

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



“Evaluación de arcilla y concha de abanico (*argopecten purpuratus*) como material cementicio suplementario en concreto, Chimbote - 2020”

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil

Autor:

Quenhua Vásquez, Miguel Ángel

Asