gametos maduros, los cuales permanecen almacenados hasta el momento del desove. Estos individuos se reproducen con mayor intensidad durante los meses de verano (febrero y marzo) y primavera (octubre y noviembre). Con respecto al factor de condición (FC), este se relaciona de manera directa con la estación reproductiva, debido a que durante el periodo de mayor actividad reproductiva los invertebrados emplean sus reservas energéticas para obtener el éxito reproductivo, ocasionando de esta manera un aumento del peso corporal. La talla de primera madurez gonadal es de 41 mm de altura para las hembras. El conocimiento de los aspectos reproductivos de este importante recurso bentónico, brinda herramientas que pueden ser utilizadas en un óptimo manejo pesquero para la conservación de esta especie.

Composición química

Universidad Nacional de Ingeniería, laboratorio n°12, Facultad de Ciencias (2015) a través del Análisis químico arroja que el Polvo de la Pata de Mula tiene la siguiente composición química:

Tabla 3.

Composición Química de la Concha Pata de Mula

COMPOSICION QUIMICA	RESULTADOS (%)	METODO UTILIZADO
Oxido de Calcio (CaO)	95.367	
Oxido de Potasio (K₂O)	2.884	Espectrometría de
Dióxido de Silicio (SiO₂)	0.932	Fluorescencia de
Trióxido de Hierro (Fe₂O₃)	0.720	Rayos X
Trióxido de Azufre	0.097	

Fuente: Elaboración Propia.

Según la NTP 334.009 CEMENTOS PORTLAND- REQUISITOS nos dice que la suma de Oxido de Calcio, Oxido de Silicio, Oxido de Aluminio, Oxido de Hierro, debe ser mayor a un 95%. En este caso, para saber si un material es cementante debemos ir a la composición química del cemento que son: Oxido de Calcio, Oxido de Silicio, Oxido de Aluminio, Oxido de Hierro; a partir de esto ver la composición química de la Concha Pata de Mula y ver que propiedades tienen en común, en este caso Oxido de Calcio, Dióxido de Silicio, Trióxido de Hierro y la suma de sus porcentajes tiene que ser mayor a 50%, porque se está sustituyendo al cemento en un 8% y no se está reemplazando, si se reemplazara la suma tendría que ser mayor a un 95%. Por lo tanto la concha Pata de Mula es un Material Cementante ya que la suma es mayor al 50%.

Accesibilidad

A nivel internacional: La pata de mula es una especie de gran importancia económica que es explotada a lo largo del litoral del Pacífico (MacKenzie, 2001). La especie está asociada al mangle rojo *Rhizophora mangle* Linnaeus en la zona intermareal, donde vive enterrada en el fango. Se distribuye en el pacífico oriental desde las costas de Baja California Sur, México hasta Perú (Keen, 1971). La principal área de pesca en México se localiza en Bahía Magdalena, Baja California Sur (Hidrobiológica vol.22 no.1 México ene./abr. 2012)

A nivel nacional: La extracción de la concha Pata de Mula se realiza en la bahía de Samanco, más específicamente en la playa El Dorado.

Productividad

A nivel internacional: En el manglar de la Ensenada de La Paz, B. C. S., México; Se recolectaron un total de 2412 individuos con un promedio de 65.0 mm de longitud total y un rango entre 32.8 y 97.5 mm. El peso total presentó un rango de 7.5 a 275.0 g con un promedio de 86.7 g y el peso sin concha varió de 2.1 g a 50.8 g con un promedio de 16.0 g. El peso seco estimado varió de 0.1 a 7.6 g con un promedio de 3.4 g.

A nivel nacional: La captura como el esfuerzo y la abundancia relativa mostraron tendencia a incrementar del 2001 al 2003, para luego disminuir el 2004, indicando de esta forma una disminución de la disponibilidad del recurso para finales del periodo en estudio. (Informe instituto Mar del Peru, 2007)

Según la Supervisora de la producción de la Playa el Dorado, Actualmente la producción de la Concha Pata de Mula se encuentra en crecimiento en la bahía de Samanco, específicamente en la Playa el Dorado, la extracción se realiza de Jueves a Martes, llegando los buzos a tierra a las 2:30 p.m.

Esta concha se puede adquirir también en el Mercado de Peces La Sirena de Chimbote como residuo, ya que solo se utiliza la comida que se encuentra al interior de la concha para el consumo humano y la concha de la Pata de Mula se desecha.

Arcilla

Definición: Según Pérez, P (2015) Es un material que surge a partir de la agregación de silicatos de aluminio derivados del proceso de descomposición de distintos minerales. Estos silicatos se encuentran hidratados y, de acuerdo a la presencia de impurezas, pueden exhibir diferentes colores.

Estructura de la arcilla: Según García, R. las propiedades de las arcillas son consecuencia de sus características estructurales. Por ello es imprescindible conocer la estructura de los filosilicatos para poder comprender sus propiedades. Las arcillas, al igual que el resto de los filosilicatos, presentan una estructura basada en el apilamiento de planos de iones oxígeno e hidroxilos. Los grupos tetraédricos (SiO)₄⁴⁻ se unen compartiendo tres de sus cuatro oxígenos con otros vecinos formando capas, de

extensión infinita y fórmula $(\text{Si}_2\text{O}_5)^{2-}$, que constituyen la unidad fundamental de los filosilicatos. En ellas los tetraedros se distribuyen formando hexágonos. El silicio tetraédrico puede estar, en parte, sustituido por Al^{3+} o Fe^{3+} .

Estas capas tetraédricas se unen a otras octaédricas de tipo gibbsita o brucita. En ellas algunos Al^{3+} o Mg^{2+} , pueden estar sustituidos por Fe^{2+} o Fe^{3+} y más raramente por Li, Cr, Mn, Ni, Cu o Zn. El plano de unión entre ambas capas está formado por los oxígenos de los tetraedros que se encontraban sin compartir con otros tetraedros (oxígenos apicales), y por grupos $(\text{OH})^-$ de la capa brucítica o gibsitica, de forma que, en este plano, quede un $(\text{OH})^-$ en el centro de cada hexágono formado por 6 oxígenos apicales. El resto de los $(\text{OH})^-$ son reemplazados por los oxígenos de los tetraedros.

Clasificación:

Arcilla primaria: se utiliza esta denominación cuando el yacimiento donde se encuentra es el mismo lugar en donde se originó. El caolín es la única arcilla primaria conocida.

Arcillas secundarias: son las que se han desplazado después de su formación, por fuerzas físicas o químicas. Se encuentran entre ellas el caolín secundario, la arcilla refractaria, la arcilla de bola, el barro de superficie y el gres. Si atendemos a la estructura de sus componentes, se distinguen las arcillas filitenses y las arcillas fibrosas. También se pueden distinguir las arcillas de acuerdo a su plasticidad. Existen así las arcillas plásticas (como la caolinita) y las poco plásticas (como la esméctica, que absorbe las grasas). Por último, hay también las arcillas calcáreas, la arcilla con bloques (arcilla, grava y bloques de piedra de las morrenas), la arcilla de descalcificación y las arcillitas (esquistos arcillosos).

Propiedades

Propiedades físico – químicas: Las importantes aplicaciones industriales de este grupo de minerales radican en sus propiedades físico-químicas. Dichas propiedades derivan, principalmente, de: Su extremadamente pequeño tamaño de partícula (inferior a 2 mm), su morfología laminar (filosilicatos), las sustituciones isomórficas, que dan lugar a la aparición de carga en las láminas y a la presencia de cationes débilmente ligados

en el espacio interlaminar. Como consecuencia de estos factores, presentan, por una parte, un valor elevado del área superficial y, a la vez, la presencia de una gran cantidad de superficie activa, con enlaces no saturados. Por ello pueden interactuar con muy diversas sustancias, en especial compuestos polares, por lo que tienen comportamiento plástico en mezclas arcilla-agua con elevada proporción sólido/líquido y son capaces en algunos casos de hinchar, con el desarrollo de propiedades reológicas en suspensiones acuosas. Por otra parte, la existencia de carga en las láminas se compensa, como ya se ha citado, con la entrada en el espacio interlaminar de cationes débilmente ligados y con estado variable de hidratación, que pueden ser intercambiados fácilmente mediante la puesta en contacto de la arcilla con una solución saturada en otros cationes, a esta propiedad se la conoce como capacidad de intercambio catiónico y es también la base de multitud de aplicaciones industriales.

Superficie específica: La superficie específica o área superficial de una arcilla se define como el área de la superficie externa más el área de la superficie interna (en el caso de que esta exista) de las partículas constituyentes, por unidad de masa, expresada en m^2/g . Las arcillas poseen una elevada superficie específica, muy importante para ciertos usos industriales en los que la interacción sólido-fluido depende directamente de esta propiedad.

Capacidad de Intercambio catiónico: Es una propiedad fundamental de las esmectitas. Son capaces de cambiar, fácilmente, los iones fijados en la superficie exterior de sus cristales, en los espacios interlaminares, o en otros espacios interiores de las estructuras, por otros existentes en las soluciones acuosas envolventes. La capacidad de intercambio catiónico (CEC) se puede definir como la suma de todos los cationes de cambio que un mineral puede adsorber a un determinado pH. Es equivalente a la medida del total de cargas negativas del mineral. Estas cargas negativas pueden ser generadas de tres formas diferentes: Sustituciones isomórficas dentro de la estructura, enlaces insaturados en los bordes y superficies externas y disociación de los grupos hidroxilos accesibles. El primer tipo es conocido como carga permanente y supone un 80 % de la carga neta de la partícula; además es independiente de las condiciones de pH y actividad iónica del medio. Los dos últimos tipos de origen varían en función del pH y de la actividad iónica. Corresponden a bordes cristalinos, químicamente activos y representan el 20 % de la carga total de la lámina.

Algunas arcillas encuentran su campo de aplicación en el sector de los absorbentes ya que pueden absorber agua u otras moléculas en el espacio interlamilar (esmeclitas) o en los canales estructurales (sepiolita y paligorskita). Hidratación e hinchamiento: La hidratación y deshidratación del espacio interlamilar son propiedades características de las esmeclitas, y cuya importancia es crucial en los diferentes usos industriales. Aunque hidratación y deshidratación ocurren con independencia del tipo de catión de cambio presente, el grado de hidratación sí está ligado a la naturaleza del catión interlamilar y a la carga de la lámina. La absorción de agua en el espacio interlamilar tiene como consecuencia la separación de las láminas dando lugar al hinchamiento. Este proceso depende del balance entre la atracción electrostática catión-lámina y la energía de hidratación del catión. A medida que se intercalan capas de agua y la separación entre las láminas aumenta, las fuerzas que predominan son de repulsión electrostática entre láminas, lo que contribuye a que el proceso de hinchamiento pueda llegar a disociar completamente unas láminas de otras. Cuando el catión interlamilar es el sodio, las esmeclitas tienen una gran capacidad de hinchamiento, pudiendo llegar a producirse la completa disociación de cristales individuales de esmeclita, teniendo como resultado un alto grado de dispersión y un máximo desarrollo de propiedades coloidales. Si por el contrario, tienen Ca o Mg como cationes de cambio su capacidad de hinchamiento será mucho más reducida. Plasticidad: Las arcillas son eminentemente plásticas. Esta propiedad se debe a que el agua forma una envuelta sobre las partículas laminares produciendo un efecto lubricante que facilita el deslizamiento de unas partículas sobre otras cuando se ejerce un esfuerzo sobre ellas. La elevada plasticidad de las arcillas es consecuencia, nuevamente, de su morfología lamilar, tamaño de partícula extremadamente pequeño (elevada área superficial) y alta capacidad de hinchamiento. Según Jiménez S. et al. , 1975. Generalmente, esta plasticidad puede ser cuantificada mediante la determinación de los índices de Atterberg (Límite Líquido, Límite Plástico y Límite de Retracción). Estos límites marcan una separación arbitraria entre los cuatro estados o modos de comportamiento de un suelo sólido, semisólido, plástico y semilíquido o viscoso. La relación existente entre el límite líquido y el índice de plasticidad ofrece una gran información sobre la composición granulométrica, comportamiento, naturaleza y calidad de la arcilla.

Existe una gran variación entre los límites de Atterberg de diferentes minerales de la arcilla, e incluso para un mismo mineral arcilloso, en función del catión de cambio. En gran parte, esta variación se debe a la diferencia en el tamaño de partícula y al grado de perfección del cristal. En general, cuanto más pequeñas son las partículas y más imperfecta su estructura, más plástico es el material. Tixotropía: La tixotropía se define como el fenómeno consistente en la pérdida de resistencia de un coloide, al amarlo, y su posterior recuperación con el tiempo. Las arcillas tixotrópicas cuando son amasadas se convierten en un verdadero líquido. Si, a continuación, se las deja en reposo recuperan la cohesión, así como el comportamiento sólido. Para que una arcilla tixotrópica muestre este especial comportamiento deberá poseer un contenido en agua próximo a su límite líquido. Por el contrario, en torno a su límite plástico no existe posibilidad de comportamiento tixotrópico.

Propiedades químicas

Universidad Nacional de Ingeniería, laboratorio n°12, Facultad de Ciencias (2015) a través del Análisis químico arroja que la Arcilla tiene la siguiente composición química:

Tabla 4.

Composición Química de la Arcilla

COMPOSICION QUIMICA	RESULTADOS (%)	METODO UTILIZADO
Trióxido de Aluminio	46.91	
Dióxido de Silicio	35.638	
Trióxido de Hierro	10.335	
Oxido de Potasio	5.304	Espectrometría de Fluorescencia de Rayos X
Dióxido de Titanio	0.765	
Pentóxido de Fosforo	0.755	
Oxido de Calcio	0.229	
Trióxido de Azufre	0.064	

Fuente: Universidad Nacional de Ingeniería

Según la NTP 334.009 CEMENTOS PORTLAND- REQUISITOS nos dice que la suma de Oxido de Calcio, Oxido de Silicio, Oxido de Aluminio, Oxido de Hierro, debe ser mayor a un 95%.

En este caso, para saber si un material es cementante debemos ir a la composición química del cemento que son: Oxido de Calcio, Oxido de Silicio, Oxido de Aluminio, Oxido de Hierro; a partir de esto ver la composición química de la Arcilla y ver que propiedades tienen en común, en este caso Trióxido de Aluminio, Dioxido de Silicio, Trióxido de Hierro, Oxido de Calcio y la suma de sus porcentajes tiene que ser mayor a 50%, porque se está sustituyendo al cemento en un 8% y no se está reemplazando, si se reemplazara la suma tendría que ser mayor a un 95%. Por lo tanto la Arcilla es un Material Cementante ya que la suma es 93.112%, que es mayor al 50%.

Este proyecto de investigación se justifica en:

A través de este trabajo de investigación, buscamos reemplazar el cemento con materiales que se pueden encontrar fácilmente y que le pueda brindar al concreto una alta resistencia, que brindara beneficios a las viviendas construidas posteriormente en Chimbote y que también sean más económicas de manera que se deje de lado la construcción ilegal.

Teniendo en cuenta que la arcilla es uno de los materiales infinitos en el planeta, en donde podemos encontrar silicio, y que siendo Chimbote un puerto pesquero encontramos gran cantidad de desperdicio de la Concha de Pata de Mula (*Trachy Cardium Procerum*) que contiene una gran cantidad de calcio; estos dos materiales ya mencionados van a sustituir el cemento en porcentajes diferentes, esperando que sea de gran ayuda para la construcción a largo plazo.

La Arcilla es el material que se puede encontrar con facilidad en Perú y con propiedades beneficiosas para el concreto como el Silicio, lo que hace que sea una alternativa para reemplazar en un cierto porcentaje al cemento junto con el polvo de Concha de pata de mula que tiene un potencial uso como material cementante y este a la vez es económico y no contaminante en todo su proceso de producción.

En este proyecto de investigación lo que buscamos es contribuir con los avances tecnológicos en la ingeniería en relación al concreto de modo que podamos obtener un concreto con menor costo e ir de la mano con el ecosistema evitando la contaminación incluyendo en nuestras mezclas, materiales pocos o no contaminantes. Es por ello que la propuesta es Diseñar un concreto con Arcilla y Polvo de Pata de Mula, donde las propiedades que deseamos obtener sean mejores a las del concreto tradicional.

Esta investigación surge en consecuencia de la siguiente realidad problemática:

La ingeniería civil y los materiales de construcción se han desarrollado considerablemente a partir de la segunda mitad del siglo XX. Los países pobres y en vías de desarrollo hacen grandes esfuerzos para desarrollar tecnologías que les permitan aprovechar sus vastos recursos naturales y generar sus propios materiales de construcción, con la finalidad de que los precios sean más accesibles y se obtenga la resistencia requerida. Con aglomerantes puzolanicos (Arcilla y Polvo de Pata de Mula) como refuerzo en el concreto representa una alternativa de desarrollo para estos países.

Actualmente en Países más desarrollados ya se han erradicado problemas como la resistencia en las edificaciones, y en nuestro País esto sigue siendo un impedimento ya que si bien es cierto hay muchas propuestas, ninguna es accesible, ya sea porque los materiales no están al alcance de todos o no se encuentran en abundancia; es por ello que motivados por la problemática en nuestra localidad que es el bajo rendimiento de las edificaciones de concreto, es decir en edificios y mas aun en las viviendas, por tratar de economizar, buscamos una opción que sea económica, resistente y que no pierda sus propiedades, para así tener construcciones mas seguras y que se cumpla el estándar requerido de acuerdo a la norma Técnica del Perú, por eso tratamos de innovar el concepto de construcción para las zonas más pobre, de manera que con estos materiales a ser usados como lo son la Arcilla y Pata de Mula se pueda sustituir al cemento en un porcentaje de 6% y 2%.

En función de todo lo mencionado se plantea el siguiente problema ¿Cuál es la resistencia a la comprensión de un concreto $f'c=210$ kg/cm² cuando se remplace un 6% por arcilla y un 2% por Pata de Mula (Trachy Cardium Procerum)?

Conceptualización y operacionalización de las variables:

Variable Dependiente: Resistencia a la compresión

Definición Conceptual: Según ASTM C39/NTP 339.034. La resistencia a la compresión simple es la característica mecánica principal del concreto, dada la importancia que reviste esta propiedad, dentro de una estructura convencional de concreto reforzado, la forma de expresarla es generalmente en kg/cm².

Definición operacional: McCormac, J en 2011. La resistencia a la compresión del concreto f_c' se determina por medio de pruebas a la falla de cilindros de concreto. Antes de realizarse la prueba los cilindros están sumergidos en el agua a una temperatura constante y humedad al 100%

Dimensiones:

Carga Axial: Según el Diccionario de Arquitectura y Construcción. Internet. Recuperado de <http://www.parro.com.ar/definicion-de-fuerza+axial>. Fuerza que actúa a lo largo del eje longitudinal de un miembro estructural aplicada al centroide de la sección transversal del mismo produciendo un esfuerzo uniforme. También llamada fuerza axial.

Tiempo del fraguado: Es comúnmente aceptado que, sin la presencia del yeso, el C3A, al hidratarse causaría un fraguado rápido, ya que su reacción con el agua es casi inmediata. La adición de yeso retardará la hidratación y la aparición del fraguado. Diferentes mecanismos han sido propuestos para intentar explicar la acción retardante del yeso en la hidratación del C3A. Las anomalías del fraguado son esencialmente debidas a la naturaleza y cantidad de los compuestos hidratados, los cuales se forman después de que el cemento ha sido mezclado con agua. Estos compuestos son producto de las reacciones de los aluminatos de calcio y el sulfato de calcio. Esta primera reacción surgió transcurridos de 10 a 15 minutos, después existe un período de reposo, (período «durmiente»), que dura varias horas, durante las cuales no hay prácticamente actividad química, y finalmente comienzan de nuevo las reacciones de hidratación.

Indicadores:

Alineamiento de la carga axial hacia la probeta. (KN), area de contacto (m²),

promedios, varianza, desviación Estandar

Variable Independiente: Diseño de mezcla de concreto.

Definición Conceptual: Según Tello. A, 2008. El diseño de mezcla es el proceso de escoger los materiales adecuados del concreto para determinar las cantidades relativas de los mismos, con el objeto de producir un concreto tan económico como sea posible, concreto con cierto mínimo de propiedades, especialmente resistencia, durabilidad y una consistencia requerida.

Definición Operacional: Se realizará el diseño de mezcla calculado matemáticamente, y se utilizará para las probetas patrón y para las probetas con adición de 6% de arcilla y 2% de pata de mula.

Dimensiones:

Dosificación de las probetas de concreto aplicadas:

-0% de arcilla y 0% de pata de mula.
-6% de arcilla y 2% de pata de mula.

Dosificar una mezcla de concreto es determinar la combinación más práctica y económica de los agregados disponibles, cemento, agua y en ciertos casos aditivos, con el fin de producir una mezcla con el grado requerido de manejabilidad, que al endurecer a la velocidad apropiada adquiera las características de resistencia y durabilidad necesarias para el tipo de construcción en que habrá de utilizarse. Para encontrar las proporciones más apropiadas, será necesario preparar varias mezclas de prueba, las cuales se calcularán con base en las propiedades de los materiales y la aplicación de leyes o principios básicos preestablecidos. Las características de las mezclas de prueba indicarán los ajustes que deben hacerse en la dosificación de acuerdo con reglas empíricas determinadas. En la etapa del concreto fresco que transcurre desde la mezcla de sus componentes hasta su colocación, las exigencias principales que deben cumplirse para obtener una dosificación apropiada son las de manejabilidad y economía de la mezcla; para el concreto endurecido son las de resistencia y durabilidad. Otras propiedades del concreto como: cambios volumétricos, fluencia, elasticidad, masa unitaria, etc., sólo son tenidas en cuenta para dosificar

mezclas especiales, en cierto tipo de obras.

Agregado Fino: (Polanco, R. 2012) Los agregados finos comúnmente consisten en arena natural o piedra triturada siendo la mayoría de sus partículas menores que 5 mm. Los agregados finos deben cumplir ciertas reglas para darles un uso ingenieril óptimo: deben consistir en partículas durables, limpias, duras, resistentes y libres de productos químicos absorbidos, recubrimientos de arcilla y de otros materiales finos que pudieran afectar la hidratación y la adherencia de la pasta de cemento. Las partículas de agregado que sean desmenuzables o susceptibles de resquebrajarse son indeseables. Se define como Agregado Fino a aquel proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas, el cual pasa el tamiz 9.4 mm (3/8”) y cumple con los límites establecidos en las Normas NTP 400.037 ó ASTM C 33.

Agregado Grueso: (Polanco, R.2012) Los agregados gruesos consisten en una grava o una combinación de gravas o agregado triturado cuyas partículas sean predominantemente mayores que 5 mm y generalmente entre 9.5 mm y 38 mm. Los agregados gruesos deben cumplir ciertas reglas para darles un uso ingenieril óptimo: deben consistir en partículas durables, limpias, duras, resistentes y libres de productos químicos absorbidos, recubrimientos de arcilla y de otros materiales finos que pudieran afectar la hidratación y la adherencia de la pasta de cemento. Las partículas de agregado que sean desmenuzables o susceptibles de resquebrajarse son indeseables.

Composición química del agua: (Polanco, R. 2012) Casi cualquier agua natural que sea potable y que no tenga un sabor u olor pronunciado, se puede utilizar para producir concreto. Sin embargo, algunas aguas no potables pueden ser adecuadas para el concreto. Las impurezas excesivas en el agua no sólo pueden afectar el tiempo de fraguado y la resistencia del concreto, sino también pueden ser causa de eflorescencia, manchado, corrosión del esfuerzo, inestabilidad volumétrica y una menor durabilidad. El agua que contiene menos de 2,000 partes por millón (ppm) de sólidos disueltos totales generalmente puede ser utilizada de manera satisfactoria para elaborar concreto. Carbonatos y bicarbonatos alcalinos. Los carbonatos y bicarbonatos de sodio y potasio tiene diferentes efectos en los tiempos de fraguado de cementos distintos. El carbonato de sodio puede causar fraguados muy rápidos, en tanto que los bicarbonatos

pueden acelerar o retardar el fraguado. En concentraciones fuertes estas sales pueden reducir de manera significativa la resistencia del concreto.

Indicadores: Proporciones y porcentajes

En la presente tesis se formuló la siguiente hipótesis: La sustitución del cemento a un 8% (6% de Arcilla y 2% de Pata de Mula), mejorara la resistencia a compresión de un concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$.

El objetivo general es: Determinar la resistencia a la compresión de un concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ sustituyendo al cemento un 6% de Arcilla y 2% de Pata de Mula. Y como objetivos específicos:

Determinar el Análisis térmico diferencial de la concha de pata de mula y la Arcilla

Activar mecánicamente y térmicamente la arcilla y la concha de pata de mula.

Determinar la espectrometría de Fluorescencia de Rayos X y PH de la concha de pata de mula y la Arcilla, para saber si es alcalino.

Determinar el diseño de mezcla de concreto a estudiar $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, del patrón y experimental.

Determinar el grado de relación entre la resistencia a la compresión obtenida entre el concreto con 6% Arcilla y 2% Polvo de Pata de Mula y un Diseño Patrón a 7,14,28, 40 y 56 días.

Determinar la relación agua- cemento del patrón y experimental

II. METODOLOGIA

Tipo y Diseño Investigación

Métodos de la investigación: El Presente trabajo de investigación es EXPERIMENTAL basado en la observación científica porque dentro del trabajo la variable dependiente, que es El Diseño del Concreto, ha sufrido una transformación que se llama manipulación de la variable, que consiste en sustituir un 8% de Polvo de Pata de Mula y Arcilla por Cemento en el concreto. Lo que se busca es comparar el diseño del concreto convencional tratando de que su resistencia aumente o este dentro del estándar, para esto nos basamos en la aplicación de los ensayos tales como ensayo de la resistencia a la compresión, ensayo de peso unitario compactado, ensayo de asentamiento y ensayo de contenido de aire.

Tipo de investigación: El tipo de investigación es APLICADA porque los resultados encontrados producto de desarrollar esta investigación se utilizaran para desarrollar problemas relacionados al concreto, que dará otras opciones a personas de localidades de bajo recursos, generando un nuevo concreto con características mejores. Apostamos por el Polvo de la Pata de Mula por que entre sus componentes químicos encontramos Oxido de Calcio, Oxido de Potasio, Oxido de Silicio, Trióxido de Hierro y Trióxido de Azufre y por Arcilla cuyas propiedades químicas son Trióxido de Aluminio, Dióxido de Silicio, Trióxido de Hierro, Oxido de Potasio, Dióxido de Titanio, entre otros; rescatando del Polvo de la Pata de Mula el Calcio y Hierro; y de la Arcilla el Silicio, Aluminio y Hierro, haciendo que nuestro concreto sea cementante ya que pasa el 95% entre estos cuatro elementos.

Diseño de investigación: A esta investigación le corresponde un diseño EXPERIMENTAL de nivel CUASI-EXPERIMENTAL porque la variable independiente se manipula al adicionarle el 8% de Polvo de Pata de Mula y Arcilla. Se formaran dos grupos de trabajo: El grupo de control y el grupo experimental; que será el nuevo diseño de mezcla aplicando polvo de concha de pata de mula y Arcilla. Esta investigación por otro lado está basado en el Método de la experimentación, que está basado en la observación; es por ello que realizaremos los ensayos respectivos que son

los siguientes: la espectrometría de Fluorescencia de Rayos X y PH, Análisis térmico diferencial, ensayo de la resistencia a la compresión, ensayo de peso unitario compactado, ensayo de asentamiento, ensayo de contenido de aire; estos estudios en su mayoría se realizaran en el laboratorio de suelos de la Universidad Privada San Pedro, así como también en el laboratorio de la Universidad Nacional de Ingeniería, que cuenta con equipos más avanzados.

A través de esto mi variable independiente se modificara.

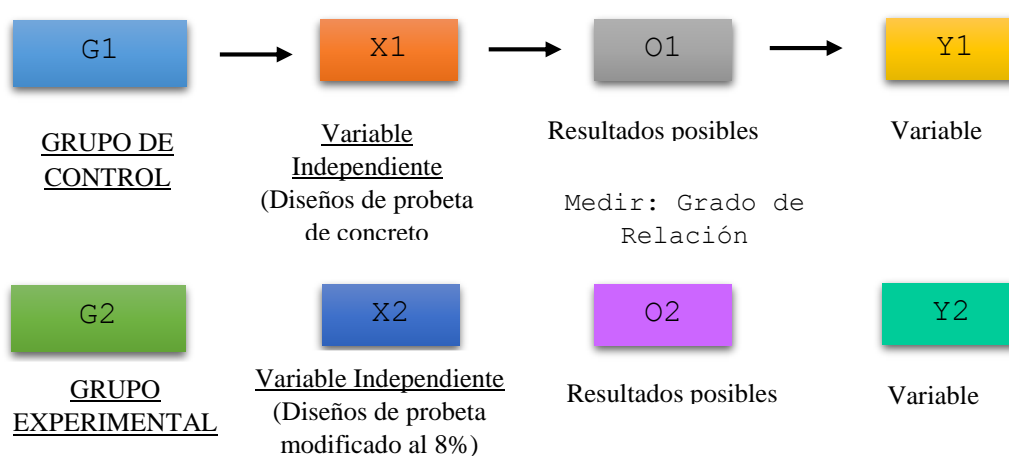


Figura 1: Diseño del grupo control y los grupos experimentales

Fuente: Elaboración Propia

Donde:

G1: Grupo de Control: Muestra de diseño de probetas de concreto convencional, es decir sin modificar.

G2: Grupo Experimental: Muestra de diseño de concreto de Probetas modificado

X1: Variable Independiente: Diseño de probetas de concreto convencional.

X2: Variable Independiente: Diseño de Probetas de concreto modificadas, al sustituir 8% de Polvo de Pata de Mula y arcilla por cemento al concreto.

Y1: Variable Dependiente: Resistencia a la compresión de diseños de probetas de concreto convencional

Y2: Variable Dependiente: Resistencia a la compresión de diseños de probetas de concreto modificado.

O1: Observaciones (resultados posibles) en el grupo control.

O2: Observaciones (resultados posibles) en el grupo experimental.

Población – Muestra

Población: De acuerdo a la norma ASTM C-109 y su similar en Perú la NTP 334-090 debemos tomar un conjunto de como población de 30 unidades muestras de concreto, con sus respectivos moldes ya estandarizados en todas las universidades, que se elaboraran para calcular la resistencia en el diseño de concreto convencional y el diseño del concreto utilizando polvo de concha de pata de mula y Arcilla. Por lo tanto. N=30

Muestra: Conformada por el conjunto pequeño de diseños de probetas de concreto derivado de la población.

La muestra estará constituida por 30 probetas de concreto con un diseño de $f'c= 210$ kg/cm²; 15 probetas para un 0% de Arcilla y Concha pata de Mula y 15 probetas para un 8% de Arcilla y concha Pata de Mula(Según Reglamento Nacional de Edificaciones, 2007)

Para la elaboración de las unidades de estudio (probetas) se utilizaron las siguientes referencias:

La Arcilla se Recolecto de Quitaracsa en el Distrito de Yuracmarca, provincia de Huaylas, región Ancash, debido a que la arcilla en este lugar es conocido por sus propiedades favorables.

La concha de pata de mula que se recolectó del mercado la Sirena; ubicado en el Distrito de Chimbote, provincia de la Santa, departamento de Ancash, debido a la abundancia de material que es eliminado diariamente, de manera que el material se llenará en sacos para ser procesados posteriormente.

La piedra de 3/4" y arena gruesa para el diseño de probetas se obtuvo de la cantera de

Dulon, cantera cercana al distrito de Chimbote cuyos agregados son reconocidos por ser excelentes para la fabricación de concreto.

El cemento a utilizar será Cemento Portland Tipo I marca “Pacasmayo”.

El agua de mezcla será potable, obtenido del laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad San Pedro.

Técnicas e instrumentos de investigación.

Tabla 5

Técnicas e Instrumentos de Investigación

Técnicas de Recolección	Instrumento	Ámbito de la Investigación
Observación científica	Guía de observación resumen.	Grupo Control: Probetas de Concreto
	Fichas técnicas de los ensayos.	Grupo Experimental: Probetas de concreto sustituyendo el cemento en un 8%, 6% de Arcilla y 2% de Pata de Mula

Fuente: Elaboración propia.

Para esto utilizaremos como instrumento una guía de observación resumen porque nos permitirá elaborar sistemas de organización y clasificación de la información de los diversos ensayos y de la resistencia a la compresión .

Proceso y análisis de datos

Para el presente proyecto de investigación el procesamiento de datos será posterior a los ensayos respectivos, apoyados en una hoja de cálculo Excel.

Para realizar el análisis de los datos se tendrá presente: El cálculo de las dosificaciones, obtenidos del diseño de mezcla, tanto para las probetas patrón y de las experimentales y la representación con tablas, gráficos, porcentajes, promedios, varianzas y una prueba ANOVA para verificar la hipótesis planteada.

Para la fabricación de las probetas patrón y experimentales, utilizaremos una serie de actividades, que tienen como objetivo recopilar datos para su posterior procesamiento y análisis; dicha serie de actividades están dentro del área de Tecnología del Concreto. A continuación detallaremos las actividades realizadas en el proyecto de

investigación planteado tanto para la fabricación de las probetas patrón como de las experimentales.

Procesamiento del material sustituto :Para la fabricación de las probetas experimentales a partir de las cenizas de cáscara de coco activadas térmicamente, se realizó una serie de actividades, que tienen como objetivo modificar las condiciones de la cáscara de arroz y la concha de pata de mula, como materia prima sustituta del cemento

Recopilación: La Arcilla se Recolecto de Quitaracsa en el Distrito de Yuracmarca, provincia de Huaylas, región Ancash, debido a que la arcilla en este lugar es conocido por sus propiedades favorables. La concha de pata de mula que se recolectó del mercado la Sirena; ubicado en el Distrito de Chimbote, provincia de la Santa, departamento de Ancash, debido a la abundancia de material que es eliminado diariamente, de manera que el material se llenará en sacos para ser procesados posteriormente.

Selección, es una actividad con el objetivo principal de seleccionar el material, ya que puede estar impregnado con materia orgánica dejada residualmente.

Lavado, es una actividad que se realiza con el fin de obtener la arcilla pura, separándola de los limos.

Secado, es una actividad con el objetivo de secar al sol, la humedad dejada por la concha de pata de mula. Se ha secado al sol de 2 a 3 días, considerando como mínimo 2 días de secado.

Pesaje, es una actividad con el objetivo de pesar, las cenizas dejadas por la materia prima.

Trituración, es una actividad con el objetivo de prehomogenizar el material, de manera que se quiere triturar el material sólido carbonizado, dejado después del prequemado.

Calcinación, es una actividad con el objetivo de activar térmicamente el material prequemado, de manera que se calcinó de forma controlada en la mufla del laboratorio de Mecánica de Suelos.

Tamizado, es una actividad con el objetivo de seleccionar el material, de manera que se quiere reducir las partículas a 75µm (tamaño de partícula del cemento). Para ello se utilizó el tamiz N°200, con el fin de pasar por esta malla todo el material preseleccionado, previamente tamizado por la malla organza.

Empaquetado, es una actividad con el objetivo de empaquetar en bolsas el material, que cuenta con la finura necesaria que tiene el cemento.

Ensayos planteados del material sustituto

Ensayo del Ph, el objetivo de este ensayo es conocer la medida de acidez o alcalinidad que contiene el material sustituto del cemento, objeto de estudio (Arcilla y cenizas de concha de pata de mula activadas térmicamente).

Ensayo de fluorescencia de rayos X, el objetivo de este ensayo es conocer la composición química por óxidos y elemental, que contiene el material sustituto del cemento, objeto de estudio (combinación de arcilla y ceniza de concha de pata de mula activadas térmicamente).

Selección de los agregados: Los agregados se obtuvieron de la cantera Dulon (cantera cercana a Chimbote), se procedió a seleccionar la piedra chancada de 3/4" y arena gruesa.

Ensayos de los agregados fino y grueso: Se realizó los siguientes ensayos tanto para el agregado fino como para el agregado grueso, en el Laboratorio de Mecánica de Suelos de la USP.

Contenido de humedad, es la cantidad de agua que contiene los agregados. Esta propiedad es importante porque de acuerdo a su valor (%), la cantidad de agua varía en el concreto.

Peso unitario, es la relación entre el peso de las partículas de los agregados y el volumen incluyendo los vacíos. Es un valor útil sobre todo para hacer transformaciones de pesos a volúmenes y viceversa en el diseño de mezcla.

Peso específico, es la relación entre el peso del material y su volumen, con diferencia que no toma en cuenta los vacíos del material. Es necesario utilizar este valor para

realizar el diseño de mezcla.

Absorción, es la capacidad de los agregados de absorber el agua en contacto con ellos. Al igual que el contenido de humedad, ésta propiedad influye en la cantidad de agua para la relación a/c en el concreto.

Granulometria, se refiere a la distribución de partículas. El análisis granulométrico divide la muestra en fracciones del mismo tamaño, según la abertura de los tamices utilizados.

Ensayos de las propiedades del concreto

Ensayo de consistencia de la mezcla patrón. Tiene como objetivo determinar el asentamiento del concreto en estado fresco para asegurar la consistencia y trabajabilidad de la mezcla. Equipos y materiales: Arena gruesa y piedra chancada de 3/4", Cemento Pacasmayo Tipo I, Agua potable, Balanza electrónica, Cono de Abrams, Varilla de acero Ø5/8" x 60cm. y Wincha.

Procedimiento:

Se pesó c/u de los materiales según sus proporciones para 9 probetas mas el slam, ya que es aproximadamente la cantidad de mezcla requerida para este ensayo.

Se procedió a realizar la mezcla, de manera rápida durante 2 a 2.5 minutos a partir del agregado del cemento y del agua.

Se humedeció el interior del cono y se colocó sobre una superficie plana, de manera que el cono se mantenga firme en su posición mediante las aletas inferiores.

Luego se introdujo la mezcla al molde en 3 capas de manera que se procedió a golpear 25 veces de forma helicoidal en c/capa.

Posteriormente con la varilla de acero se procedió al enrasado quitando el exceso de mezcla para que quede a nivel del molde.

Posteriormente se retiró el molde levantando cuidadosamente en dirección vertical lo más rápido posible y finalmente se midió con la wincha el asentamiento.

Elaboración y curado de probetas patrón: Solamente se puede garantizar la resistencia del concreto, si las probetas se fabrican y se curan de acuerdo con los procedimientos normados. Se busca seguir un procedimiento adecuado para la elaboración y curado de muestras bajo un estricto control de materiales.

Objetivo: Elaborar las 15 probetas patrón con la dosificación propuesta y lograr un concreto cuya resistencia a la compresión sea de 210 Kg/cm². Equipos y materiales: Cemento Pacasmayo tipo I, Arena gruesa, Piedra chancada de 3/4", Agua potable, Balanza electrónica, Moldes cilíndricos 150mm x 300mm, Varilla de acero Ø5/8" x 60cm, Martillo de caucho, Cucharas y pala, Carretilla buggy y mezcladora tipo trompito.

Procedimiento

Se pesó c/u de los materiales según sus proporciones para 9 probetas, de acuerdo a las cantidades especificadas en el diseño de mezcla patrón.

Se colocó la arena y piedra en la mezcladora, de manera que se mezcló de manera uniforme.

Posteriormente se agregó el cemento y el agua a la mezcla, de manera que se quiere que se mezcle de manera uniforme.

Seguidamente se colocó la mezcla sobre la carretilla, previamente humedecida, y se removió la mezcla manualmente.

Luego se agregó la mezcla en los moldes en 3 capas procediendo a compactar 25 veces en c/capa, golpeando ligeramente los lados del molde con el mazo de goma después de c/capa.

Luego con la varilla de acero se procedió al enrasado quitando el exceso de mezcla para que quede a nivel del molde.

Posteriormente se limpió la mezcla excedente y se dejó fraguar el concreto durante 24 horas.

Al día siguiente del vaciado, se retiró las probetas patrón de los moldes.

Luego se colocó las probetas dentro de un cilindro de agua para su respectivo curado.

Después, las probetas serán curadas por inmersión a 7, 14, 28, 40 y 56 días. Esto a fin de evitar la evaporación del agua del concreto que está en proceso de endurecimiento.

Posteriormente se trasladará las probetas patrón a laboratorio para realizar el ensayo a la compresión de las mismas.

Ensayo de resistencia a la compresión de las probetas patrón: Tiene por objetivo determinar la resistencia a la compresión de las probetas patrón a los 7, 14, 28, 40 y 56 días de curado y comparar resultados.

Equipos y materiales: Prensa hidráulica.

Procedimiento:

Previamente al ensayo, se midió los diámetros de las probetas patrón y además se ha pesado c/u de ellas.

Se colocó la probeta sobre la base circular de la prensa hidráulica.

Una vez colocada, el medidor irá marcando la carga, hasta alcanzar un punto donde la probeta empieza a deformarse debido a la carga aplicada.

Luego se registró las lecturas de las cargas necesarias para romper c/u de las probetas, para luego. Determinar la resistencia a la compresión de c/u de ellas.

Se repitió el mismo procedimiento a los 7 días, 14 días 28 días, 40 días y 56 días.

III. RESULTADOS

Análisis térmico diferencial

El análisis térmico diferencial de la Arcilla es el siguiente:

✓ **ARCILLA**

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

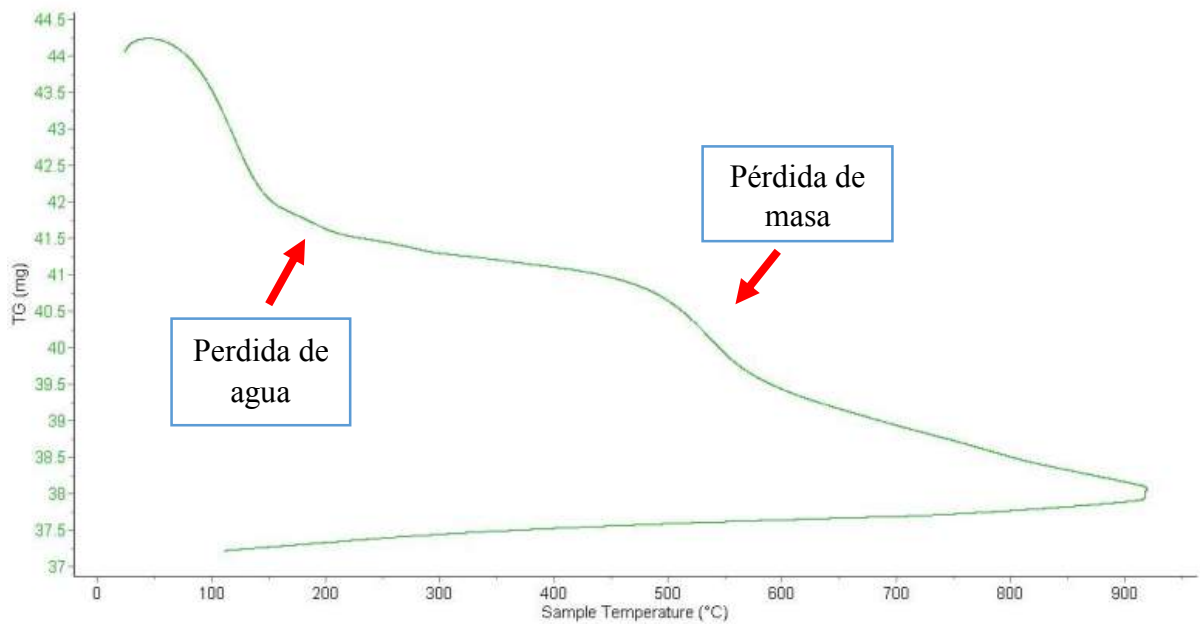


Figura 02. Arcilla. Curva de pérdida de masa – Análisis Termo gravimétrico

Fuente: Universidad Nacional de Trujillo

II- Curva Calorimétrica ATD

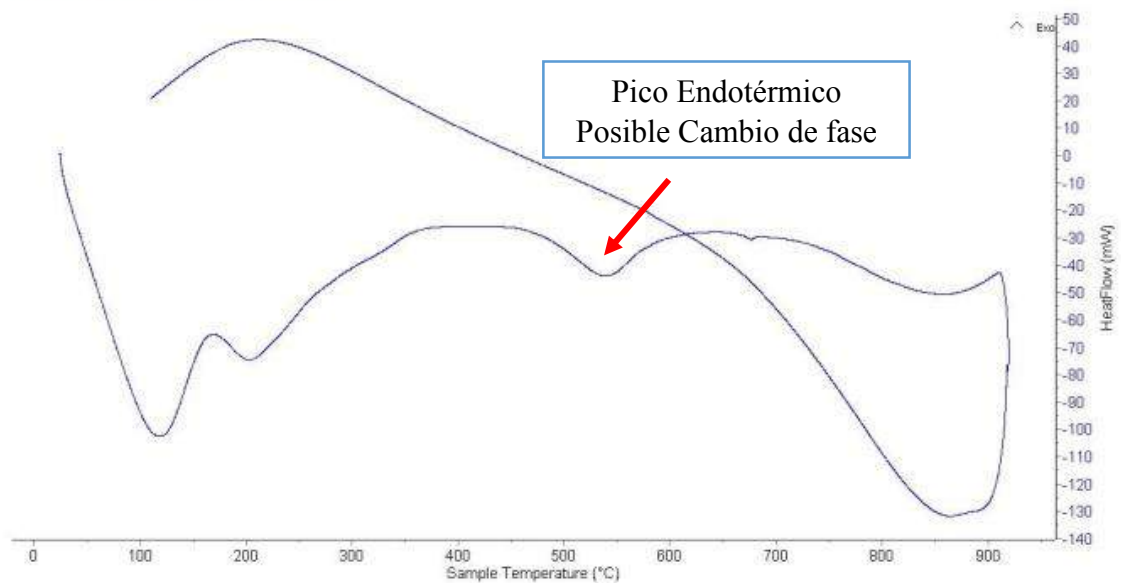


Figura 03.. Arcilla. Curva Calorimétrica ATD

Fuente: Universidad Nacional de Trujillo

CONCLUSION:

1. Según el análisis Termo gravimétrico se muestra dos importantes caída de la masa del material, la primera se lleva a cabo entre 80 y 140°C y la segunda entre 480 y 540°C, posteriormente la pérdida es lenta en forma gradual conforme aumenta la temperatura, el material llega a perder un total de 15% de masa respecto al inicial cuando alcanza la máxima temperatura de ensayo.
2. De acuerdo al análisis calorimétrico, se muestra un primer pico endotérmico en torno a 110°C y una pequeña banda endotérmica en torno a 210 °C, posteriormente se muestra una ligera variación sobre el calor absorbido a 550°C con probabilidad de ocurrir cambios estructurales y en las propiedades del material.

El análisis térmico diferencial de la Pata de Mula es el siguiente:

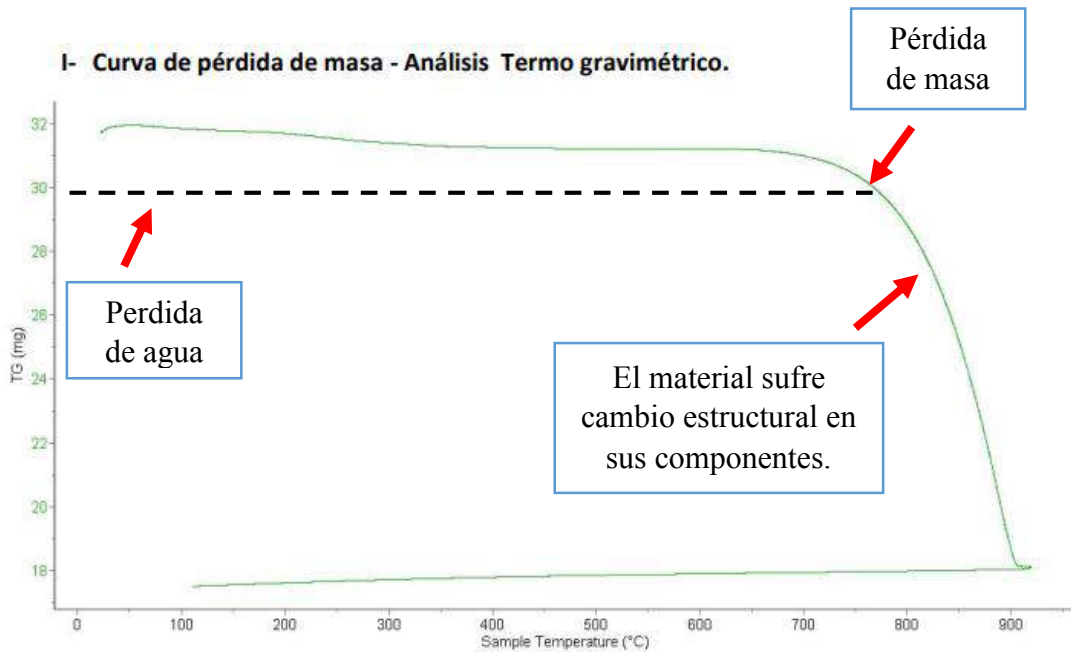


Figura 04. Pata de Mula. Curva de pérdida de masa – Análisis Termo gravimétrico

Fuente: Universidad Nacional de Trujillo

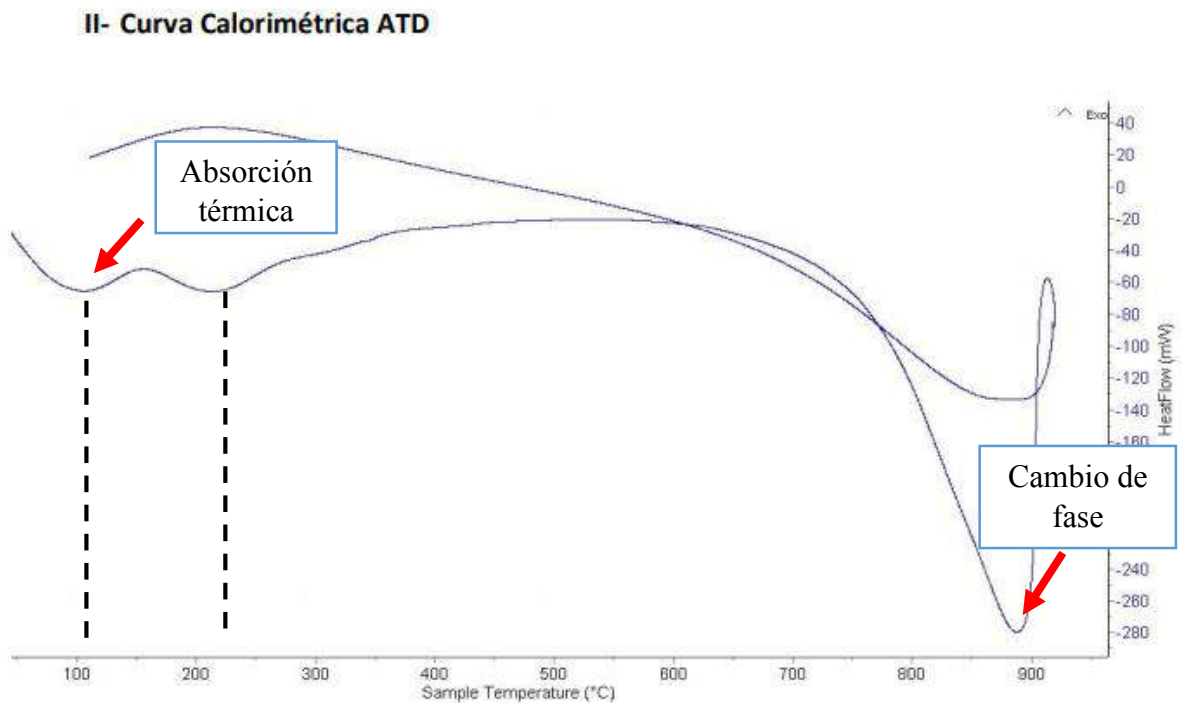


Figura 05.. Pata de Mula. Curva Calorimétrica ATD

Fuente: Universidad Nacional de Trujillo

CONCLUSION:

1. Según el análisis Termo gravimétrico se muestra una importante estabilidad térmica hasta alcanzar los 700°C, en la cual posteriormente la caída de la masa es en forma intensa, manifestando un pérdida total de aproximadamente 47 % respecto a su masa inicial cuando se alcanza la máxima temperatura de ensayo.

2. De acuerdo al análisis calorimétrico, se muestra unas pequeñas bandas endotérmicas a 100 y 200 ° C, posteriormente a 890°C se muestra un intenso pico endotérmico que indicaría algún posible cambio de fase y cambio en las características del material.

Activación mecánicamente y térmicamente

Concha Pata de Mula:

La calcinación se realizó a 900° de acuerdo al análisis térmico diferencial, por 5 horas, ya que según los antecedentes, al llegar a esta temperatura este material proporciona elementos puzolanicos bastante elevados, como los veremos más adelante en su composición química.

Posteriormente se realizó el tratamiento mecánico, realizando el tamizado por la malla n°200, una vez pasada esta malla, se mantuvo el material en bolsas de papel para evitar la humedad y que puedan variar sus propiedades.

Arcilla:

La calcinación se realizó a 700° de acuerdo al análisis térmico diferencial, por 2 horas, ya que según los antecedentes, al llegar a esta temperatura este material proporciona elementos puzolanicos bastante elevados, como los veremos más adelante en su composición química.

Posteriormente se realizó el tratamiento mecánico, realizando el tamizado por la malla n°200, una vez pasada esta malla, se mantuvo el material en bolsas de papel para evitar la humedad y que puedan variar sus propiedades.

Composición Química y ph.

Ceniza de concha pata de mula

Se analizó por fluorescencia de rayos – X dispersiva en energía (FRXDE) una muestra de Ceniza de Concha de Pata de Mula.

Tabla 6.

Composición elemental de la muestra de la Concha Pata de Mula

Oxido	% Masa	Normalizado
Al_2O_3	7.618	10.870
SiO_2	0.593	0.846
SO_2	0.673	0.961
ClO_2	0.098	0.139
K_2O	0.086	0.183
CaO	59.952	85.546
TiO_2	0.007	0.010
Cr_2O_3	0.006	0.009
Fe_2O_3	0.016	0.022
Ni_2O_3	0.009	0.013
CuO	0.506	0.722
ZnO	0.275	0.392
SrO	0.220	0.313
Y_2O_3	0.003	0.004
ZrO_2	0.020	0.025
Totales	70.081	100.00

Fuente: Elaboración propia

Arcilla de quitaracsa

Se analizó por fluorescencia de rayos – X dispersiva en energía (FRXDE) una muestra de Arcilla de Quitaracsa

Tabla 7.

Composición elemental de la muestra de Arcilla de Quitaracsa

Oxido	% Masa	Normalizado
Al_2O_3	17.150	30.835
SiO_2	33.244	59.769
ClO_2	0.016	0.028
K_2O	1.391	2.501
CaO	0.368	0.661
TiO_2	0.105	0.189
V_2O_5	0.004	0.007
Cr_2O_3	0.002	0.003
MnO	0.018	0.032
Fe_2O_3	2.898	5.210
Ni_2O_3	0.008	0.015
CuO	0.198	0.355
ZnO	0.121	0.217
Rb_2O	0.009	0.016
SrO	0.011	0.020
Y_2O_3	0.002	0.004
ZrO_2	0.008	0.015
BaO	0.069	0.124
Totales	55.620	100.00

Fuente: Elaboración propia

Arcilla de quitaracsa + pata de mula+ cemento

Se analizó por fluorescencia de rayos – X dispersiva en energía (FRXDE) una mezcla de ceniza de concha Pata de Mula (2%), arcilla (6%) y cemento (92%)

Tabla 8.

Composición elemental de la mezcla de Concha Pata de Mula, Arcilla de quitaracsa y Cemento.

Oxido	% Masa	Normalizado
Al_2O_3	7.451	12.087
SiO_2	11.946	19.355
SO_2	1.968	3.188
ClO_2	0.112	0.182
K_2O	0.770	1.248
CaO	36.776	59.585
TiO_2	0.127	0.205
Cr_2O_3	0.005	0.010
MnO	0.022	0.036
Fe_2O_3	1.902	3.082
Ni_2O_3	0.006	0.009
CuO	0.356	0.527
ZnO	0.210	0.340
SrO	0.054	0.088
ZrO_2	0.004	0.007
Totales	61.721	100.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9.

Ph de los materiales

Muestras	Ensayo Ph
Cemento	12.61
Concha pata de mula	13.26
Arcilla – quitaracsa	5.70
Arcilla 6%+pata de mula 2%+ cemento	12.86

Fuente: Elaboración propia

Diseño de mezcla

Para poder llegar a determinar el diseño de mezcla del concreto se tuvo que realizar los siguientes resultados:

Agregados

La granulometría del agregado fino se encuentra dentro de los límites indicados en la Norma ASTM C-33 por lo que lo consideramos como granulometría óptima.

El módulo de finura es 2.65 lo cual es adecuado, porque se encuentra de rango un módulo de finura superior al mínimo requerido (2.35 – 3.15).

El peso específico del A.F es de 2.677 base seca; 2.700 base saturada y 2.741 aparente base seca gr/cm^3 , se puede clasificar como un agregado normal ya que está en el límite del rango de este PE (2.5-2.8).

Para el Agregado Fino en el ensayo de absorción se obtuvo 0.87% y el contenido de humedad es 0.15% resultados que se encuentran dentro de límites permisibles.

Para el Agregado Grueso en el ensayo de absorción se obtuvo 0.26% y el tamaño máximo nominal es de 1", resultados que se encuentran dentro de límites permisible.

Diseño de mezcla

De acuerdo a los ensayos de calidad de los agregados nos da como resultado por metro cubico:

Probetas patrón

Pesos secos de agregados:

Cemento:	282.16 Kg/m ³
Agregado fino:	871.856 Kg/m ³
Agregado grueso:	1081.38 Kg/m ³

Pesos corregidos por humedad y absorción

Cemento:	282.164 Kg/m ³
Agregado fino:	873.174 Kg/m ³
Agregado grueso:	1085.450 Kg/m ³
Agua:	198.057 lts/m ³

Diseño de mezcla

Cemento:	1.818
Agregado fino:	5.627
Agregado grueso:	6.995
Agua:	1.276

Porcentaje pesado

Cemento:	$1.818 * 10 = 18.18$ Kg.
Agregado fino:	$5.627 * 10 = 56.27$ Kg.
Agregado grueso:	$6.995 * 10 = 69.95$ Kg.
Agua:	$1.276 * 10 = 12.76$ Lts.

Relación agua – cemento (según ACI):

Relación a/c: 0.684

Relación agua – cemento corregidos * humedad* absorción

Relación a/c corregido: 0.680

Peso específico del cemento

Peso específico: 3.08 *gr/cm*³

Probetas experimentales

Pesos secos de agregados:

Cemento:	298.707
Agregado fino:	941.36
Agregado grueso:	941.51
Agua:	205.00

Pesos corregidos por humedad y absorción

Cemento:	299.707
Agregado fino:	945.28
Agregado grueso:	946.59
Agua:	203.96

Diseño de mezcla

Cemento:	1.931
Agregado fino:	6.249
Agregado grueso:	6.100
Agua:	1.315

Porcentaje pesado

Cemento: $1.931 * 10 = 19.31$

Agregado fino: $6.249 * 10 = 62.49$

Agregado grueso: $6.100 * 10 = 61.00$

Agua: $1.315 * 10 = 13.15$

Relación agua – cemento (según ACI):

Relación A/C: 0.684

Relación agua – cemento corregidos * humedad* absorción

Relación a/c corregido: 0.680

Peso específico de la combinación de arcilla (6%) + Pata de mula (2%) + cemento

Peso específico: 3.44 gr/cm^3

Resistencia a la compresión de probetas patrón y experimentales:

Tabla 10.

Resistencia a la compresión de probetas patrón y experimental

Edad (días)	Descripción	Probetas Patrón		Probetas Experimental	
		f'c (kg/cm2)	Avance (%)	f'c (kg/cm2)	Avance (%)
7	P-01	186.322	88.72	188.670	89.84
	P-02	185.771	88.46	198.720	94.63
	P-03	183.390	87.33	202.900	96.62
	Resistencia Media	185.16	88.17	196.76	93.70
14	P-04	195.69	93.19	206.22	98.20
	P-05	204.39	97.33	209.36	99.70
	P-06	197.01	93.82	195.09	92.90
	Resistencia Media	199.03	94.78	203.56	96.93
28	P-07	216.19	102.95	266.490	126.90
	P-08	212.28	101.09	258.110	122.91
	P-09	213.50	101.67	258.020	122.87
	Resistencia Media	213.99	101.90	260.87	124.23
40	P-10	254.77	121.32	275.54	131.21
	P-11	254.93	121.40	287.39	136.85
	P-12	252.84	120.40	277.04	131.92
	Resistencia Media	254.18	121.04	279.99	133.33
56	P-13	274.610	130.77	305.081	145.28
	P-14	268.930	128.06	264.690	126.04
	P-15	262.000	124.76	260.140	123.88
	Resistencia Media	268.51	127.86	276.64	131.73

Fuente: Elaboración propia

Según probetas patrón

Tabla 11.

Datos de probetas patrón a 7 días de curado

N°	DESCRIPCION	EDAD (DIAS)	PESO INICIAL (Kg)	PESO FINAL (Kg)	Diametro (cm)	Area(m2)	Carga (Kg)	f'c (Kg/cm2)	Avance(%)
1	P-01	7	13.367	13.423	15.2	181.46	33810	186.322	88.72
2	P-02	7	13.371	13.433	15.2	181.46	33710	185.771	88.46
3	P-03	7	13.381	13.437	15.18	180.98	33190	183.390	87.33

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12.

Resistencias de probetas patrón a 7 días de curado

TESTIGO		FECHA		EDAD	FC	FC/F'C
N°	DESCRIPCION	MOLDEO	ROTURA	DIAS	Kg/cm2	(%)
1	P-01	03/05/2018	10/05/2018	7	186.322	88.72
2	P-02	03/05/2018	10/05/2018	7	185.771	88.46
3	P-03	03/05/2018	10/05/2018	7	183.390	87.33

Fuente: Elaboración propia

DIAS	PORCENTAJES
1	25-35 %
3	42-53 %
7	75 - 85 %
14	85 - 95 %
28	100 %

Interpretación: Los resultados del ensayo a compresión de las probetas patrón muestran una resistencia promedio a los 7 días de 185.16 kg/cm2 alcanzando un avance de 88.17 %.

Tabla 13.

Datos de probetas patrón a 14 días de curado

N°	DESCRIPCION	EDAD (DIAS)	PESO INICIAL (Kg)	PESO FINAL (Kg)	Diametro (cm)	Area(m2)	Carga (Kg)	f'c (Kg/cm2)	Avance(%)
1	P-04	14	13.466	13.535	15.2	181.46	35510	195.691	93.19
2	P-05	14	13.506	13.588	15.18	180.98	36990	204.387	97.33
3	P-06	14	13.475	13.55	15.2	181.46	35750	197.013	93.82

Fuente: Elaboración propia**Tabla 14.**

Resistencias de probetas patrón a 14 días de curado

TESTIGO		FECHA		EDAD	FC	FC/F'C
N°	DESCRIPCION	MOLDEO	ROTURA	DIAS	Kg/cm2	(%)
1	P-04	03/05/2018	17/05/2018	14	195.691	93.19
2	P-05	03/05/2018	17/05/2018	14	204.387	97.33
3	P-06	03/05/2018	17/05/2018	14	197.013	93.82

Fuente: Elaboración propia

DIAS	PORCENTAJES
1	25-35 %
3	42-53 %
7	75 - 85 %
14	85 - 95 %
28	100 %

Interpretación: Los resultados del ensayo a compresión de las probetas patrón muestran una resistencia promedio a los 14 días de 199.03 kg/cm² alcanzando un avance de 94.78 %.

Tabla 15.

Datos de probetas patrón a 28 días de curado

N°	DESCRIPCION	EDAD (DIAS)	PESO INICIAL (Kg)	PESO FINAL (Kg)	Diametro (cm)	Area(m2)	Carga (Kg)	f'c (Kg/cm2)	Avance(%)
1	P-07	28	13.509	13.59	15.20	181.46	39230	216.191	102.95
2	P-08	28	13.577	13.658	15.20	180.98	38520	212.280	101.09
3	P-09	28	13.596	13.68	15.18	181.46	38640	213.500	101.67

Fuente: Elaboración propia**Tabla 16.**

Resistencias de probetas patrón a 28 días de curado

TESTIGO		FECHA		EDAD	FC	FC/F'C
N°	DESCRIPCION	MOLDEO	ROTURA	DIAS	Kg/cm2	(%)
1	P-07	03/05/2018	31/05/2018	28	216.191	102.95
2	P-08	03/05/2018	31/05/2018	28	212.280	101.09
3	P-09	03/05/2018	31/05/2018	28	213.500	101.67

Fuente: Elaboración propia

DIAS	PORCENTAJES
1	25-35 %
3	42-53 %
7	75 - 85 %
14	85 - 95 %
28	100 %

Interpretación: Los resultados del ensayo a compresión de las probetas patrón muestran una resistencia promedio a los 28 días de 213.99 kg/cm² alcanzando un avance de 101.90 %.

Tabla 17.

Datos de probetas patrón a 40 días de curado

N°	DESCRIPCION	EDAD (DIAS)	PESO INICIAL (Kg)	PESO FINAL (Kg)	Diametro (cm)	Area(m2)	Carga (Kg)	f'c (Kg/cm2)	Avance(%)
1	P-10	40	13.509	13.8	15.20	181.46	46270	254.770	121.32
2	P-11	40	13.577	13.75	15.20	180.98	46230	254.930	121.40
3	P-12	40	13.596	13.7	15.18	181.46	45760	252.840	120.40

Fuente: Elaboración propia**Tabla 18.**

Resistencias de probetas patrón a 40 días de curado

TESTIGO		FECHA		EDAD	FC	FC/F'C
N°	DESCRIPCION	MOLDEO	ROTURA	DIAS	Kg/cm2	(%)
1	P-10	08/05/2018	18/06/2018	40	254.770	121.32
2	P-11	08/05/2018	18/06/2018	40	254.930	121.40
3	P-12	08/05/2018	18/06/2018	40	252.840	120.40

Fuente: Elaboración propia

DIAS	PORCENTAJES
1	25-35 %
3	42-53 %
7	75 - 85 %
14	85 - 95 %
28	100 %

Interpretación: Los resultados del ensayo a compresión de las probetas patrón muestran una resistencia promedio a los 40 días de 254.18 kg/cm² alcanzando un avance de 121.04 %

Tabla 19.

Datos de probetas patrón a 56 días de curado

N°	DESCRIPCION	EDAD (DIAS)	PESO INICIAL (Kg)	PESO FINAL (Kg)	Diametro (cm)	Area(m2)	Carga (Kg)	f'c (Kg/cm2)	Avance(%)
1	P-13	40	13.509	13.59	15.20	181.46	49830	274.610	130.77
2	P-14	40	13.577	13.658	15.20	180.98	48800	268.930	128.06
3	P-15	40	13.596	13.68	15.18	181.46	48170	262.000	124.76

Fuente: Elaboración propia**Tabla 20**

Resistencias de probetas patrón a 56 días de curado

TESTIGO		FECHA		EDAD	FC	FC/F'C
N°	DESCRIPCION	MOLDEO	ROTURA	DIAS	Kg/cm2	(%)
1	P-13	08/05/2018	03/07/2018	40	274.610	130.77
2	P-14	08/05/2018	03/07/2018	40	268.930	128.06
3	P-15	08/05/2018	03/07/2018	40	262.000	124.76

Fuente: Elaboración propia

DIAS	PORCENTAJES
1	25-35 %
3	42-53 %
7	75 - 85 %
14	85 - 95 %
28	100 %

Interpretación: Los resultados del ensayo a compresión de las probetas patrón muestran una resistencia promedio a los 56 días de 268.51 kg/cm² alcanzando un avance de 127.86 %

Según probetas experimental

Tabla 21

Datos de probetas Experimental a 7 días de curado

N°	DESCRIPCION	EDAD (DIAS)	PESO INICIAL (Kg)	PESO FINAL (Kg)	Diametro (cm)	Area(m2)	Carga (Kg)	f'c (Kg/cm2)	Avance(%)
1	P-01	7	13.46	13.533	15.21	181.7	34280	188.670	89.84
2	P-02	7	13.502	13.586	15.20	181.46	36060	198.720	94.63
3	P-03	7	13.473	13.548	15.19	180.98	36770	202.900	96.62

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22

Resistencias de probetas Experimental a 7 días de curado

TESTIGO		FECHA		EDAD	FC	FC/F'C
N°	DESCRIPCION	MOLDEO	ROTURA	DIAS	Kg/cm2	(%)
1	P-01	13/06/2018	20/06/2018	7	188.670	89.84
2	P-02	13/06/2018	20/06/2018	7	198.720	94.63
3	P-03	13/06/2018	20/06/2018	7	202.900	96.62

Fuente: Elaboración propia

DIAS	PORCENTAJES
1	25-35 %
3	42-53 %
7	75 - 85 %
14	85 - 95 %
28	100 %

Interpretación: Los resultados del ensayo a compresión de las probetas patrón muestran una resistencia promedio a los 7 días de 196.76 kg/cm2 alcanzando un avance de 93.70 %.

Tabla 23

Datos de probetas Experimental a 14 días de curado

N°	DESCRIPCION	EDAD (DIAS)	PESO INICIAL (Kg)	PESO FINAL (Kg)	Diametro (cm)	Area(m2)	Carga (Kg)	f'c (Kg/cm2)	Avance(%)
1	P-04	14	13.433	13.501	15.20	181.46	37420	206.220	98.20
2	P-05	14	13.445	13.49	15.18	180.98	37890	209.360	99.70
3	P-06	14	13.442	13.466	15.2	181.43	35400	195.090	92.90

Fuente: Elaboración propia**Tabla 24**

Resistencias de probetas Experimental a 14 días de curado

TESTIGO		FECHA		EDAD	FC	FC/F'C
N°	DESCRIPCION	MOLDEO	ROTURA	DIAS	Kg/cm2	(%)
1	P-04	13/06/2018	27/06/2018	14	206.220	98.20
2	P-05	13/06/2018	27/06/2018	14	209.360	99.70
3	P-06	13/06/2018	27/06/2018	14	195.090	92.90

Fuente: Elaboración propia

DIAS	PORCENTAJES
1	25-35 %
3	42-53 %
7	75 - 85 %
14	85 - 95 %
28	100 %

Interpretación: Los resultados del ensayo a compresión de las probetas patrón muestran una resistencia promedio a los 14 días de 203.56 kg/cm2 alcanzando un avance de 96.93 %.

Tabla 25

Datos de probetas Experimental a 28 días de curado

N°	DESCRIPCION	EDAD (DIAS)	PESO INICIAL (Kg)	PESO FINAL (Kg)	Diametro (cm)	Area(m2)	Carga (Kg)	f'c (Kg/cm2)	Avance(%)
1	P-07	28	13.42	13.485	15.21	181.7	48420	266.490	126.90
2	P-08	28	13.43	13.49	15.22	181.94	46960	258.110	122.91
3	P-09	28	13.445	13.495	15.20	181.46	46820	258.020	122.87

Fuente: Elaboración propia**Tabla 26**

Resistencias de probetas Experimental a 28 días de curado

TESTIGO		FECHA		EDAD	FC	FC/F'C
N°	DESCRIPCION	MOLDEO	ROTURA	DIAS	Kg/cm2	(%)
1	P-07	13/06/2018	11/07/2018	28	266.490	126.90
2	P-08	13/06/2018	11/07/2018	28	258.110	122.91
3	P-09	13/06/2018	11/07/2018	28	258.020	122.87

Fuente: Elaboración propia

DIAS	PORCENTAJES
1	25-35 %
3	42-53 %
7	75 - 85 %
14	85 - 95 %
28	100 %

Interpretación: Los resultados del ensayo a compresión de las probetas patrón muestran una resistencia promedio a los 28 días de 260.87 kg/cm² alcanzando un avance de 124.23 %.

Tabla 27

Datos de probetas Experimental a 40 días de curado

N°	DESCRIPCION	EDAD (DIAS)	PESO INICIAL (Kg)	PESO FINAL (Kg)	Diametro (cm)	Area(m2)	Carga (Kg)	f'c (Kg/cm2)	Avance(%)
1	P-10	40	13.509	13.36	15.20	181.46	50000	275.543	131.21
2	P-11	40	13.577	13.305	15.20	180.98	52150	287.390	136.85
3	P-12	40	13.596	13.235	15.18	181.46	50140	277.040	131.92

Fuente: Elaboración propia**Tabla 28**

Resistencias de probetas Experimental a 40 días de curado

TESTIGO		FECHA		EDAD	FC	FC/F'C
N°	DESCRIPCION	MOLDEO	ROTURA	DIAS	Kg/cm2	(%)
1	P-10	12/06/2018	23/07/2018	40	275.543	131.21
2	P-11	12/06/2018	23/07/2018	40	287.390	136.85
3	P-12	12/06/2018	23/07/2018	40	277.040	131.92

Fuente: Elaboración propia

DIAS	PORCENTAJES
1	25-35 %
3	42-53 %
7	75 - 85 %
14	85 - 95 %
28	100 %

Interpretación: Los resultados del ensayo a compresión de las probetas patrón muestran una resistencia promedio a los 40 días de 279.99 kg/cm2 alcanzando un avance de 133.33 %.

Tabla 29

Datos de probetas Experimental a 56 días de curado

N°	DESCRIPCION	EDAD (DIAS)	PESO INICIAL (Kg)	PESO FINAL (Kg)	Diametro (cm)	Area(m2)	Carga (Kg)	f'c (Kg/cm2)	Avance(%)
1	P-13	40	13.509	13.59	15.20	181.46	49800	305.081	145.28
2	P-14	40	13.577	13.658	15.20	180.98	48030	264.690	126.04
3	P-15	40	13.596	13.68	15.18	181.46	47080	260.140	123.87

Fuente: Elaboración propia**Tabla 30**

Resistencias de probetas Experimental a 56 días de curado

TESTIGO		FECHA		EDAD	FC	FC/F'C
N°	DESCRIPCION	MOLDEO	ROTURA	DIAS	Kg/cm2	(%)
1	P-13	12/06/2018	07/08/2018	40	305.081	145.28
2	P-14	12/06/2018	07/08/2018	40	264.690	126.04
3	P-15	12/06/2018	07/08/2018	40	260.140	123.87

Fuente: Elaboración propia

DIAS	PORCENTAJES
1	25-35 %
3	42-53 %
7	75 - 85 %
14	85 - 95 %
28	100 %

Interpretación: Los resultados del ensayo a compresión de las probetas patrón muestran una resistencia promedio a los 56 días de 276.64 kg/cm² alcanzando un avance de 131.73 %.

Resistencia a la Compresión

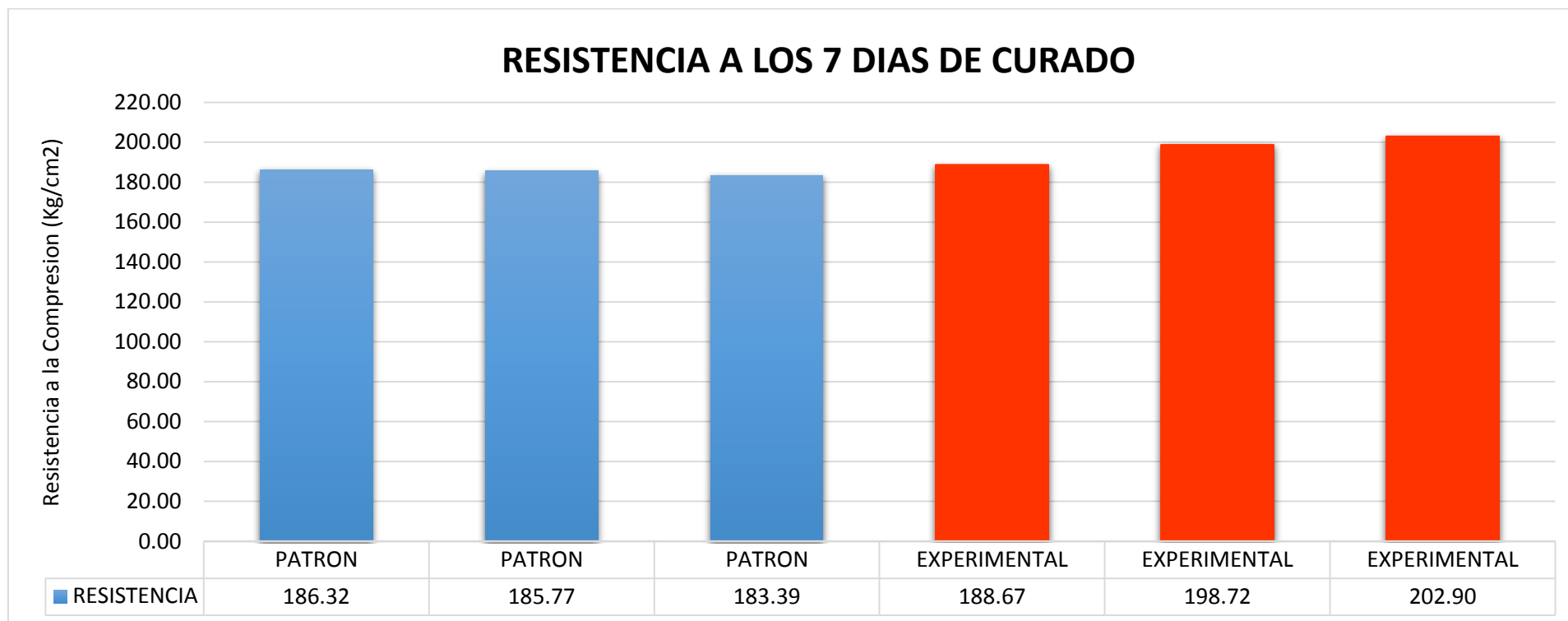


Figura 06. Resistencia a los 7 días de Curado Patrón vs. Experimental

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: La grafica muestra las resistencias obtenidas en el periodo de 7 días de curado, el cual nos muestra que las probetas experimentales, con 6% de arcilla y 2% de Pata de Mula, superan a las probetas patrón en un 5.52 %. Ambas muestras superan el rango establecido que nos dice que para 7 días debe tener un porcentaje de 75 – 85%, ya que las probetas patrón tiene un porcentaje de 88.17 % y las experimentales 93.70%, se da por ganadora las probetas experimentales con el 93.70%.

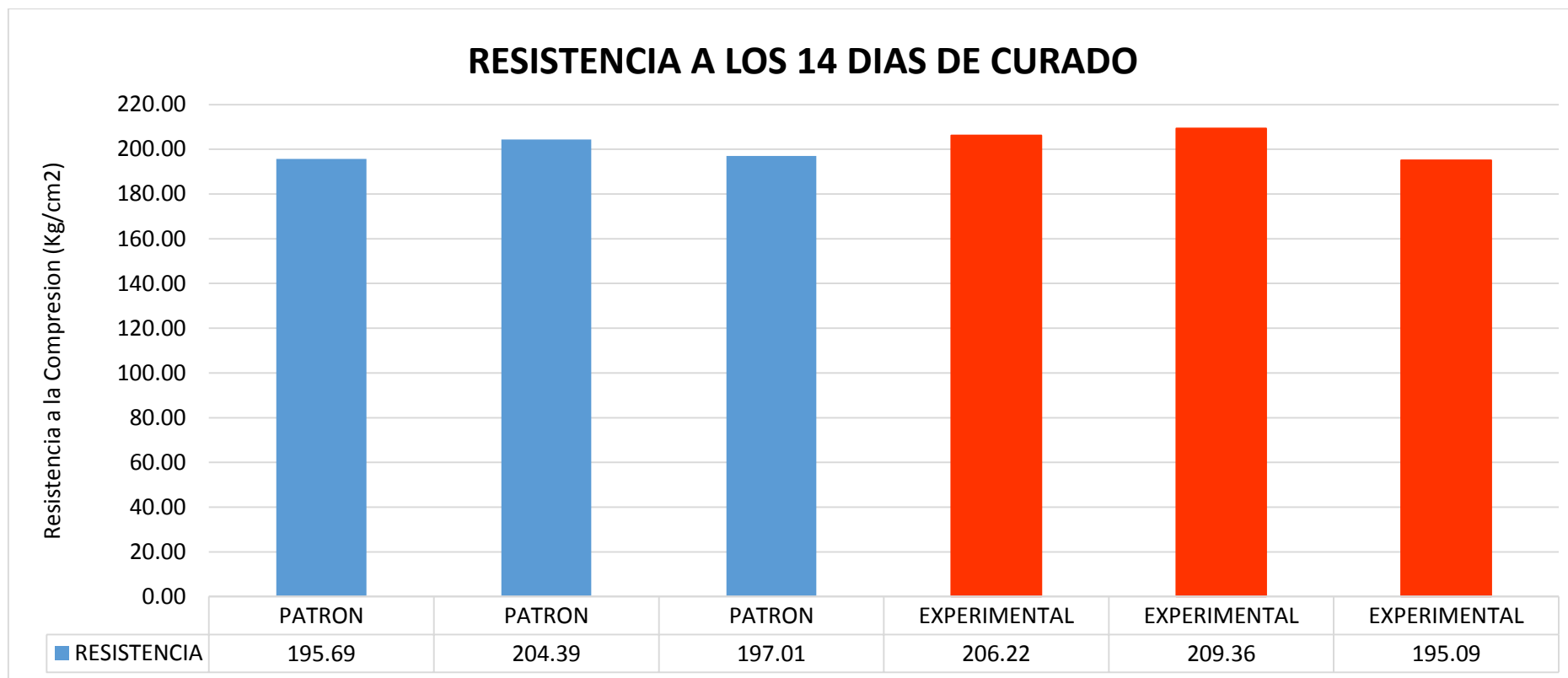


Figura 07. Resistencia a los 14 días de Curado Patrón vs. Experimental

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: La grafica muestra las resistencias obtenidas en el periodo de 14 días de curado, el cual nos muestra que las probetas experimentales, con 6% de arcilla y 2% de Pata de Mula, superan a las probetas patrón en un 2.16 %. Ambas muestras están dentro del rango establecido que nos dice que para 14 días debe tener un porcentaje de 85 – 95%, ya que las probetas patrón tiene un porcentaje de 94.78 % y las experimentales 96.93%, que supera al rango establecido, se da por ganadora las probetas experimentales con el 96.93 %.



Figura 08. Resistencia a los 28 días de Curado Patrón vs. Experimental

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: La grafica muestra las resistencias obtenidas en el periodo de 28 días de curado, el cual nos muestra que las probetas experimentales, con 6% de arcilla y 2% de Pata de Mula, superan a las probetas patrón en un 22.33 %. Ambas muestras están dentro del rango establecido que nos dice que para 28 días debe tener un porcentaje de 100 – 120%, ya que las probetas patrón tiene un porcentaje de 101.90 % y las experimentales 124.23%, que supera al rango establecido, se da por ganadora las probetas experimentales con el 124.23 %.



Figura 09. Resistencia a los 40 días de Curado Patrón vs. Experimental

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: La grafica muestra las resistencias obtenidas en el periodo de 40 días de curado, el cual nos muestra que las probetas experimentales, con 6% de arcilla y 2% de Pata de Mula, superan a las probetas patrón en un 12.29 %. Comparando ambas probetas podremos ver que, probetas patrón tiene un porcentaje de 121.04 % y las experimentales 133.33%, se da por ganadora las probetas experimentales con el 133.33 %.

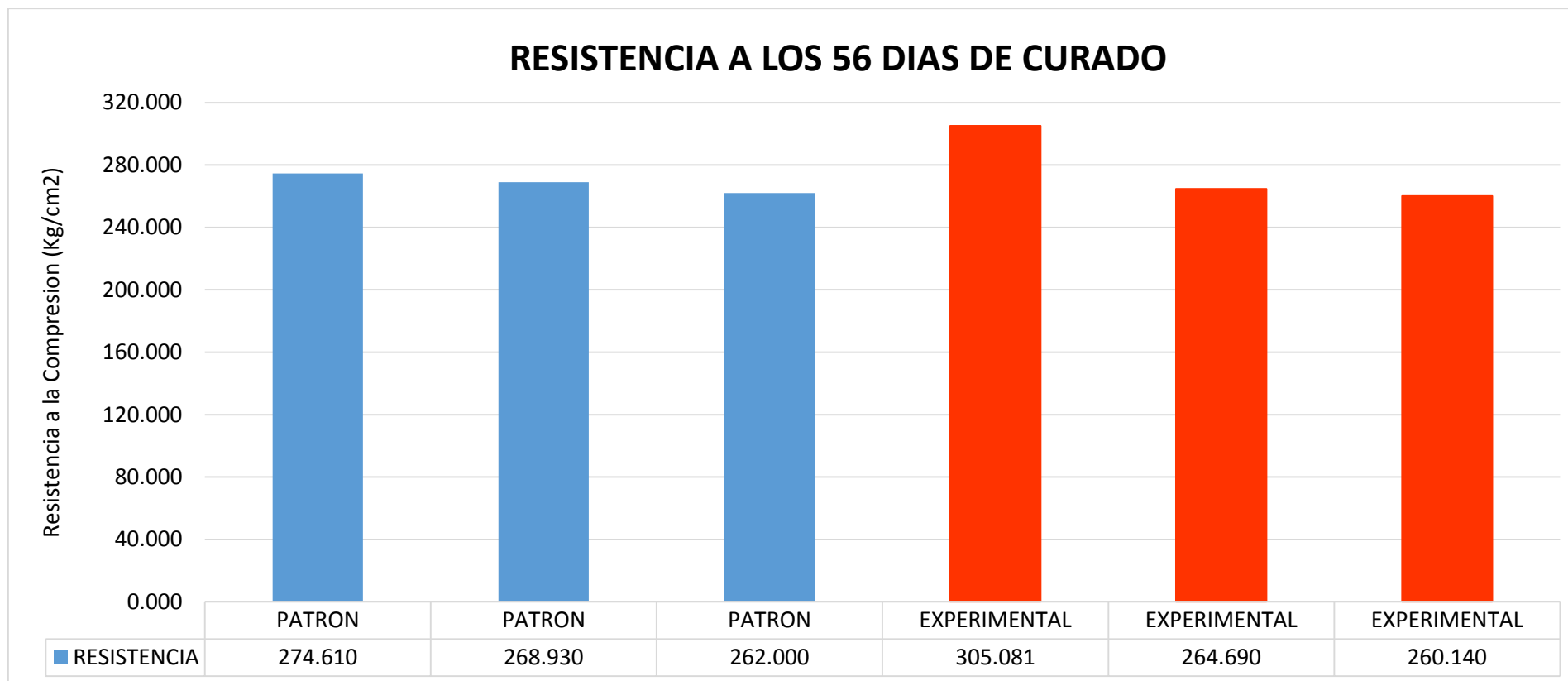


Figura 10. Resistencia a los 56 días de Curado Patrón vs. Experimental

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: La grafica muestra las resistencias obtenidas en el periodo de 56 días de curado, el cual nos muestra que las probetas experimentales con 6% de arcilla y 2% de Pata de Mula, superan a las probetas patrón en un 3.87 %. Comparando ambas probetas podremos ver que, probetas patrón tiene un porcentaje de 127.86 % y las experimentales 131.73%, se da por ganadora las probetas experimental con 131.73% de avance.

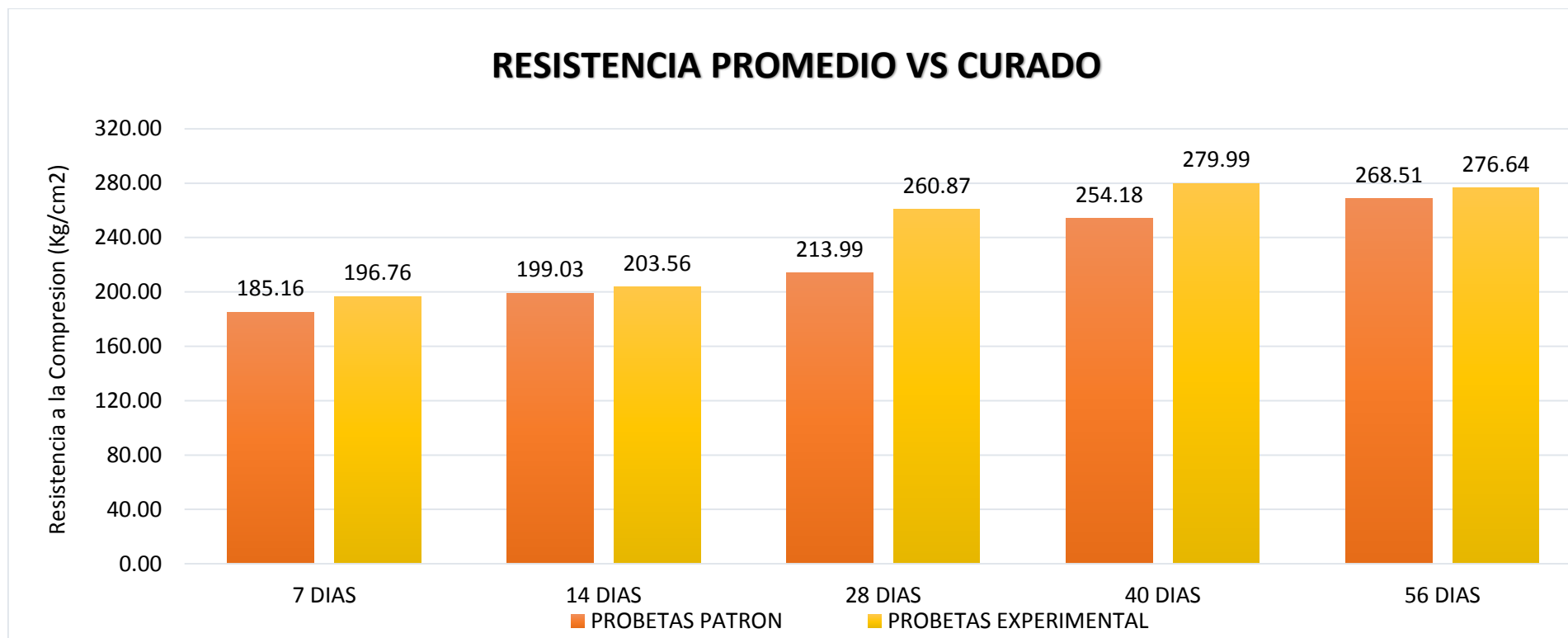


Figura 11. Resistencia promedio vs curado

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: La grafica muestra las resistencias promedio, se puede visualizar que a los 7 días con arcilla y Pata de Mula se obtiene una alta resistencia de 196.76 kg/cm², llegando a superar la resistencia patrón, asimismo a los 14 días con Arcilla y Pata de Mula se obtiene una alta resistencia de 203.56 kg/cm² con respecto a la resistencia patrón. A los 28 días se obtiene una alta resistencia de 260.87 kg/cm². A los 40 días se obtiene una alta resistencia de 279.99 kg/cm² y por último, a los 56 días se obtiene una alta resistencia de 276.64 kg/cm² respecto al patron. Por lo cual, podemos decir que en todo momento las probetas experimentales superaron al patrón.

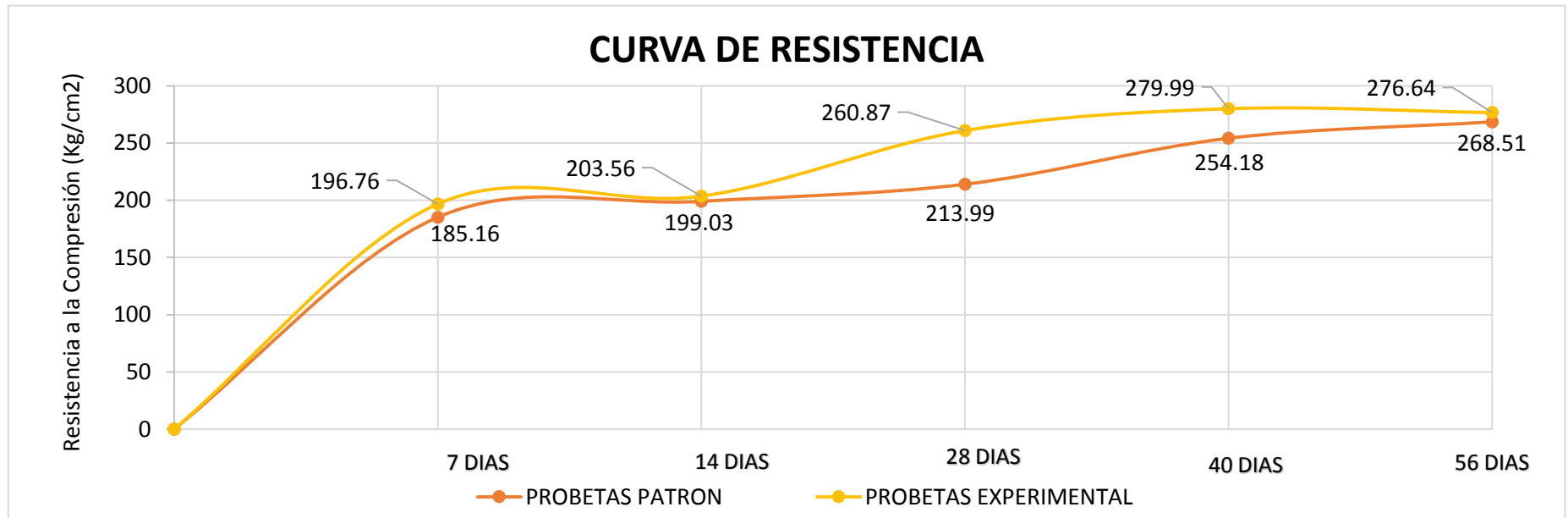


Figura 12.. Curva de Resistencia

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: La curva de comportamiento muestra las resistencias promedio, se puede visualizar que a los 7 días con Arcilla y Pata de Mula se obtiene una alta resistencia de 196.76 kg/cm^2 , llegando a superar la resistencia patrón en un 5.52 %, asimismo a los 14 días con Arcilla y Pata de Mula se obtiene una alta resistencia de 203.56 kg/cm^2 con respecto a la resistencia patrón en un 2.16 %. A los 28 días, se observa una alta resistencia de 260.87 kg/cm^2 superando al patrón en un 22.33 %. A los 40 días, se observa una alta resistencia de 279.99 kg/cm^2 superando al patrón en un 12.29 %. A los 56 días, se observa una alta resistencia de 276.64 kg/cm^2 superando al patrón en un 3.87 %. Por lo cual, podemos decir que donde hubo una mayor resistencia es en los 28 días, que supero al patrón en un 22.33%

Dispersión

Según la NTP 339.034 nos dice que la presión y dispersión es de la sgte forma para probetas de 150 mm x 300 mm.

Donde:

Ds: Desviación Estándar

V: Coeficiente de Variación

Tabla 31

Resultado de Dispersión en las probetas Patrón a los 7 días

	RESISTENCIA KG/CM2	Xi - Xprom	(Xi- Xprom)2
	186.32	1.161	1.348
	185.77	0.610	0.372
	183.39	-1.771	3.135
PROM	185.16	SUMA	4.855

Fuente: Elaboración propia

$$Ds = \sqrt{\frac{\sum(X - X_{prom})^2}{n - 1}}$$

$$Ds = 1.558$$

$$V = \frac{Ds}{X_{prom}} * 100$$

$$V = 0.841$$

Interpretación: Según este resultado el coeficiente de variación 0.841 que es el permisible para probetas. Por lo tanto, la unidad es aceptable.

Tabla 32

Resultado de Dispersión en las probetas Patrón a los 14 días

	RESISTENCIA KG/CM2	Xi - Xprom	(Xi- Xprom)2
	195.69	-3.34	11.154
	204.39	5.36	28.697
	197.01	-2.02	4.069
PROM	199.03	SUMA	43.920

Fuente: Elaboración propia

$$Ds = \sqrt{\frac{\sum(X - X_{prom})^2}{n - 1}} \quad V = \frac{Ds}{X_{prom}} * 100$$

$$Ds = 4.686$$

$$V = 2.354$$

Interpretación: Según este resultado el coeficiente de variación 2.354 que es el permisible para probetas. Por lo tanto, la unidad es aceptable.

Tabla 33

Resultado de Dispersión en las probetas Patrón a los 28 días

	RESISTENCIA KG/CM2	Xi - Xprom	(Xi- Xprom)2
	216.191	2.20	4.843
	212.280	-1.71	2.925
	213.500	-0.49	0.240
PROM	213.99	SUMA	8.008

Fuente: Elaboración propia

$$Ds = \sqrt{\frac{\sum(X - X_{prom})^2}{n - 1}} \quad V = \frac{Ds}{X_{prom}} * 100$$

$$Ds = 2.001$$

$$V = 0.935$$

Interpretación: Según este resultado el coeficiente de variación 0.935 que es el permisible para probetas. Por lo tanto, la unidad es aceptable

Tabla 34

Resultado de Dispersión en las probetas Patrón a los 40 días

	RESISTENCIA KG/CM2	Xi - Xprom	(Xi- Xprom)2
	254.770	0.59	0.348
	254.930	0.75	0.562
	252.840	-1.34	1.796
PROM	254.18	SUMA	2.706

Fuente: Elaboración propia

$$Ds = \sqrt{\frac{\sum(X - Xprom)^2}{n - 1}} \quad V = \frac{Ds}{Xprom} * 100$$

$$Ds = 1.163$$

$$V = 0.458$$

Interpretación:

Según este resultado el coeficiente de variación 0.458 que es el permisible para probetas. Por lo tanto, la unidad es aceptable.

Tabla 35

Resultado de Dispersión en las probetas Patrón a los 56 días

	RESISTENCIA KG/CM2	Xi - Xprom	(Xi- Xprom)2
	274.610	6.10	37.169
	268.930	0.42	0.174
	262.000	-6.51	42.424
PROM	268.51	SUMA	79.766

Fuente: Elaboración propia

$$Ds = \sqrt{\frac{\sum(X - Xprom)^2}{n - 1}} \quad V = \frac{Ds}{Xprom} * 100$$

$$Ds = 6.315$$

$$V = 2.352$$

Interpretación: Según este resultado el coeficiente de variación 2.352 que es el permisible para probetas. Por lo tanto, la unidad es aceptable.

Tabla 40

Resultado de Dispersión en las probetas Experimental a los 56 días

	RESISTENCIA A KG/CM2	Xi - Xprom	(Xi- Xprom)2
	305.081	28.44	809.061
	264.690	-11.95	142.731
	260.140	-16.50	272.151
PROM	276.64	SUMA	1223.943

Fuente: Elaboración propia

$$Ds = \sqrt{\frac{\sum(X - X_{prom})^2}{n - 1}} \quad V = \frac{Ds}{X_{prom}} * 100$$

$$Ds = 24.738$$

$$V = 8.942$$

Interpretación: Según este resultado el coeficiente de variación 8.942 que es el permisible para probetas. Por lo tanto, la unidad es aceptable.

Teniendo en consideración los resultados de resistencia a la compresión se procedió a realizar el análisis de varianza (anova), el cual prueba la hipótesis de que las medias de los grupos control y experimental son iguales.

Tabla 41

Resistencias a la compresión de las probetas de concreto con un porcentaje de cemento sustituido por ceniza mezcla de 6% de arcilla y 2% de pata de mula.

Días de curado	Resistencia de concreto con porcentaje de sustitución	
	0%	8% Arcilla y pata de mula
7	185,16	196,76
14	199,03	203,56
28	213,99	260,87
40	254,18	279,99
56	268,51	276,64

Fuente: Resultados de las ensayos del laboratorio de la USP

En la tabla 41 se puede apreciar que las resistencias a la compresión de las probetas de mortero son mayores cuando tienen más de curado.

Después de verificar el cumplimiento de los supuestos de normalidad con la prueba Shapiro – Wilk ($p > 0.05$ para cada tratamiento) y homogeneidad de varianzas (Contraste de Levene con $p = 0.670$ y $p > 0.05$) de las resistencias medias obtenidas en las probetas de concreto para cada tratamiento (sustitución de un porcentaje de cemento por arcilla y pata de mula) se procedió a realizar la prueba ANOVA.

Tabla 42

Cálculo de la prueba ANOVA para verificar las diferencias entre las medias de las resistencias a la compresión de las probetas de concreto.

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig
Sustit_Cemento x arcilla y Pata de M.	752,209	1	752,209	3,962	,117
Días de curado	10283,400	4	2570,850	13,540	,014
Error	759,460	4	189,865		
Total	11795.070	9			

Fuente: Resultados de los ensayos del laboratorio de la USP

En la tabla 42 se puede visualizar que el $p\text{-value} > \alpha$ ($0.117 > 0.05$) entonces podemos decir que los datos muestran suficientes evidencias para aceptar la hipótesis nula (H_0 : resistencias medias iguales) . Por lo que podemos concluir que con nivel de 5% de significancia las resistencias medias en kg/cm² logradas en las probetas de concreto, con sustitución del cemento en 0% y 8% de una mezcla de arcilla y polvo de concha de pata de mula, son iguales. También podemos decir que no existen diferencias significativas en las resistencias medias en los tratamientos en estudio.

También se tienen que para los días de curado $p\text{-value} < \alpha$ ($p = 0.014 < 0.05$)

entonces podemos decir que las resistencias medias de las probetas de concreto son diferentes a consecuencias de los día de curado.

Relación agua- cemento del patrón y experimental

Relación agua – cemento (según ACI) Patrón:

Relación a/c: 0.684

Relación agua – cemento (según ACI) Experimental:

Relación a/c: 0.702

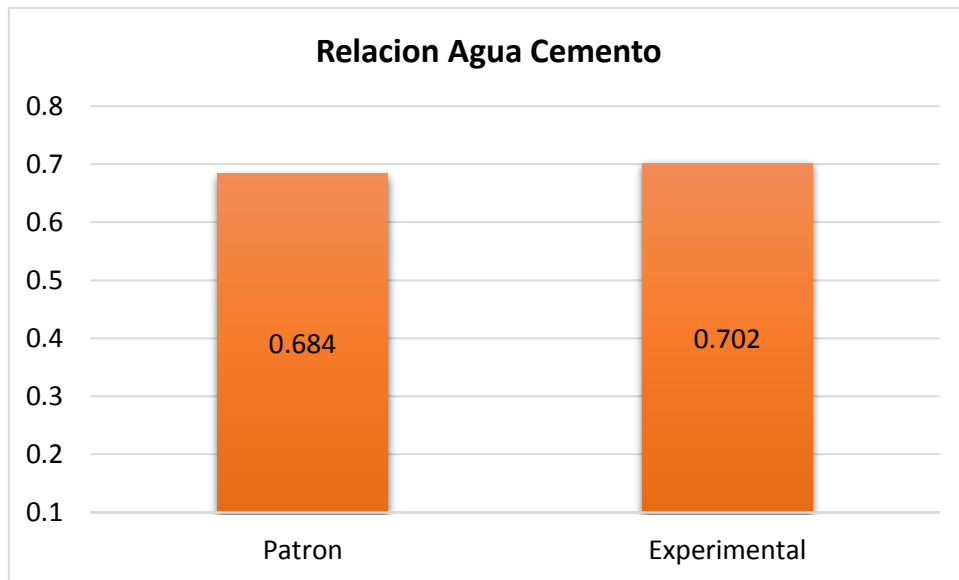


Figura 13. Relación Agua cemento

Fuente: Elaboración propia

IV. ANALISIS Y DISCUSION

Análisis térmico diferencial de la concha de pata de mula y la Arcilla

Arcilla

Según el análisis Termo gravimétrico realizado en la Universidad Nacional de Trujillo se muestra dos importantes caída de la masa del material, la primera se lleva a cabo entre 80 y 140°C y la segunda entre 480 y 540°C.

De acuerdo al análisis calorimétrico, se muestra un primer pico endotérmico en torno a 110°C y una pequeña banda endotérmica en torno a 210 °C, posteriormente se muestra una ligera variación sobre el calor absorbido a 550°C con probabilidad de ocurrir cambios estructurales y en las propiedades del material.

Concha Pata de Mula

Según el análisis Termo gravimétrico realizado en la Universidad Nacional de Trujillo se muestra una importante estabilidad térmica hasta alcanzar los 700°C. También de acuerdo al análisis calorimétrico, se muestra unas pequeñas bandas endotérmicas a 100 y 200 ° C, posteriormente a 890°C se muestra un intenso pico endotérmico que indicaría algún posible cambio de fase y cambio en las características del material. Mientras que Achanai B., et al. (Tailandia 2013) Sostiene que la concha de pata de mula debe ser calcinada entre 750°C a 1000°C, podemos observar que el rango es casi el mismo por ende, realizaremos la calcinación en un rango medio.

Activación mecánicamente y térmicamente

Arcilla

La calcinación se realizó a 700° de acuerdo al análisis térmico diferencial, por 2 horas, ya que según los antecedentes, al llegar a esta temperatura este material proporciona elementos puzolanicos bastante elevados.

Posteriormente se realizó el tratamiento mecánico, realizando el tamizado por la malla n°200, una vez pasada esta malla, se mantuvo el material en bolsas de papel para mantener sus propiedades.

Concha Pata de Mula:

La calcinación se realizó a 900° de acuerdo al análisis térmico diferencial, por 5 horas, ya que según los antecedentes Achanai B., et al. (Tailandia 2013) sostiene que la concha de pata de mula calcinada entre 750°C a 1000°C durante 4 horas produce, un compuesto mineralógico que esta principalmente hecho a base del CaO.

Posteriormente se realizó el tratamiento mecánico, realizando el tamizado por la malla n°200, una vez pasada esta malla, se mantuvo el material en bolsas de papel para evitar la humedad y que puedan variar sus propiedades.

Espectrometría de Fluorescencia de Rayos X y pH de la concha de pata de mula y la Arcilla.

Según el análisis de Fluorescencia de Rayos X realizado en la Universidad Mayor de San Marcos, nos muestra que los componentes predominantes son Al₂O₃ con 30.835%, SiO₂ con 59.769%, K₂O 2.501, Fe₂O₃ con 5.210%, CaO con 0.66%, mientras que Julca, R. y Valentin, B. (2015) nos dice que las propiedades químicas de la arcilla son: Trióxido de Aluminio 46.91%, Dióxido de Silicio 35.638%, Trióxido de Hierro 10.335%, Oxido de Potasio 5.304%, Dióxido de Titanio 0.765%, Pentoxido de Fosforo 0.755%, Oxido de Calcio 0.229% y Trióxido de Azufre 0.064, al ser arcillas de diferente canteras se puede ver una pequeña variación en el porcentaje de sus propiedades, pero en ambas favorecen al concreto a realizar, ya que tiene un alto porcentaje de Silicio, que es uno de los componentes del cemento.

Concha Pata de Mula

Según el análisis de Fluorescencia de Rayos X realizado en la Universidad Mayor de San Marcos, nos muestra que los componentes predominantes son CaO con 85.546%, Al₂O₃ con 10.870%, SiO₂ con 0.846%, SiO₂ con 0.961%, K₂O con 0.183%; Bendezu, R. y Ilquimiche, S. (2016) en su investigación nos muestra la siguiente

composición química de la Concha Pata de Mula: Oxido de Calcio (CaO) 95.367%, Oxido de Potasio (K₂O) 2.884%, Dióxido de Silicio (SiO₂) 0.932%, Trióxido de Hierro (Fe₂O₃) 0.720% y Trióxido de Azufre 0.097%., podemos observar que los resultados obtenidos se asemejan y que el componente dominante es el Óxido de Calcio, que es uno de los componentes fundamental en el cemento, ya que este esta presente en un 60- 67%.

Ph de los Materiales

Los resultados muestran que la combinación del 6% de Arcilla, 2% de Pata de Mula y 92% de Cemento nos da un PH de 12.86 que es mayor al pH del cemento Portland tipo I que tiene 12.61.

Este resultado nos muestra que estas mezclas activadas son alcalinas y ayudaran a una mejor hidratación del cemento.

Nuestro material que es altamente alcalino, es decir con un pH de 12.86, protegerá al acero de refuerzo contra la corrosión. Esta protección se logra por la formación de una capa de óxido pasivo sobre la superficie del acero que permanece estable en el ambiente altamente alcalino.

Si el pH estuviese por debajo de 12 es posible que empiece la corrosión, dando como resultado un agrietamiento y fisuramiento del concreto.

Diseño de mezcla de concreto a estudiar $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.,del patrón y experimental.

Según los ensayos realizados a los materiales, el diseño de mezcla patrón es el siguiente:

Cemento:	1.818 Kg
Agregado fino:	5.627 Kg
Agregado grueso:	6.995 Kg
Agua:	1.276 Lts.

Así mismo para el Diseño experimental:

Cemento:	1.931 Kg.
Agregado fino:	6.249 Kg.
Agregado grueso:	6.100 Kg.
Agua:	1.315 Lts.

Grado de relación entre la resistencia a la compresión.

A los 7 días el concreto con arcilla y Pata de Mula obtiene una alta resistencia de 196.76 kg/cm², llegando a superar la resistencia patrón, asimismo a los 14 días con Arcilla y Pata de Mula se obtiene una alta resistencia de 203.56 kg/cm² con respecto a la resistencia patrón. A los 28 días se obtiene una alta resistencia de 260.87 kg/cm²., superando el patrón en un 22.33%. A los 40 días se obtiene una alta resistencia de 279.99 kg/cm² superando al patrón también en un 12.29% y por último, a los 56 días se obtiene una alta resistencia de 276.64 kg/cm² respecto al patrón, superándolo en un 3.87% .Por lo cual, podemos decir que en todo momento las probetas experimentales superaron al patrón y cumplieron con el rango establecido por edades del curado.

Relación agua- cemento del patrón y experimental

Relación agua – cemento en el Patrón y Experimental son diferentes ya que varía el peso específico del cemento tradicional y del nuevo cemento implementado:

$$\begin{aligned} \text{Patrón} &= \text{Relación a/c: } 0.684 \\ \text{Experimental} &= \text{Relación a/c: } 0.702 \end{aligned}$$

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

Conclusiones

Los resultados de la prueba de pH muestran que para una combinación de 100% Cemento se tiene un PH de 12.61, para la Arcilla de Quitaracsa en un 100% 5.70 , para la Concha Pata de Mula en un 100% un 13.26 y para un 92% Cemento + 6% de Arcilla de Quitaracsa + 2% de Concha Pata de Mula, se tiene un PH de 12.86. Este resultado nos muestra que esta mezcla activada es alcalina y ayudaran a una mejor hidratación del cemento.

Al activar térmicamente la concha de pata de mula a 900°C por 5 horas, se puede observar ,en la tabla N°04, que su composición química contiene: Oxido de Calcio con un 85.546 %, Trioxido de Aluminio en un 10.870%, Dioxido de Silicio un 0.846%, los cuales son componentes puzolanicos cementantes, siendo el de mayor porcentaje el Calcio, que era lo que se esperaba de este material.

Al activar térmicamente la Arcilla a 700°C por 2 horas, se puede observar ,en la tabla N°05, que su composición química contiene: Dioxido de Silicio un 59.769 %, Trioxido de Aluminio en un 30.835%, Trioxido de Hierro 5.210 y Oxido de Calcio con un 0.661 %, , los cuales son componentes puzolanicos cementantes, siendo el de mayor porcentaje el Dioxido de Silicio, que era lo que se esperaba de este material.

En la tabla N°05, que es la Mezcla de Concha Pata de Mula, Arcilla y Cemento se puede observar que su composición química contiene: Oxido de Calcio con un 59.585%, Dioxido de Silicio un 19.355 %, Trioxido de Aluminio en un 12.087%, Trioxido de Hierro 5.210 y , los cuales son componentes puzolanicos cementantes.

De acuerdo a la relación agua cemento del diseño de mezcla en probetas experimentales y patrones fueron diferentes, la relación a/c del concreto patrón fue de

0.684 mientras que del concreto experimental fue de 0.702, debido a que se obtuvieron diferentes pesos específicos, del cemento tradicional con el nuevo cemento.

De acuerdo a los resultados del Slum los resultados del asentamiento para el patrón fue 3.5 pulgadas y para el experimental del 8 % fue de 3.5 pulgadas que se encuentran del parámetro de consistencia plástica trabajable.

Los resultados del ensayo a compresión de las probetas patrón muestran una resistencia promedio a los 7 días de 185.16 Kg/cm² alcanzando un avance de 88.17 %, a los 14 días muestran una resistencia promedio de 199.03 Kg/cm² alcanzando un avance de 94.78 % , a los 28 días muestran una resistencia promedio de 213.99 Kg/cm² alcanzando un avance de 101.90% , a los 40 días muestran una resistencia promedio de 254.18 kg/cm² alcanzando un avance de 121.04 % y finalmente a los 56 días muestran una resistencia promedio de 268.51 kg/cm² alcanzando un avance de 127.86 %.Lo que nos indica que estos resultados están dentro del rango establecido

Los resultados del ensayo a compresión de las probetas experimental muestran una resistencia promedio a los 7 días de 196.76 Kg/cm² alcanzando un avance de 93.70 %, a los 14 días muestran una resistencia promedio de 203.56 Kg/cm² alcanzando un avance de 96.93 % , a los 28 días muestran una resistencia promedio de 260.87 Kg/cm² alcanzando un avance de 124.23% , a los 40 días muestran una resistencia promedio de 279.99 kg/cm² alcanzando un avance de 133.33 % y finalmente a los 56 días muestran una resistencia promedio de 276.64 kg/cm² alcanzando un avance de 131.73 %.

Lo que nos indica que estos resultados están dentro del rango establecido

Se observa que el concreto alcanza su resistencia máxima a los 28 días, superando a las probetas patrón en un 22.33%, luego a los 40 días este porcentaje disminuye, ya que las probetas experimentales superan al patrón en un 12.29% y finalmente las probetas experimentales curadas a 56 días superan al patrón en un 3.87%, como se puede observar al pasar los 40 y 56 días el concreto ya logra obtener una resistencia constante, esto debido que al activar los materiales obtenemos componentes semejantes al cemento y que hacen que nuestro nuevo cemento sea puzolanico tales

como el Oxido de Calcio, Oxido de Silicio, Oxido de Aluminio y Oxido de Hierro, ayudando así a una durabilidad a corto y largo plazo.

Recomendaciones.

Es importante darle un tratamiento adecuado a la concha de pata de mula, en la etapa del lavado y eliminar todas las sales que esta contiene superficialmente para así poder aprovechar su composición química.

Es importante realizar un buen lavado de la arcilla, pasarla por la organiza hasta que no quede en ella los limos.

Es importante que el espécimen antes de ser ensayado a compresión esta esté seca así la humedad no influirá.

Si se desea curar el concreto por más de 28 días, se recomienda emplear otros tipos de cementos en el mercado, como el cemento tipo V, ya que este es un cemento que es para alta exposición a la humedad.

VI. AGRADECIMIENTOS

A Dios.

Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mi madre Manuela Jacinto Martell

Por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

A mi padre Fidel Ramos Cerna

Por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan y que me ha infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante y por su amor infinito.

A mi hermana Kareem Ramos Jacinto

Por su comprensión y con quien comparto los mejores momentos de mi vida.

A mi asesor Ing, Solar Jara y todas las personas que ayudaron en el desarrollo de este proyecto.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Achanai, B. (2013). Composición química de moluscos. Tailandia.
- Bendezu, R. y Ilquimiche, S. (2016). Resistencia de un concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ con cenizas de paja de caña de azúcar y el Polvo de *Trachycardium Procerum* (pata de Mula). Tesis de bachiller en Ingeniería Civil, Universidad Privada San Pedro, Peru.
- Busta, H. (2015, 24 Agosto). Could Natural Clay Replace Cement in Masonry Units?. *Ecobuilding Pulse* [En Línea]. Disponible en: http://www.ecobuildingpulse.com/products/could-natural-clay-replace-cement-in-masonry-units_s [2017, 30 de Enero].
- Carrillo, R. y Villanueva,J. (2016). Sustitución del Cemento por 5% de *Trachycardium procerum* (Pata de Mula) Y 3% de Hoja de Eucalipto en Mortero y determinar su resistencia. Tesis de bachiller en Ingeniería Civil, Universidad Privada San Pedro, Peru.
- García, R. Las arcillas: propiedades y usos. Madrid: Universidad Complutense.
- Imarpe y sintef de noruega impulsan el desarrollo acuicola(2007). Boletín informativo electrónico del instituto del mar del Perú – Imarpe. [En Línea]. Perú: Instituto del Mar. Recuperado de: http://www.imarpe.gob.pe/imarpe/archivos/boletines/imarpe_impdia_imarpe_a_ldia_10.pdf
- Instituto del Mar del Perú en bahía de Samanco (2008). Estudio de línea base en el ámbito marino de Bahía de Samanco. Recuperado de: <http://www2.produce.gob.pe/RepositorioAPS/3/jer/ACUISUBMENU4/informeLB-Samanco.pdf>

- Julca, R. y Valentin, B. (2015). Resistencia de un concreto con sustitución de Arena por arcilla de Cusca- Corongo- Ancash. Tesis de bachiller en Ingeniería Civil, Universidad Privada San Pedro, Peru.
- Kaleeswari, G., Dhanalakshmi, G., Manikandan, N. (2016, Marzo). Clay as a Partial Replacement of Cementitious Material in Cement. International Journal of Advanced Research in Biology Engineering Science and Technology (IJARBEST) [En Línea], Vol. 2. Disponible en: [file:///C:/Users/User1/Downloads/document_eb7s_28042016%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/User1/Downloads/document_eb7s_28042016%20(1).pdf) [2017, 30 de Enero]
- López, A., Felix, E., Hernández, M. (2012). Productividad secundaria en los esteros de la barra de arena El Mogote en la Ensenada de La Paz, Baja California Sur, México. Revista Hidrobiologica, 22(1).
- MacCorman, J y Russell, H. (2011). Diseño de concreto Reforzado (8a.ed). México: Alfaomega Grupo Editor.
- Millones, A. (2008). Ensayo del concreto en Estado Fresco. Proyecto de Investigación, Ingeniería Civil, Perú.
- Newell, J. (2011). Ciencia de Materiales, Aplicaciones en Ingeniería (1a.ed). México: Alfaomega Grupo Editor.
- NTP 334.082 (2008). CEMENTOS. Cemento Portland. Especificación de la Performance. Lima, Perú: Indecopi.
- NTP 334-090 (2013). CEMENTOS. Cementos Portland adicionados. Requisitos. Lima, Perú: Indecopi.
- NTP 339.034 (2008). HORMIGON (CONCRETO). Métodos de ensayo para el esfuerzo a la compresión para muestras cilíndricas de concreto. Lima, Perú: Indecopi.
- NTP 339.046 (2008). HORMIGON (CONCRETO). Método de ensayo para determinar el peso unitario, rendimiento, contenido de aire del Concreto. Lima, Perú: Indecopi.

- NTP 339.077 (2003). HORMIGON (CONCRETO). Métodos de ensayo normalizado para la exudación del hormigón (concreto). Lima, Perú: Indecopi.
- NTP 400.012 (2001). AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. Lima, Perú: Indecopi.
- NTP 400.017 (2011). AGREGADOS. Método de ensayo para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("peso unitario") y los vacíos en los agregados. Lima, Perú: Indecopi.
- NTP 400.021 (2002). AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para Peso específico y Absorción de agregado grueso. Lima, Perú: Indecopi.
- NTP 400.022 (2002). AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para Peso específico y Absorción de agregado fino. Lima, Perú: Indecopi.
- NTP 400.037. AGREGADOS DEL CONCRETO. Lima, Perú: Indecopi.
- NTP| 334.009 (2011). CEMENTOS PORTLAND- REQUISITOS. Lima, Perú: Indecopi.
- Pasquel, E. (1992-1993). Tópicos de Tecnología del concreto en el Perú. [En Línea]. Lima: Colegio de Ingenieros del Peru. Disponible en: https://es.slideshare.net/cmanuel_locky/topicos-de-tecnologia-del-concreto-en-el-peru [2017, 20 de Enero].
- Pérez, P (2015). Definición de Arcilla. Disponible en: <http://definicion.de/arcilla/>
- Polanco, R. 2012. Manual de Prácticas de Laboratorio de Concreto. [En Línea]. Disponible en: <http://fing.uach.mx/licenciaturas/IC/2012/01/26/MANUAL LAB DE CONCRETO.pdf>
- Porrero, J., Ramos, C., Grases, J., Velazco, G. (2014). Manual del Concreto Estructural (1a.ed). [En Línea]. Caracas: Marketing Soluciones. Disponible en: <https://pe56d.s3.amazonaws.com/p193k6ak6nqf8199a17uh1ukueue9.pdf> [2017, 20 de Enero].

Primer Taller de Mecánica de suelos (2006, Marzo). [Base de datos]. Perú: Universidad Nacional de Ingeniería. Disponible en: <http://www.lms.uni.edu.pe/Determinacion%20del%20contenido%20de%20Humedad.pdf> [2017, 1 de febrero].

Revista virtual Pro (Febrero,2012). [En Línea]. Disponible en: <https://www.revistavirtualpro.com/>

Ruiz, G. (2015). Evaluación experimental del uso de conchas de abanico como reemplazo de agregados pétreos en concreto hidráulico con cemento portland. Proyecto de investigación aplicada con FINCYT, Universidad Peruana Cayetano Heredia, Perú.

UMACON (2016). ¿Qué es el cemento Portland?. [En Línea]. Disponible en: <http://www.umacon.com/noticia.php/es/que-es-el-cemento-portland-tipos-y-caracteristicas/413>

CAPITULO VIII. APENDICES Y ANEXOS

ANEXO N°1: TABLAS DE DISEÑO DE MEZCLA

TABLAS DE DISEÑO DE MEZCLA EN LABORATORIO

Tabla N°43. Tabla de resistencia promedio, de manera que no se cuenta con información estadística de dispersión.

f_c	f_{cr}
<210	f_c+70
210 a 350	f_c+84
>350	f_c+98

Tabla N°44. Tabla de clases de mezcla según su consistencia.

Consistencia	Asentamiento	Trabajabilidad	Compactación
Seca	0 a 2"	Poco trabajable	Vibración normal
Plástica	3 a 4"	Trabajable	Vibración ligera chuseado
Húmeda	5" a más	Muy trabajable	Chuseado

Tabla N°45. Tabla de asentamientos máximos y mínimos.

Tipo de construcción	Asentamientos	
	Máxima	Mínima
Zapata y muro de contención armada	3"	1"
Cimentación simple, cajones y sub-estructuras de muro	3"	1"

Vigas y muros armados	4"	1"
Columnas de edificios	3"	1"
Losas y pavimentos	2"	1"
Concreto ciclópeo		

Tabla N°46. Tabla de volumen unitario de agua.

Asentamiento	Agua en Lts/m ³ , para los TMN de agregado y consistencia indicados							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concretos sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	159	145	124
5" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	--
Concretos con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
5" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	--

Esta tabla ha sido confeccionada por el comité 211 del ACI

Tabla N°47. Tabla de contenido de aire atrapado.

Tamaño Máximo Nominal	Aire atrapado
3/8"	3.0 %
1/2"	2.5 %
3/4"	2.0 %
1"	1.5 %
1 1/2"	1.0 %
2"	0.5 %

3"	0.3 %
6"	0.2 %

Tabla N°48. Tabla de relación a/c por resistencia.

f'cr (28 días)	Relación agua-cemento de diseño en peso	
	Sin aire incorporado	Con aire incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.48
350	0.48	0.40
400	0.43	--
450	0.38	--

Interpolación :

$$200 \quad \text{-----} \quad 0.70$$

$$210 \quad \text{-----} \quad x$$

$$250 \quad \text{-----} \quad 0.62$$

$$\frac{200-210}{200-250} = \frac{0.70-x}{0.70-0.62}$$

$x = a/c = 0.684$

Tabla N°49. Módulo de fineza de la combinación de agregados.

Tamaño máximo nominal del agregado grueso	Módulo de fineza de la combinación de agregados que da las mejores condiciones de trabajabilidad para los contenidos de cemento en sacos/m ³ indicados			
	6	7	8	9
3/8"	3.98	4.04	4.11	4.19
1/2"	4.46	4.54	4.61	4.69
3/4"	4.96	5.04	5.11	5.19
1"	5.28	5.34	5.41	5.49
1 1/2"	5.56	5.64	5.71	5.79
2"	5.88	5.94	6.01	6.09
3"	6.18	6.24	6.31	6.39

Tabla N°50. Volumen de agregado grueso por unidades de volumen de concreto.

Tamaño máximo nominal del agregado grueso	Volumen del agregado grueso, seco y compactado por unidad de volumen de concreto, para diferentes módulos de fineza del agregado fino			
	Módulo de fineza del agregado fino			
	2.4	2.6	2.8	3.0
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.68	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70

2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.84	0.81

Tabla N°51. Requisitos granulométricos del agregado fino.

Análisis granulométrico	
Tamiz	% que pasa
3/8" (9.5mm)	100
N°4 (4.75mm)	95 a 100
N°8 (2.36mm)	80 a 100
N°16 (1.18mm)	50 a 85
N°30 (600um)	25 a 60
N°50 (300um)	10 a 30
N°100 (150um)	2 a 10

Tabla N°52. Requisitos granulométricos del agregado grueso.

Requisitos granulométricos ASTM C-33 para agregado grueso														
Tamaño N°	Tamaño nominal en pulgadas	Porcentajes pasantes en peso para cada malla standard												
		4"	3 1/2"	3"	2 1/2"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N°4	N°8	N°16
		(100mm)	(90mm)	(75mm)	(63mm)	(50mm)	(37.5mm)	(25mm)	(19mm)	(12.5mm)	(9.5mm)	(4.75mm)	(2.36mm)	(1.18mm)
1	3 1/2" a 1 1/2"	100	90 a 100	--	25 a 60	--	0 a 15	--	0 a 5	--	--	--	--	--
2	2 1/2" a 1 1/2"	--	--	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	--	0 a 5	--	--	--	--	--
3	2" a 1"	--	--	--	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	--	0 a 5	--	--	--	--
357	2" a malla N°4	--	--	--	100	95 a 100	--	35 a 70	--	10 a 30	--	0 a 5	--	--
4	1 1/2" a 3/4"	--	--	--	--	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	--	0 a 5	--	--	--
467	1 1/2" a malla N°4	--	--	--	--	100	95 a 100	--	35 a 70	--	10 a 30	0 a 5	--	--
5	1" a 1/2"	--	--	--	--	--	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	--	--	--
56	1" a 3/8"	--	--	--	--	--	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	--	--
57	1" a malla N°4	--	--	--	--	--	100	95 a 100	--	25 a 60	--	0 a 10	0 a 5	--
6	3/4" a 3/8"	--	--	--	--	--	--	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	--	--
67	3/4" a malla N°4	--	--	--	--	--	--	100	90 a 100	--	20 a 55	0 a 10	0 a 5	--
7	1/2" a malla N°4	--	--	--	--	--	--	--	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	--
8	3/8" a malla N°4	--	--	--	--	--	--	--	--	--	85 a 100	0 a 30	0 a 10	0 a 5

ANEXO N°2: ENSAYO EN LABORATORIO DE AGREGADOS.



CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO GRUESO
(ASTM D-2216)

SOLICITA : BACH. RAMOS JACINTO BRIGGITTE KATERIN NAHOMI
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO SUSTITUYENDO EL CEMENTO POR 2%
DE PATA DE MULA Y 8% DE ARCILLA
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
CANTERA : MEDINA
MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
FECHA : 27/04/2018

PRUEBA Nº	01	02	03
TARA Nº			
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	852.5	867.8	
TARA + SUELO SECO (gr)	850	865.4	
PESO DEL AGUA (gr)	2.5	2.4	
PESO DE LA TARA (gr)	201.5	213.1	
PESO DEL SUELO SECO (gr)	648.5	652.3	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.39	0.37	
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)		0.38	



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



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

SOLICITA : BACH. RAMOS JACINTO BRIGGITTE NATERII NAHOMI
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO SUSTITUYENDO EL CEMENTO POR 2%
DE PATA DE MULA Y 8% DE ARCILLA
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
CANTERA : MEDINA
MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
FECHA : 27/04/2018

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	893.60	908.80
B	Peso de material saturado superficialmente seco (agua)	584.10	595.40
C	Volumen de masa + volumen de vacíos (A-B)	309.50	313.40
D	Peso de material seco en estufa	891.30	906.40
E	Volumen de masa (C-(A-D))	307.20	311.00
G	P.e. Bulk (Base Seca) D/C	2.880	2.892
H	P.e. Bulk (Base Saturada) A/C	2.887	2.900
I	P.e. Aparente (Base Seca) D/E	2.901	2.914
F	Absorción (%) ((D-A/A)x100)	0.26	0.26

P.e. Bulk (Base Seca) : 2.886
P.e. Bulk (Base Saturada) : 2.894
P.e. Aparente (Base Seca) : 2.908
Absorción (%) : 0.26



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



PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO

SOLICITA : BACH. RAMOS JACINTO BRIGGITTE KATERIN NAHOMI
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO SUSTITUYENDO EL CEMENTO POR 28%
DE PATA DE MULA Y 6% DE ARCILLA
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
CANTERA : MEDINA
MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
FECHA : 27/04/2018

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	01	02	03
Peso de molde + muestra			
Peso de molde	13550	13650	13750
Peso de muestra	5120	5120	5120
Volumen de molde	13430	13530	13630
Peso unitario (Kg/m ³)	9354	9354	9354
Peso unitario prom. (Kg/m ³)	1438	1448	1457
CORREGIDO POR HUMEDAD		1441	

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	01	02	03
Peso de molde + muestra			
Peso de molde	20050	20100	20000
Peso de muestra	5120	5120	5120
Volumen de molde	14950	14960	14950
Peso unitario (Kg/m ³)	9354	9354	9354
Peso unitario prom. (Kg/m ³)	1598	1601	1591
CORREGIDO POR HUMEDAD		1590	



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales

Ing. Jorge Montañez Reyes
JEFE



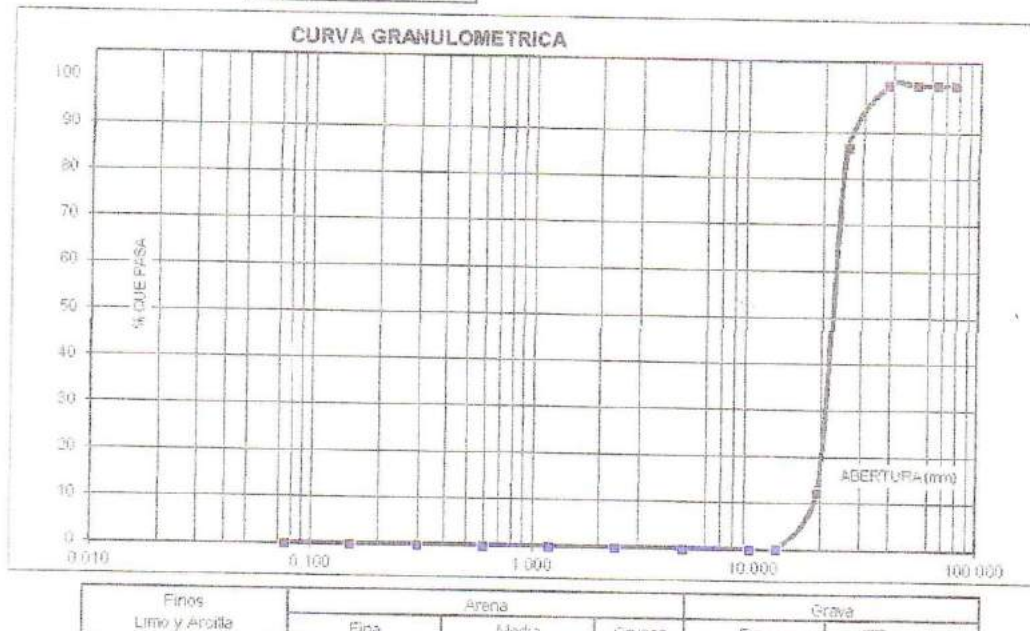
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO GRUESO (ASTM C 136-06)

SOLICITA: BACH. PAMOS JACINTO BRIGGITTE KATERIN NAHOMI
 TESIS: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO SUSTITUYENDO EL CEMENTO POR 2%
 DE PATA DE MULA Y 8% DE ARCILLA
 LUGAR: CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 CANTERA: MEDINA
 MATERIAL: PIEDRA CHANCADA
 FECHA: 27/04/2018

TAMIZ	Abert. (mm)	Peso retenido (gr.)	% ret. Parcial (%)	% ret. Acum. (%)	% Que pasa (gr.)
Nº 3"	76.200	0.0	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.800	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.400	139.5	12.2	12.2	87.8
3/4"	19.100	1086.2	74.5	86.7	13.3
1/2"	12.500	178.8	12.1	98.8	1.2
3/8"	9.500	2.8	0.2	100.0	0.0
Nº 4	4.750	0.0	0.0	100.0	0.0
Nº 5	2.360	0.0	0.0	100.0	0.0
Nº 18	1.180	0.0	0.0	100.0	0.0
Nº 20	0.850	0.0	0.0	100.0	0.0
Nº 50	0.300	0.0	0.0	100.0	0.0
Nº 100	0.150	0.0	0.0	100.0	0.0
Nº 200	0.075	0.0	0.0	100.0	0.0
PLATO	ASTM C-117-04	0	0.0	100.0	0.0
TOTAL		1432.1	100.0		

PROPIEDADES FÍSICAS	
Tamaño Máximo Nominal	1"
Huso	Nº 587 Ref. (ASTM C-23)

OBSERVACIONES
La Muestra tomada y beneficiada por el solicitante



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



CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO FINO
(ASTM D-2216)

SOLICITA : BACH. RAMOS JACINTO BRIGGITTE KATERIN NAHOMI
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO SUSTITUYENDO EL CEMENTO POR 2%
DE PATA DE MULA Y 6% DE ARCILLA
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
CANTERA : VESIQUE
MATERIAL : ARENA GRUESA
FECHA : 27/04/2018

PRUEBA N°	01	02	03
TARA N°			
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	831.9	846.1	
TARA + SUELO SECO (gr)	830.9	845.2	
PESO DEL AGUA (gr)	1.0	0.9	
PESO DE LA TARA (gr)	213.8	204.2	
PESO DEL SUELO SECO (gr)	617.1	641	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.16	0.14	
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)		0.15	



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



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

SOLICITA : BACH. RAMOS JACINTO BRIGITTE KATERIN NAHOMI
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO SUSTITUYENDO EL CEMENTO POR 2%
DE PATA DE MULA Y 6% DE ARCILLA
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
CANTERA : VESIQUE
MATERIAL : ARENA GRUESA
FECHA : 27/04/2018

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	gr	300.00	300.00
B	Peso de picnómetro + agua	gr	668.70	668.70
C	Volumen de masa + volumen de vacíos (A+B)	cm ³	968.70	968.70
D	Peso de picnómetro + agua + material	gr	857.60	857.60
E	Volumen de masa + volumen de vacíos (C-D)	cm ³	111.10	111.10
F	Peso de material seco en estufa	gr	297.40	297.40
G	Volumen de masa (E-(A-F))		108.50	108.50
H	P.e. Bulk (Base Seca)	F/E	2.677	2.677
I	P.e. Bulk (Base Saturada)	A/E	2.700	2.700
J	P.e. Aparente (Base Seca)	F/E	2.741	2.741
K	Absorción (%) ((D-A)/A)x100		0.87	0.87

P.e. Bulk (Base Seca) : 2.677
P.e. Bulk (Base Saturada) : 2.700
P.e. Aparente (Base Seca) : 2.741
Absorción (%) : 0.87



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



PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO

SOLICITA : BACH. RAMOS JACINTO BRIGGITTE KATERIN NAHOMI
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO SUSTITUYENDO EL CEMENTO POR 2%
DE PATA DE MULA Y 6% DE ARCILLA
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
CANTERA : VESIQUE
MATERIAL : ARENA GRUESA
FECHA : 27/04/2018

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	01	02	03
Peso de molde + muestra	7750	7800	7900
Peso de molde	3326	3326	3326
Peso de muestra	4424	4474	4574
Volumen de molde	2788	2788	2788
Peso unitario (Kg/m ³)	1587	1605	1641
Peso unitario prom. (Kg/m ³)	1611		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1608		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	01	02	03
Peso de molde + muestra	8250	8300	8300
Peso de molde	3326	3326	3326
Peso de muestra	4924	4974	4974
Volumen de molde	2788	2788	2788
Peso unitario (Kg/m ³)	1766	1784	1784
Peso unitario prom. (Kg/m ³)	1778		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1773		



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



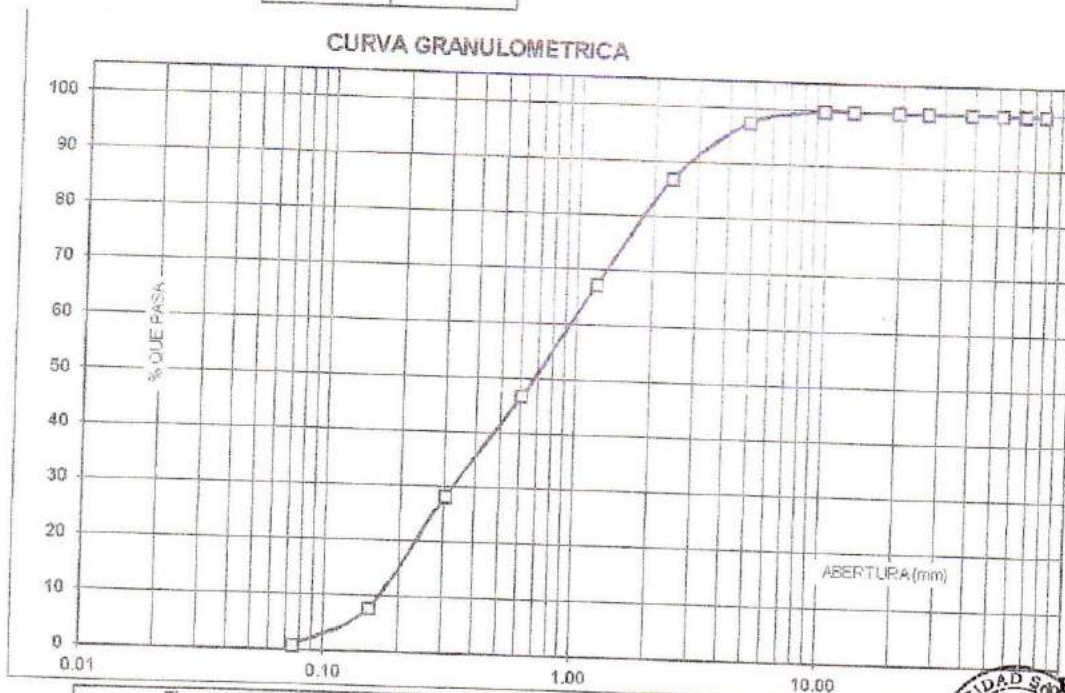
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO (ASTM C 136-06)

SOLICITA : BACH. RAMOS JACINTO BRIGGITTE KATERIN NAHOMI
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO SUSTITUYENDO EL CEMENTO POR 2%
 DE PATA DE MULA Y 6% DE ARCILLA
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 CANTERA : VESIQUE
 MATERIAL : ARENA GRUESA
 FECHA : 27/04/2013

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	23.3	2.4	2.4	97.6
N° 8	2.36	101.2	10.5	12.9	87.1
N° 16	1.18	189.4	19.7	32.6	67.4
N° 30	0.60	196.7	20.5	53.1	46.9
N° 60	0.30	179.9	18.7	71.8	28.2
N° 100	0.15	196.5	20.3	92.1	7.9
N° 200	0.08	68.1	7.1	99.2	0.8
PLATO	ASTM C-117-04	7.7	0.8	100.0	0.0
TOTAL		981.8	100.0		

PROPIEDADES FISICAS	
Módulo de Fineza	2.65

OBSERVACIONES
La Muestra tomada identificada por el solicitante.



Finos	Arena			Grava
Limo y Arcilla	Fina	Media	Gruesa	Fina

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
 CHIMBOTE
 Ing. Jorge Montañez Re.
 JEFE

ANEXO N°3: DISEÑO DE MEZCLA PATRON



DISEÑO DE MEZCLA

SOLICITA : BACH. RAMOS JACINTO BRIGGITTE KATERIN NAHOMI
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO SUSTITUYENDO EL CEMENTO POR 2%
 DE PATA DE MULA Y 6% DE ARCILLA
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
 FECHA : 27/04/2018

ESPECIFICACIONES

- La selección de las proporciones se hará empleando el metodo del ACI
- La resistencia en compresión de diseño especificada es de 210 kg/cm², a los 28 días.

MATERIALES

A.- Cemento :

- Tipo I "Pacasmayo"
- Peso específico 3.08

B.- Agua :

- Potable, de la zona

C.-Agregado Fino :

CANTERA : VESIQUE

- Peso específico de masa 2.68
- Peso unitario suelto 1608 kg/m³
- Peso unitario compactado 1775 kg/m³
- Contenido de humedad 0.15 %
- Absorción 0.87 %
- Módulo de fineza 2.65

D.- Agregado grueso

CANTERA : MEDINA

- Piedra, perfil angular
- Tamaño Máximo Nominal 1"
- Peso específico de masa 2.89
- Peso unitario suelto 1441 kg/m³
- Peso unitario compactado 1590 kg/m³
- Contenido de humedad 0.38 %
- Absorción 0.26 %





UNIVERSIDAD SAN PEDRO

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

SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

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

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 3" a 4", sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 1", el volumen unitario de agua es de 193 lt/m³.

RELACIÓN AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua - cemento de 0.684

FACTOR DE CEMENTO

F.C.: $193 / 0.684 = 282.164 \text{ kg/m}^3 = 6.64 \text{ bolsas / m}^3$

VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS

Cemento.....	282.164	kg/m ³
Agua efectiva.....	198.057	lts/m ³
Agregado fino.....	873.174	kg/m ³
Agregado grueso.....	1085.450	kg/m ³

PROPORCIONES EN PESO

$$\frac{282.16}{282.16} : \frac{873.174}{282.16} : \frac{1085.45}{282.16}$$

$$1 : 3.1 : 3.85 : 29.83 \text{ lts / bolsa}$$

PROPORCIONES EN VOLUMEN

$$1 : 2.88 : 3.99 : 29.83 \text{ lts / bolsa}$$



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

ANEXO N° 4: DISEÑO DE MEZCLA EXPERIMENTAL



**DISEÑO DE MEZCLA
(8% SUSTITUCION DEL CEMENTO)**

SOLICITA : RAMOS JACINTO BRIGGITTE KATERIN NAHOM
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO SUSTITUYENDO EL CEMENTO
POR 2% DE PATA DE MULA Y 6% DE ARCILLA
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
FECHA : 18/12/2017

ESPECIFICACIONES

- La selección de las proporciones se hará empleando el metodo del ACI
- La resistencia en compresión de diseño promedio 210 kg/cm², a los 28 días.

MATERIALES

A.- Cemento :

- Tipo I "Pacasmayo"+2% DE PATA DE MULA Y 6% DE ARCILLA
- Peso especifico 3.44

B.- Agua :

- Potable, de la zona.

C.-Agregado Fino :

CANtera : VESIQUE

- Peso especifico de masa 2.70
- Peso unitario suelto 1562 kg/m³
- Peso unitario compactado 1771 kg/m³
- Contenido de humedad 0.42 %
- Absorción 0.57 %
- Módulo de fineza 2.81

D.- Agregado grueso

CANtera : RUBEN

- Piedra, perfil angular 3/4"
- Tamaño Máximo Nominal 2.85
- Peso especifico de masa 1368 kg/m³
- Peso unitario suelto 1518 kg/m³
- Contenido de humedad 0.54 %
- Absorción 0.28 %

Olivero



UNIVERSIDAD SAN PEDRO

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

SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

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

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 3" a 4", sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 3/4", el volumen unitario de agua es de 193 lt/m³.

RELACIÓN AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua - cemento de 0.684

VOLUMENES ABSOLUTOS

Cemento.....	(m ³)	0.088
2% DE PATA DE MULA Y 6% DE ARCILLA.....	(m ³)	0.008
Agua efectiva.....	(m ³)	0.205
Agregado fino.....	(m ³)	0.349
Agregado grueso.....	(m ³)	0.330
Aire.....	(m ³)	0.020
		<u>1.000</u> m ³

PESOS SECOS

Cemento.....	275.73	kg/m ³
2% DE PATA DE MULA Y 6% DE ARCILLA.....	23.977	
Agua efectiva.....	205.00	lts/m ³
Agregado fino.....	941.36	kg/m ³
Agregado grueso.....	941.51	kg/m ³

PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento.....	275.73	kg/m ³
2% DE PATA DE MULA Y 6% DE ARCILLA.....	23.977	
Agua efectiva.....	203.96	lts/m ³
Agregado fino.....	945.28	kg/m ³
Agregado grueso.....	946.59	kg/m ³

PROPORCIONES EN VOLUMEN

$$\frac{275.73}{275.73} : \frac{23.977}{275.73} : \frac{945.28}{275.73} : \frac{946.59}{275.73}$$

$$1 : 0.09 : 3.43 : 3.43 \quad 32.31 \text{ lts / bolsa}$$



ANEXO N°5.:RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

Laboratorio de Arqueometría

Informe N°100-LAQ/2017

Análisis de una muestra de arcilla de Quitaracsa por FRXDE

Introducción.

Se analizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) una muestra de arcilla de Quitaracsa a pedido de la Srta. **Ramos Jacinto, Brigitte Katerin Nahomi**, alumna de la Universidad San Pedro, sede Chimbote, y como parte de su proyecto de tesis titulada:

“Resistencia a la Compresión de un Concreto Sustituyendo el Cemento por 2% de Pata de Mula y 6% de Arcilla.”

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

Arreglo experimental.

Se utilizó un espectrómetro de FRXDE marca Amptek con ánodo de oro que operó a un voltaje de 30 kV y una corriente de 15 μ A. Los espectros se acumularon durante un intervalo neto de 300 s utilizando 2048 canales, con ángulos de incidencia y salida de alrededor de 45°; distancia muestra a fuente de rayos-X de 4 cm y distancia de muestra a detector de 2 cm aprox. La tasa de conteo, la cual depende de la geometría del arreglo experimental y de la composición elemental de la muestra, fue de alrededor de 3280 cts/s

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

Laboratorio de Arqueometría

muestra de los rayos-X característicos de oro de la fuente, y el espectro discreto de los rayos-X característicos emitidos por la muestra de acuerdo a los elementos que contiene..

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

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

Resultados.

En la Figura 1 se muestra el espectro de FRXDE de esta muestra de arcilla de Quitaracsa. La línea roja representa el espectro experimental y la línea azul el espectro calculado. Cubre el rango de energías de 1 a 18 keV que es el rango de interés en este estudio. En el espectro se puede observar la presencia del pico de argón, que es un gas inerte presente en el aire que respiramos.

La Tabla 1 muestra los resultados del análisis elemental de esta muestra. Las concentraciones están dadas en % de la masa total en términos de los óxidos más estables que se pueden formar en el proceso de calcinación y luego se normalizan para dar un total de 100%. Debe recalarse que la técnica da directamente la concentración de los elementos químicos. Estos resultados se utilizan luego para determinar la concentración de los óxidos.



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

Laboratorio de Arqueometría

Tabla 1. Composición elemental de la muestra de arcilla de Quitaracsa en % de masa.

Óxido	% masa	Normalizado
Al ₂ O ₃	17.150	30.835
SiO ₂	33.244	59.769
ClO ₂	0.016	0.028
K ₂ O	1.391	2.501
CaO	0.368	0.661
TiO ₂	0.105	0.189
V ₂ O ₅	0.004	0.007
Cr ₂ O ₃	0.002	0.003
MnO	0.018	0.032
Fe ₂ O ₃	2.898	5.210
Ni ₂ O ₃	0.008	0.015
CuO	0.198	0.355
ZnO	0.121	0.217
Rb ₂ O	0.009	0.016
SrO	0.011	0.020
Y ₂ O ₃	0.002	0.004
ZrO ₂	0.008	0.015
BaO	0.069	0.124
Totales	55.620	100.00

La suma en términos de contenido de óxidos es menor que 100% indicando que la muestra puede contener compuestos de Na y/o Mg que esta técnica no puede detectar y/o contiene compuestos diferentes de óxidos y/o hay una deficiencia en la calibración del instrumento. Para aclarar esta situación se sugiere hacer un análisis por difracción de rayos-X para determinar los compuestos que contiene la muestra con mayor precisión.



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

Laboratorio de Arqueometría

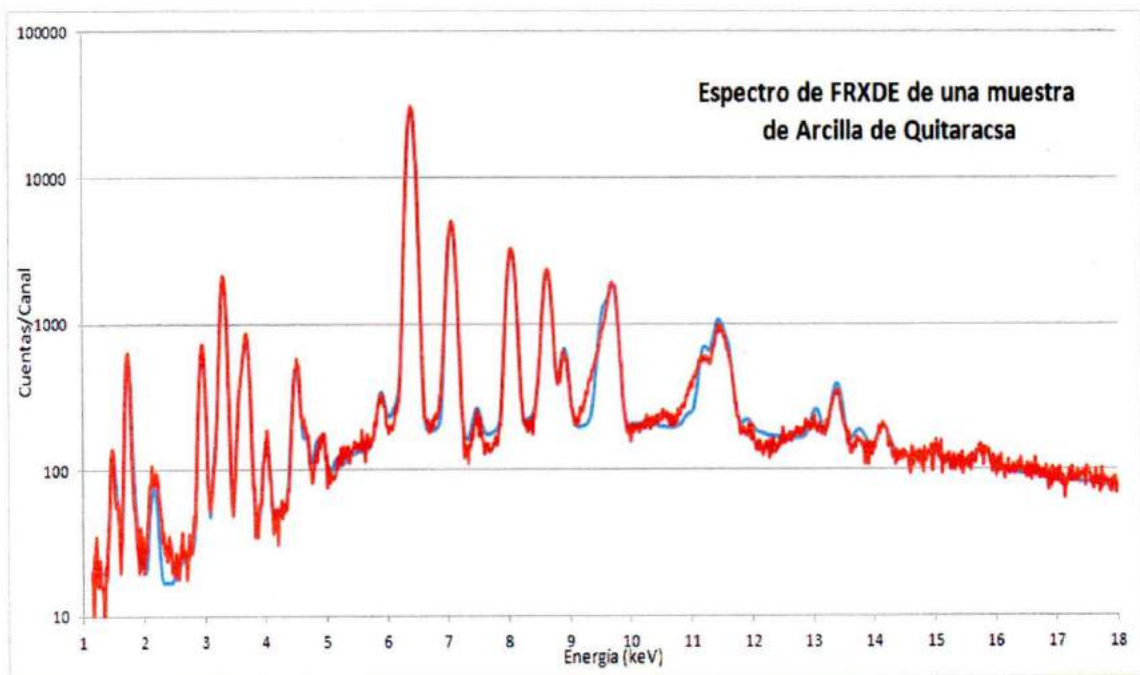


Figura 1. Espectro de FRXDE de una muestra de arcilla de Quitaracsa en escala semi logarítmica. Incluye el pico de Ar del aire y los picos de rayos-X de Au dispersados por la muestra. La curva en azul muestra el espectro simulado

Investigador Responsable:

Dr. Jorge A. Bravo Cabrejos
Laboratorio de Arqueometría



Lima, 11 de diciembre del 2017



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

Laboratorio de Arqueometría

Informe N°101-LAQ/2017

Análisis de una muestra de ceniza de concha de pata de mula por FRXDE

Introducción.

Se analizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) una muestra de ceniza de concha de pata de mula a pedido de la Srta. **Ramos Jacinto, Brigitte Katerin Nahomi**, alumna de la Universidad San Pedro, sede Chimbote, y como parte de su proyecto de tesis titulada:

“Resistencia a la Compresión de un Concreto Sustituyendo el Cemento por 2% de Pata de Mula y 6% de Arcilla.”

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

Arreglo experimental.

Se utilizó un espectrómetro de FRXDE marca Amptek con ánodo de oro que operó a un voltaje de 30 kV y una corriente de 10 μ A. Los espectros se acumularon durante un intervalo neto de 300 s utilizando 2048 canales, con ángulos de incidencia y salida de alrededor de 45°; distancia muestra a fuente de rayos-X de 4 cm y distancia de muestra a detector de 2 cm aprox. La tasa de conteo, la cual depende de la geometría del arreglo experimental y de la composición elemental de la muestra, fue de alrededor de 4100 cts/s

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

Laboratorio de Arqueometría

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

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

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

Resultados.

En la Figura 1 se muestra el espectro de FRXDE de esta ceniza de concha de pata de mula. La línea roja representa el espectro experimental y la línea azul el espectro calculado. Cubre el rango de energías de 1 a 18 keV que es el rango de interés en este estudio. En el espectro se puede observar la presencia del pico de argón, que es un gas inerte presente en el aire que respiramos.

La Tabla 1 muestra los resultados del análisis elemental de esta muestra. Las concentraciones están dadas en % de la masa total en términos de los óxidos más estables que se pueden formar en el proceso de calcinación y luego se normalizan para dar un total de 100%. Debe recalarse que la técnica da directamente la concentración de los elementos químicos. Estos resultados se utilizan luego para determinar la concentración de los óxidos.



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

Laboratorio de Arqueometría

Tabla 1. Composición elemental de la muestra de ceniza de concha de pata de mula
en % de masa.

Óxido	% masa	Normalizado
Al ₂ O ₃	7.618	10.870
SiO ₂	0.593	0.846
SO ₂	0.673	0.961
ClO ₂	0.098	0.139
K ₂ O	0.086	0.183
CaO	59.952	85.546
TiO ₂	0.007	0.010
Cr ₂ O ₃	0.006	0.009
Fe ₂ O ₃	0.016	0.022
Ni ₂ O ₃	0.009	0.013
CuO	0.506	0.722
ZnO	0.275	0.392
SrO	0.220	0.313
Y ₂ O ₃	0.003	0.004
ZrO ₂	0.020	0.025
Totales	70.081	100.00

La suma en términos de contenido de óxidos es menor que 100% indicando que la muestra puede contener compuestos de Na y/o Mg que esta técnica no puede detectar y/o contiene compuestos diferentes de óxidos y/o hay una deficiencia en la calibración del instrumento. Para aclarar esta situación se sugiere hacer un análisis por difracción de rayos-X para determinar los compuestos que contiene la muestra con mayor precisión.



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

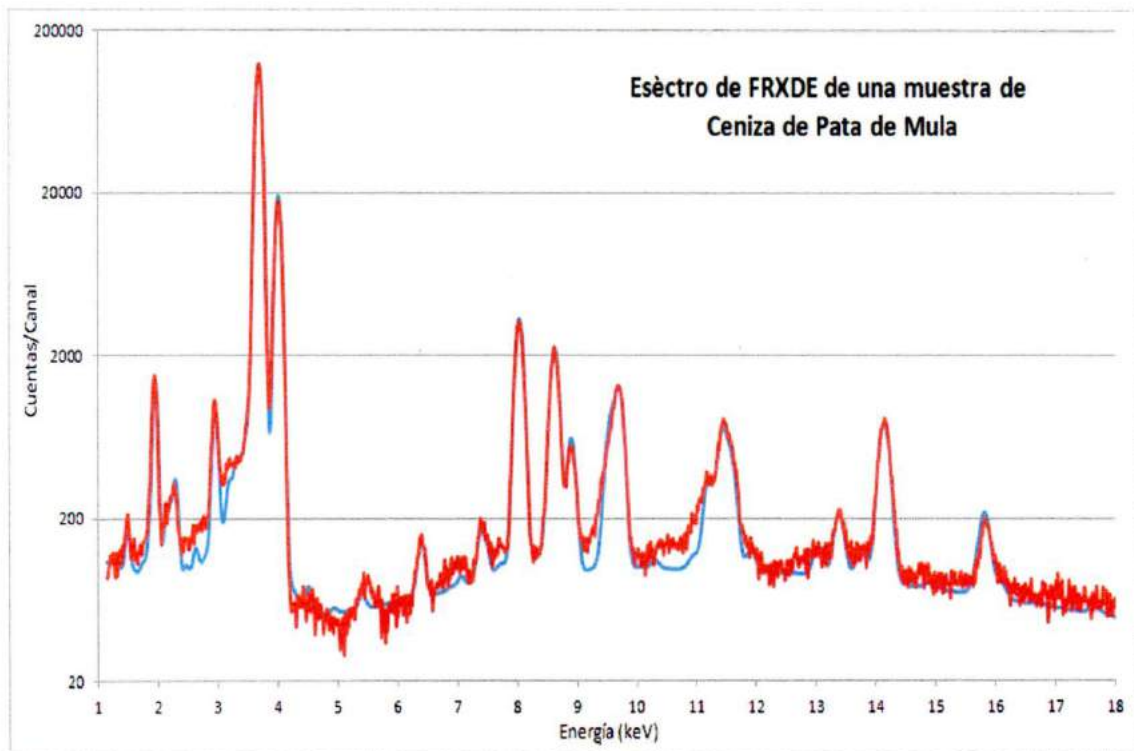


Figura 1. Espectro de FRXDE de una muestra de ceniza de concha de pata de mula en escala semi logarítmica. Incluye el pico de Ar del aire y los picos de rayos-X de Au dispersados por la muestra. La curva en azul muestra el espectro simulado

Investigador Responsable:

Dr. Jorge A. Bravo Cabrejos
Laboratorio de Arqueometría



Lima, 11 de diciembre del 2017



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

Laboratorio de Arqueometría

Informe N°102-LAQ/2017

Análisis de una mezcla de ceniza de concha de pata de mula, arcilla y cemento por FRXDE

Introducción.

Se analizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) una mezcla de ceniza de concha de pata de mula (2%), arcilla (6%) y cemento (92%) a pedido de la Srta. **Ramos Jacinto, Brigitte Katerin Nahomi**, alumna de la Universidad San Pedro, sede Chimbote, y como parte de su proyecto de tesis titulada:

“Resistencia a la Compresión de un Concreto Sustituyendo el Cemento por 2% de Pata de Mula y 6% de Arcilla.”

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

Arreglo experimental.

Se utilizó un espectrómetro de FRXDE marca Amptek con ánodo de oro que operó a un voltaje de 30 kV y una corriente de 15 μ A. Los espectros se acumularon durante un intervalo neto de 300 s utilizando 2048 canales, con ángulos de incidencia y salida de alrededor de 45°; distancia muestra a fuente de rayos-X de 4 cm y distancia de muestra a detector de 2 cm aprox. La tasa de conteo, la cual depende de la geometría del arreglo experimental y de la composición elemental de la muestra, fue de alrededor de 3720 cts/s

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

Laboratorio de Arqueometría

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

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

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

Resultados.

En la Figura 1 se muestra el espectro de FRXDE de esta mezcla de ceniza de concha de pata de mula, arcilla y cemento. La línea roja representa el espectro experimental y la línea azul el espectro calculado. Cubre el rango de energías de 1 a 18 keV que es el rango de interés en este estudio. En el espectro se puede observar la presencia del pico de argón, que es un gas inerte presente en el aire que respiramos.

La Tabla 1 muestra los resultados del análisis elemental de esta muestra. Las concentraciones están dadas en % de la masa total en términos de los óxidos más estables que se pueden formar en el proceso de calcinación y luego se normalizan para dar un total de 100%. Debe



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

Laboratorio de Arqueometría

recalcarse que la técnica da directamente la concentración de los elementos químicos. Estos resultados se utilizan luego para determinar la concentración de los óxidos.

Tabla 1. Composición elemental de la mezcla de ceniza de concha de pata de mula, arcilla y cemento en % de masa.

Óxido	% masa	Normalizado
Al ₂ O ₃	7.451	12.087
SiO ₂	11.946	19.355
SO ₂	1.968	3.188
ClO ₂	0.112	0.182
K ₂ O	0.770	1.248
CaO	36.776	59.585
TiO ₂	0.127	0.205
Cr ₂ O ₃	0.005	0.010
MnO	0.022	0.036
Fe ₂ O ₃	1.902	3.082
Ni ₂ O ₃	0.006	0.009
CuO	0.356	0.527
ZnO	0.210	0.340
SrO	0.054	0.088
ZrO ₂	0.004	0.007
Totales	61.721	100.00

La suma en términos de contenido de óxidos es menor que 100% indicando que la muestra puede contener compuestos de Na y/o Mg que esta técnica no puede detectar y/o contiene compuestos diferentes de óxidos y/o hay una deficiencia en la calibración del instrumento. Para aclarar esta situación se sugiere hacer un análisis por difracción de rayos-X para determinar los compuestos que contiene la muestra con mayor precisión.



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

Laboratorio de Arqueometría



Figura 1. Espectro de FRXDE de una mezcla de ceniza de concha de pata de mula, arcilla y cemento en escala semi logarítmica. Incluye el pico de Ar del aire y los picos de rayos-X de Au dispersados por la muestra. La curva en azul muestra el espectro simulado

Investigador Responsable:

Dr. Jorge A. Bravo Cabrejos

Laboratorio de Arqueometría



Lima, 11 de diciembre del 2017



Trujillo, 16 de octubre del 2017

INFORME N° 113 - OCT 17

Solicitante: Ramos Jacinto Brigitte-- Universidad San Pedro

RUC/DNI:

Supervisor:

1. MUESTRA: Arcilla (1 gr)

N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	A-1130	45 mg

2. ENSAYOS A APLICAR

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

3. EQUIPO EMPLEADO Y CONDICIONES

- Analizador Térmico simultáneo TG_DTA_DSC Cap. Máx.: 1600°C SetSys_Evolution, cumple con normas ASTM ISO 11357, ASTM E967, ASTM E968, ASTM E793, ASTM D3895, ASTM D3417, ASTM D3418, DIN 51004, DIN 51007, DIN 53765.
- Tasa de calentamiento: 20 °C/min
- Gas de Trabajo - Flujo: Nitrógeno, 10 ml/min
- Rango de Trabajo: 25 – 900 °C.
- Masa de muestra analizada: 45 mg.

Jefe de Laboratorio:

Ing. Danny Chávez Novoa

Analista responsable:

Ing. Danny Chávez Novoa

Danny M. Chávez Novoa
ING. MATERIALES
R. CIP. 84953

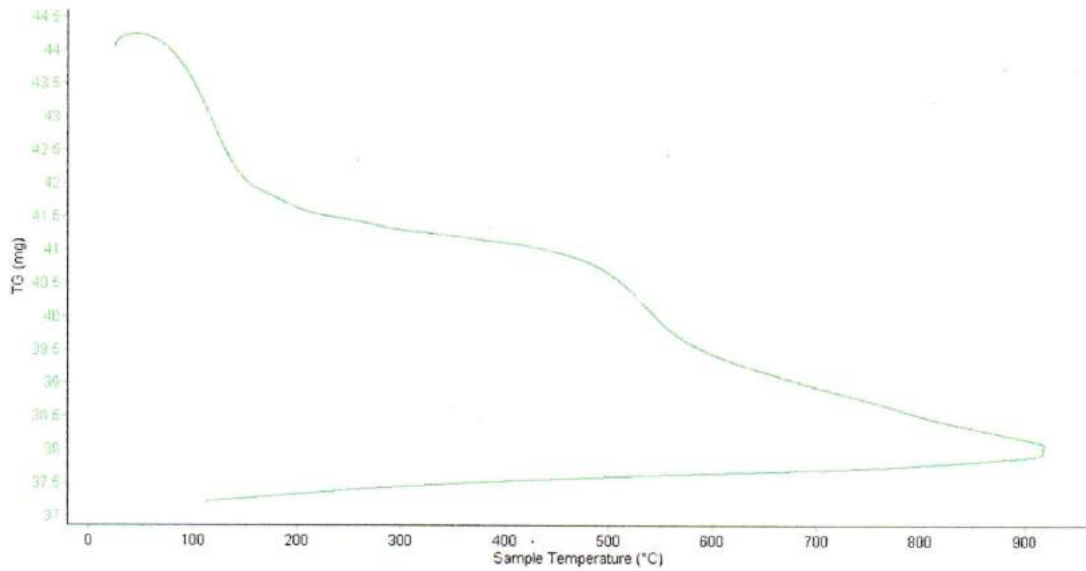


Trujillo, 16 de octubre del 2017

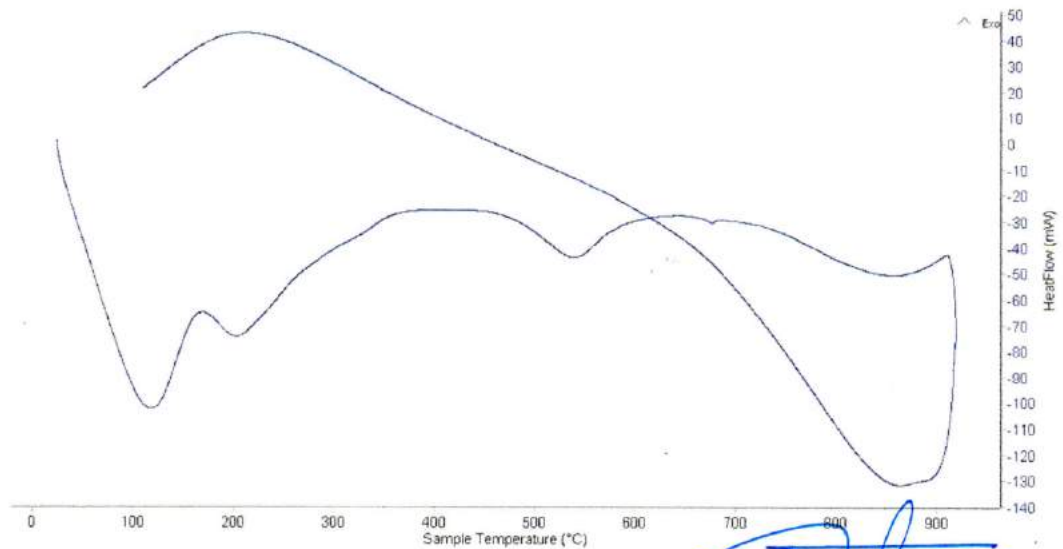
INFORME N° 113 - OCT 17

4. Resultados:

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



II- Curva Calorimétrica ATD



Danny M. Chávez Novoa
INGENIERO DE MATERIALES
IN. 007. 84951



Trujillo, 16 de octubre del 2017

INFORME N° 113 - OCT 17

5. CONCLUSION:

1. Según el análisis Termo gravimétrico se muestra dos importantes caída de la masa del material, la primera se lleva a cabo entre 80 y 140°C y la segunda entre 480 y 540°C, posteriormente la pérdida es lenta en forma gradual conforme aumenta la temperatura, el material llega a perder un total de 15% de masa respecto al inicial cuando alcanza la máxima temperatura de ensayo.
2. De acuerdo al análisis calorimétrico, se muestra un primer pico endotérmico en torno a 110°C y una pequeña banda endotérmica en torno a 210 °C, posteriormente se muestra una ligera variación sobre el calor absorbido a 550°C con probabilidad de ocurrir cambios estructurales y en las propiedades del material.

Trujillo, 16 de octubre del 2017



Danny M Chávez Novoa

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



Trujillo, 22 de setiembre del 2017

INFORME N° 103 - SET 17

Solicitante: Ramos Jacinto Brigitte- Universidad San Pedro

RUC/DNI:

Supervisor:

1. **MUESTRA:** Concha pata de mula (1 gr)

N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	CPM-103S	31.8 mg

2. **ENSAYOS A APLICAR**

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

3. **EQUIPO EMPLEADO Y CONDICIONES**

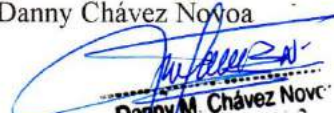
- Analizador Térmico simultáneo TG_DTA_DSC Cap. Máx.: 1600°C SetSys_Evolution, cumple con normas ASTM ISO 11357, ASTM E967, ASTM E968, ASTM E793, ASTM D3895, ASTM D3417, ASTM D3418, DIN 51004, DIN 51007, DIN 53765.
- Tasa de calentamiento: 20 °C/min
- Gas de Trabajo - Flujo: Nitrógeno, 10 ml/min
- Rango de Trabajo: 25 – 900 °C.
- Masa de muestra analizada: 31.8 mg.

Jefe de Laboratorio:

Ing. Danny Chávez Novoa

Analista responsable:

Ing. Danny Chávez Novoa


Danny M. Chávez Novoa
ING. MATERIALES
R. O.P. 92007

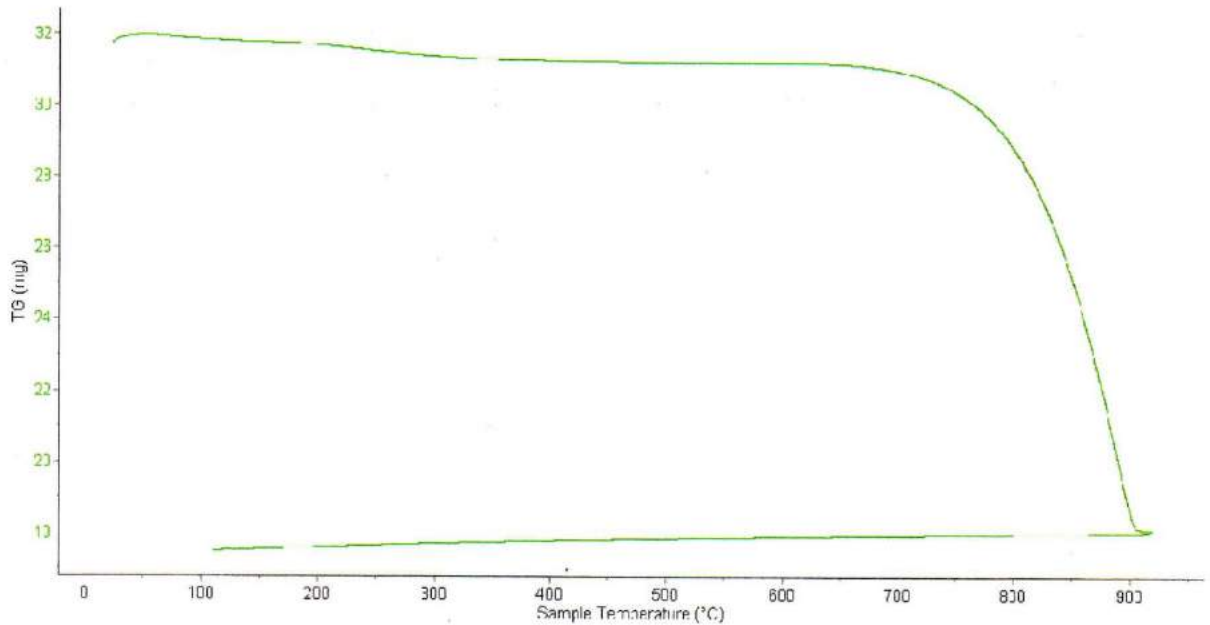


Trujillo, 22 de setiembre del 2017

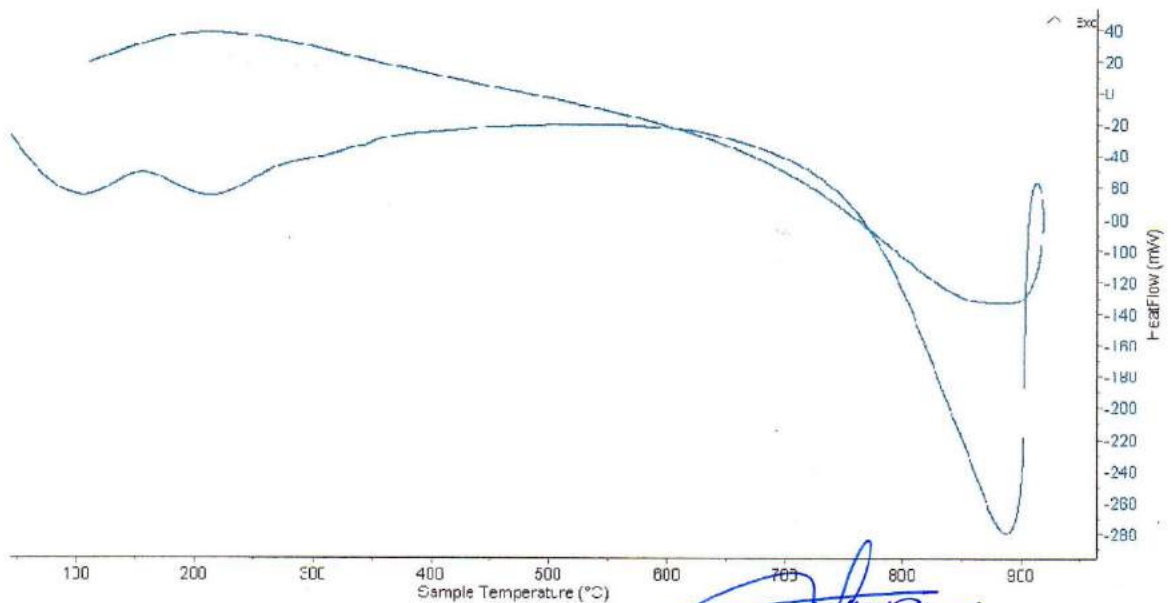
INFORME N° 103 - SET 17

4. Resultados:

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



II- Curva Calorimétrica ATD



Danny M. Chávez Novo:



Trujillo, 22 de setiembre del 2017

INFORME N° 103 - SET 17

5. CONCLUSION:

1. Según el análisis Termo gravimétrico se muestra una importante estabilidad térmica hasta alcanzar los 700°C, en la cual posteriormente la caída de la masa es en forma intensa, manifestando un pérdida total de aproximadamente 47 % respecto a su masa inicial cuando se alcanza la máxima temperatura de ensayo.
2. De acuerdo al análisis calorimétrico, se muestra unas pequeñas bandas endotérmicas a 100 y 200 ° C, posteriormente a 890°C se muestra un intenso pico endotérmico que indicaría algún posible cambio de fase y cambio en las características del material.

Trujillo, 22 de setiembre del 2017



Danny M. Chávez Novoa

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



CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS
CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES

“COLECBI” S.A.C.

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

INFORME DE ENSAYO N° 20171205-001

Pág. 1 de 1

SOLICITADO POR : RAMOS JACINTO BRIGGITTE KATERIN NAHOMI
DIRECCIÓN : Jr. Libertad #708 Miramar Alto Chimbote.
PRODUCTO DECLARADO : ABAJO INDICADOS.
CANTIDAD DE MUESTRA : 03 muestras
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA : En bolsa de polietileno cerrada.
FECHA DE RECEPCIÓN : 2017-12-05
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 2017-12-05
FECHA DE TERMINO DEL ENSAYO : 2017-12-06
CONDICIÓN DE LA MUESTRA : En buen estado.
ENSAYOS REALIZADOS EN : Laboratorio de Físico Químico.
CÓDIGO COLECBI : SS 171205-1

RESULTADOS

MUESTRAS	ENSAYO
	pH
CONCHA DE PATA DE MULA	13,26
ARCILLA - QUITARACSA	5,70
ARCILLA 6% + PATA DE MULA 2% + CEMENTO	12,86

METODOLOGÍA EMPLEADA


pH : Potenciométrico.

NOTA:

- Informe de ensayo emitido en base a resultados realizados por COLECBI S.A.C.
- Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra ensayada.
- Estos resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce

Fecha de Emisión : Nuevo Chimbote, Diciembre 07 del 2017.

GVR/jms


A. Gustavo Vargas Ramos
Gerente de Laboratorios
C.B.P. 326
COLECBI S.A.C.

ANEXO N°6: RESULTADO DE PRUEBA DE HIPOTESIS

Explorar

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
T0	,212	5	,200*	,921	5	,538
T8_A_PM	,293	5	,187	,839	5	,164

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Prueba T

Notas

Salida creada	06-NOV-2018 10:03:51	
Comentarios		
Entrada	Datos	F:\RACSO 2018\PROCESO DATOS ING. CIVIL - ANOVAS - 17-12-16\BASE RAMOS JACINTO - CONCRETO CON ARCILLA Y PATA DE MULA 1 TRAT Y 5 EDADES.sav
	Conjunto de datos activo	ConjuntoDatos1
	Filtro	<ninguno>
	Ponderación	<ninguno>
	Segmentar archivo	<ninguno>
	N de filas en el archivo de datos de trabajo	10

Manejo de valores perdidos	Definición de perdidos	Los valores perdidos definidos por el usuario se trata como valores perdidos.
	Casos utilizados	Las estadísticas para cada análisis se basan en los casos sin datos perdidos o fuera de rango para cualquier variable del análisis.
Sintaxis		T-TEST GROUPS=SUSTITUCION(1 2) /MISSING=ANALYSIS /VARIABLES=RESISTENCIA /CRITERIA=CI(.95).
Recursos	Tiempo de procesador	00:00:00.02
	Tiempo transcurrido	00:00:00.02

Estadísticas de grupo

SUSTITUCION		N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
RESISTENCIA	T0%	5	224,1740	35,79130	16,00635
	T8%	5	241,5200	38,46684	17,20290

Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias		
		F	Sig.	t	gl	
RESISTENCIA	Se asumen varianzas iguales		,196	,670	-,738	8
	No se asumen varianzas iguales				-,738	7,959

Prueba de muestras independientes

		prueba t para la igualdad de medias		
		Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar
RESISTENCIA	Se asumen varianzas iguales	,481	-17,34600	23,49772
	No se asumen varianzas iguales	,482	-17,34600	23,49772

Prueba de muestras independientes

		prueba t para la igualdad de medias	
		95% de intervalo de confianza de la diferencia	
		Inferior	Superior
RESISTENCIA	Se asumen varianzas iguales	-71,53185	36,83985
	No se asumen varianzas iguales	-71,58074	36,88874

Análisis univariado de varianza

Notas

Salida creada		06-NOV-2018 10:06:31
Comentarios		
Entrada	Datos	F:\RACSO 2018\PROCESO DATOS ING. CIVIL - ANOVAS - 17-12-16\BASE RAMOS JACINTO - CONCRETO CON ARCILLA Y PATA DE MULA 1 TRAT Y 5 EDADES.sav
	Conjunto de datos activo	ConjuntoDatos1
	Filtro	<ninguno>
	Ponderación	<ninguno>
	Segmentar archivo	<ninguno>
	N de filas en el archivo de datos de trabajo	10
	Control de valores perdidos	Definición de ausencia
	Casos utilizados	Las estadísticas se basan en todos los casos con datos válidos para todas las variables del modelo.

Sintaxis		UNIANOVA RESISTENCIA BY SUSTITUCION DIAS_CURADO /METHOD=SSTYPE(3) /INTERCEPT=INCLUDE /CRITERIA=ALPHA(.05) /DESIGN=SUSTITUCION DIAS_CURADO.
Recursos	Tiempo de procesador	00:00:00.00
	Tiempo transcurrido	00:00:00.02

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: RESISTENCIA

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	11035,609 ^a	5	2207,122	11,625	,017
Intersección	542177,254	1	542177,254	2855,592	,000
SUSTITUCION	752,209	1	752,209	3,962	,117
DIAS_CURADO	10283,400	4	2570,850	13,540	,014
Error	759,460	4	189,865		
Total	553972,324	10			
Total corregido	11795,070	9			

**ANEXO N°7: RESULTADO DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA
COMPRESION PATRON Y EXPERIMENTAL**



UNIVERSIDAD SAN PEDRO

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

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

SOLICITA : BACH. RAMOS JACINTO BRIGGITTE KATERIN NAHOMI
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO SUSTITUYENDO EL CEMENTO POR 2%
 DE PATA DE MUJLA Y 6% DE ARCILLA
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 FECHA : 29/08/2016

F' C : 210 Kg/cm²

N°	TESTIGO	SLUMP	FECHA		EDAD	FC	FC/FC
	ELEMENTO	(")	MOLDEO	ROTURA	DIAS	Kg/Cm ²	(%)
01	PATRON	-	03/05/2015	10/05/2015	7	186.32	88.73
02	PATRON	-	03/05/2015	10/05/2015	7	185.77	88.46
03	PATRON	-	03/05/2015	10/05/2015	7	183.39	87.33
04	PATRON	-	03/05/2015	17/05/2015	14	195.69	93.19
05	PATRON	-	03/05/2015	17/05/2015	14	204.39	97.33
06	PATRON	-	03/05/2015	17/05/2015	14	197.01	93.82
07	PATRON	-	03/05/2015	31/05/2015	28	216.19	102.95
08	PATRON	-	03/05/2015	31/05/2015	28	212.28	101.09
09	PATRON	-	03/05/2015	31/05/2015	28	213.50	101.67

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

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



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



UNIVERSIDAD SAN PEDRO

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

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

SOLICITA : BACH. RAMOS JACINTO BRIGGITTE KATERIN NAHOMI
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO SUSTITUYENDO EL CEMENTO POR 2%
DE PATA DE MULA Y 8% DE ARCILLA
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
FECHA : 29/08/2018

F' C : 210 Kg/cm²

N°	TESTIGO	SLUMP (")	FECHA		EDAD DIAS	FC Kg/Cm ²	FGFC (%)
	ELEMENTO		MOLDEO	ROTURA			
10	PATRON	-	08/05/2015	18/06/2018	40	254.93	121.40
11	PATRON	-	08/05/2015	18/06/2018	40	254.77	121.32
12	PATRON	-	08/05/2015	18/06/2018	40	252.84	120.40
13	PATRON	-	08/05/2015	03/07/2018	56	274.61	130.77
14	PATRON	-	08/05/2015	03/07/2018	56	268.93	128.06
15	PATRON	-	08/05/2015	03/07/2018	56	262.00	124.76

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

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



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales

Ing. Jorge Montañez Reyes
JEFE



UNIVERSIDAD SAN PEDRO

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

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

SOLICITA : BACH. RAMOS JACINTO BRIGGITTE KATERIN NAHOMI
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO SUSTITUYENDO EL CEMENTO POR 2%
DE PATA DE MULA Y 6% DE ARCILLA
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
FECHA : 29/08/2016

F' C : 210 Kg/cm²

Nº	TESTIGO	SIEMP (")	FECHA		EDAD DIAS	FC Kg/Cm ²	FC/FC' (%)
	ELEMENTO		MOLDEO	ROTURA			
01	EXPERIMENTAL	-	13/06/2015	20/06/2015	7	188.67	89.84
02	EXPERIMENTAL	-	13/06/2015	20/06/2015	7	198.72	94.63
03	EXPERIMENTAL	-	13/06/2015	20/06/2015	7	202.90	96.62
04	EXPERIMENTAL	-	13/06/2015	27/06/2015	14	206.22	98.20
05	EXPERIMENTAL	-	13/06/2015	27/06/2015	14	209.36	99.69
06	EXPERIMENTAL	-	13/06/2015	27/06/2015	14	195.09	92.90
07	EXPERIMENTAL	-	13/06/2015	11/07/2015	28	266.49	126.90
08	EXPERIMENTAL	-	13/06/2015	11/07/2015	28	258.11	122.91
09	EXPERIMENTAL	-	13/06/2015	11/07/2015	28	258.02	122.87

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

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

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
CHIMBOTE
JEFE
Ing. Jorge Montañez Reyes



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

LICITA : BACH. RAMOS JACINTO BRIGGITTE KATERIN NAHOMI
 SIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO SUSTITUYENDO EL CEMENTO POR 2%
 DE PATA DE MULA Y 6% DE ARCILLA
 BAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 SHA : 29/08/2016

2 : 210 Kg/cm²

N°	TESTIGO	SLUMP	FECHA		EDAD	FC
	ELEMENTO	(")	MOLDEO	ROTURA	DIAS	Kg/Cm ²
0	EXPERIMENTAL	-	12/06/2018	23/072018	40	275.54
1	EXPERIMENTAL	-	12/06/2018	23/072018	40	287.39
2	EXPERIMENTAL	-	12/06/2018	23/072018	40	277.04
3	EXPERIMENTAL	-	12/06/2018	07/08/2018	56	305.08
4	EXPERIMENTAL	-	12/06/2018	07/08/2018	56	264.69
5	EXPERIMENTAL	-	12/06/2018	07/08/2018	56	260.14

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

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

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales

 Ing. Jorge Montañez Reyes
 JEFE

ANEXO N°8. PANEL FOTOGRAFICO



Foto N°1..Recopilación de la concha Pata de Mula en el Mercado la sirena



Foto N°2. Concha Pata de Mula limpia, para ponerse a secar



Foto N°3. Concha Pata de Mula limpia, siendo triturada, para posteriormente pasarla por la malla



Foto N°4. Concha Pata de Mula limpia siendo tamizada y pasada por la malla n°200



Foto N°5. Llegada a Quitaracsá y la extracción de la acilla



Foto N°6. Se realizó el lavado de la arcilla, en tres oportunidades.



Foto N°7. Realizamos la trituración y tamizado de la arcilla por la malla n°200



Foto N°8. Se realizaron los límites de atterberg en el laboratorio de mecánica de suelos usp



Foto N°9 Se muestra la visita a la Cantera para la obtención del agregado fino



Foto N° 10. Se muestra la visita a la Cantera para la obtención del agregado grueso



Foto N° 11. Se observa la limpieza de las probetas



Foto N° 12. Se observa la proporción en peso del cemento



Foto N°13. Se observa el pesaje de los materiales



Foto N° 14. Se observa la mezcla ya realizada

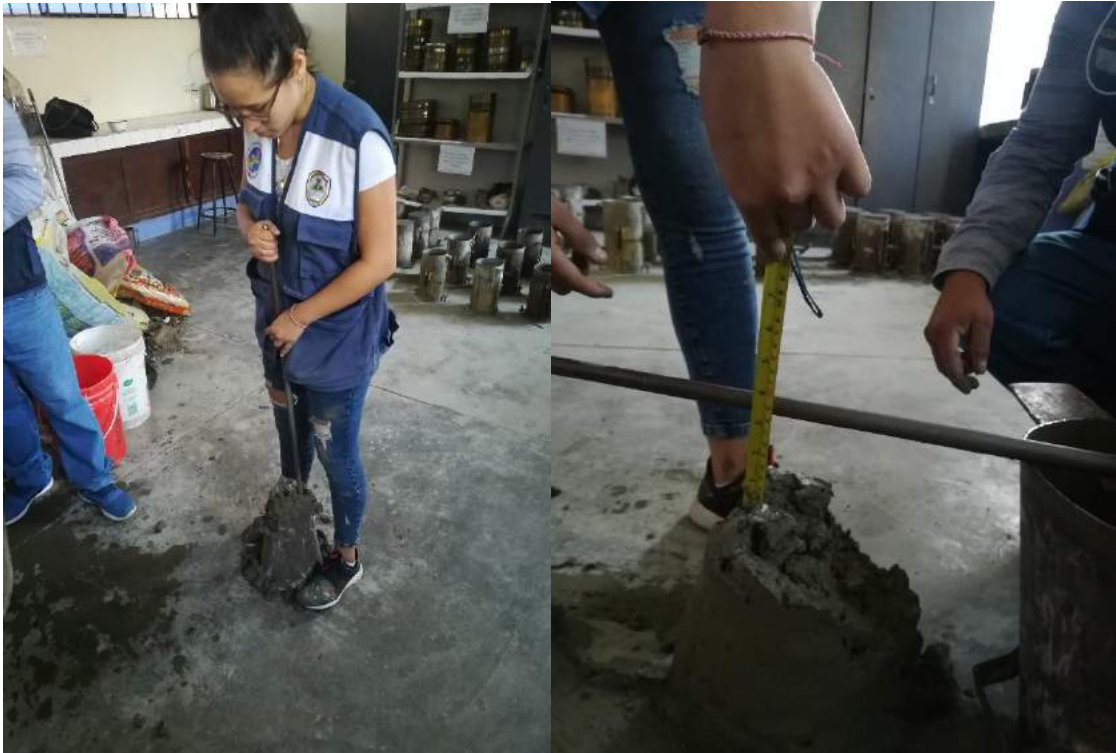


Foto N°15. Se observa la medida del asentamiento, el cual resultado 3.50, cumpliendo el rango .



Foto N°16 .Se observa el proceso.



Foto N° 17. Midiendo el diámetro de cada probeta y realizando el pesaje, este procedimiento se realizó antes de curar las probetas y antes de ensayarlas.

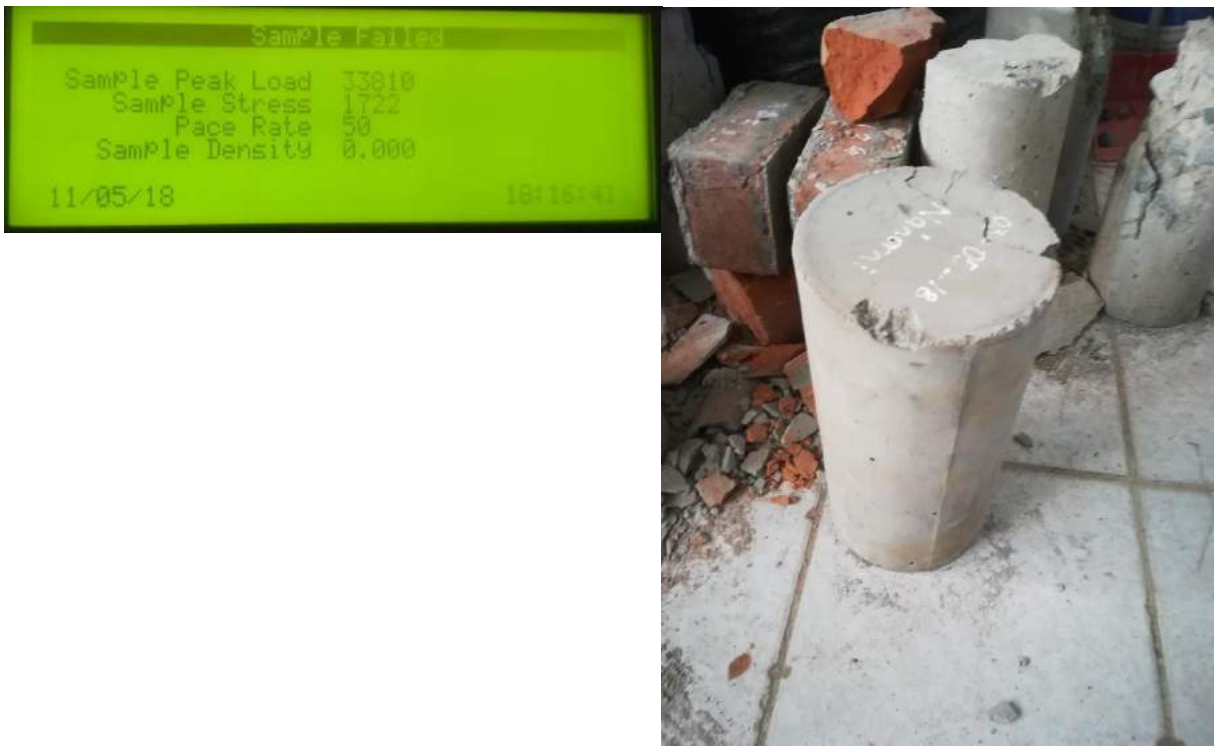


Foto N°18. Se observa la rotura de la primera probeta a los 7 días



Foto N° 19. Se observa la rotura de la segunda probeta a los 7 días



Foto N° 20. Se observa la rotura de la tercera probeta a los 7 días



Foto N° 21. Se observa la rotura de la primera probeta a los 14 días

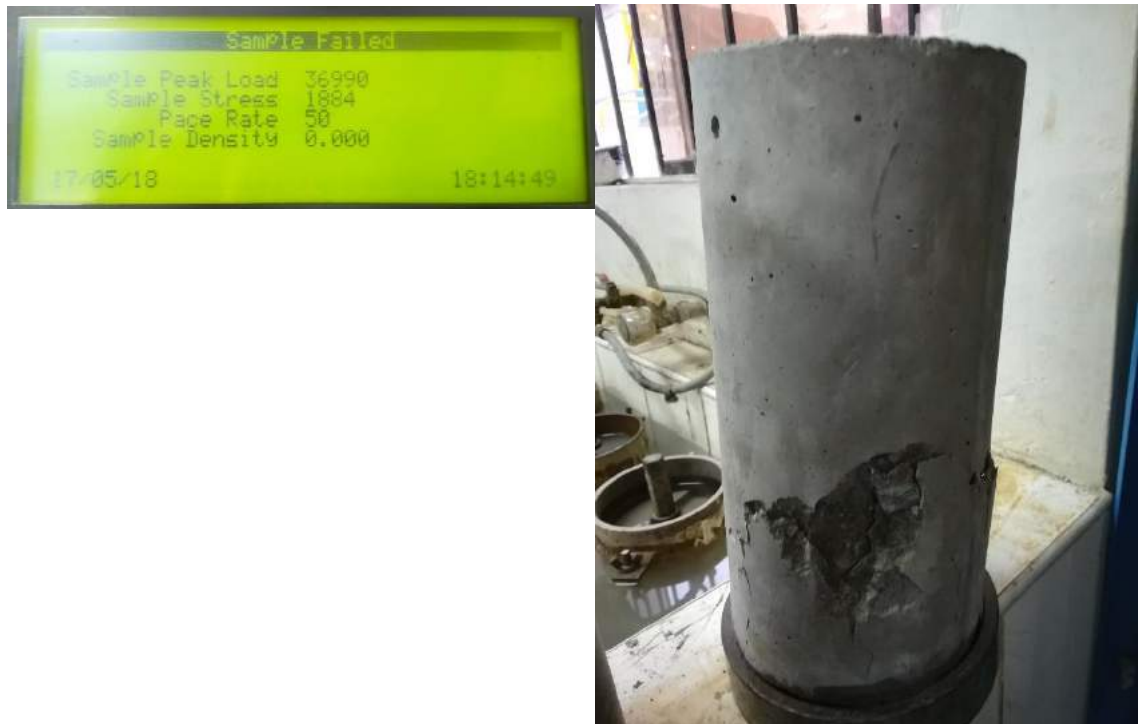


Foto N° 22. Se observa la rotura de la segunda probeta a los 14 días



Foto N°23. Se observa la rotura de la primera probeta a los 28 días



Foto N° 24. Se observa la rotura de la segunda probeta a los 28 días



Foto N° 25. Se observa la rotura de la tercera probeta a los 28 días

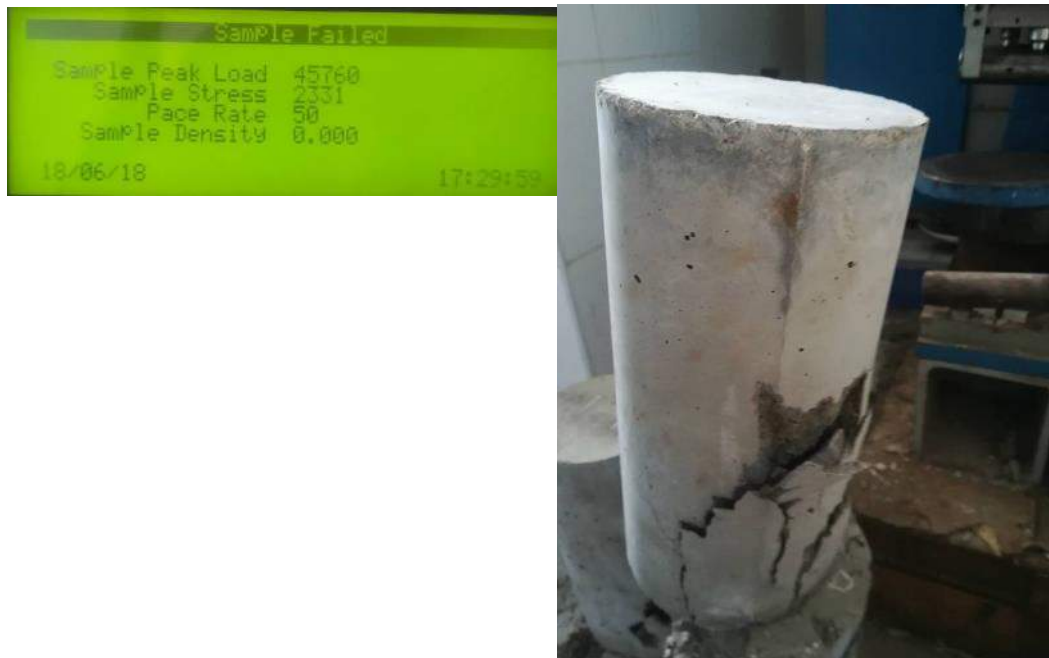


Foto N° 26. Se observa la rotura de la primera probeta a los 40 días

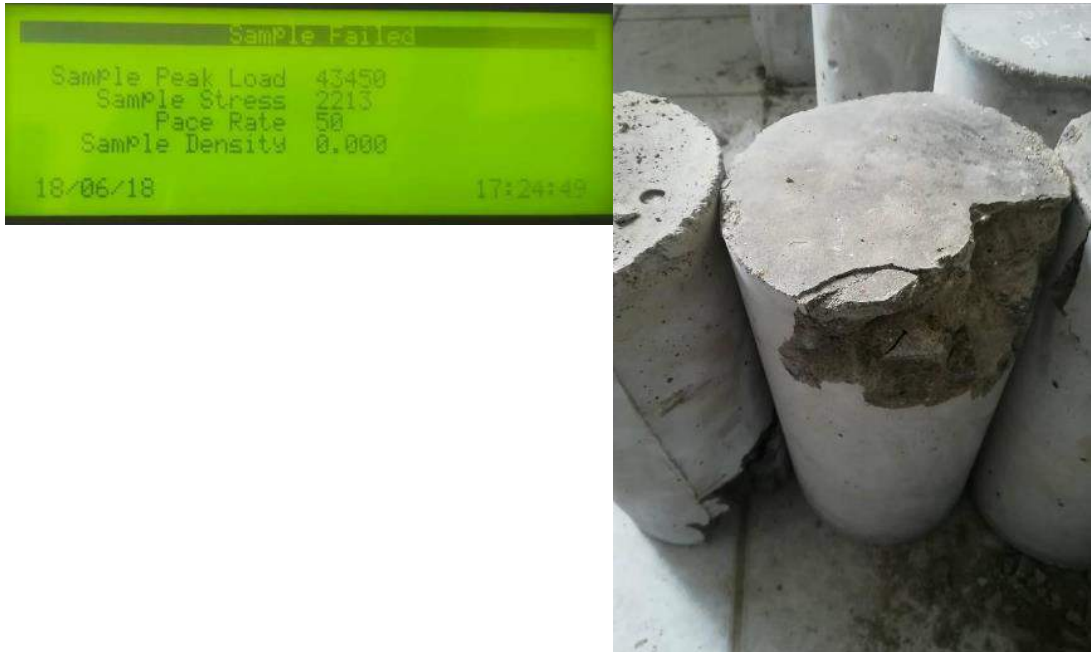


Foto N° 27. Se observa la rotura de la segunda probeta a los 40 días



Foto N° 28. Se observa la rotura de la tercera probeta a los 40 días

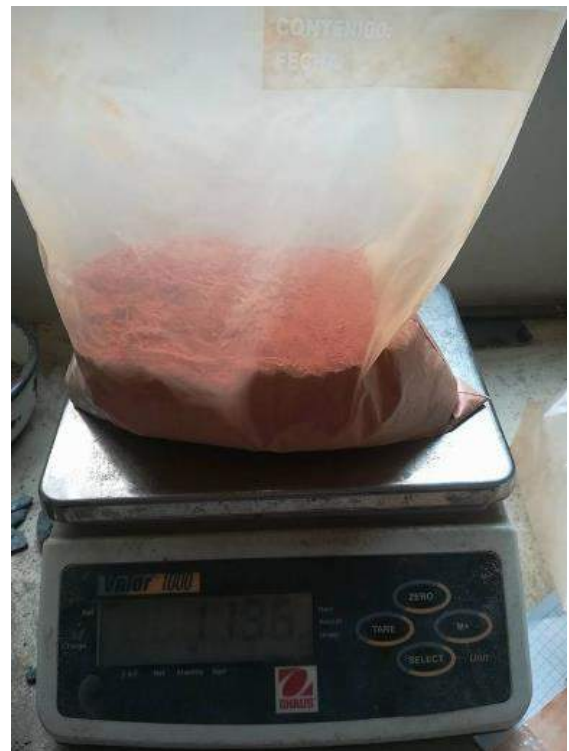
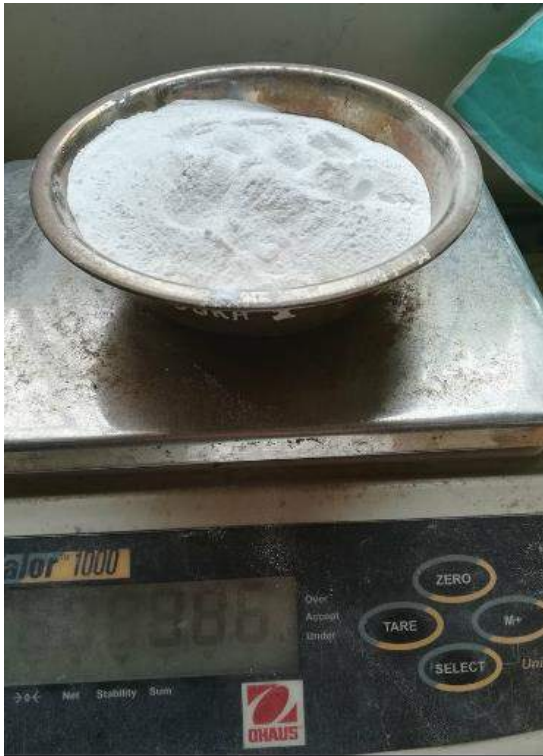


Foto N° 29. Pesaje de la Concha Pata de Mula y Arcilla



Foto N° 30. Cuarteo de la Concha pata de Mula, la Arcilla y el Cemento para luego ser mezclada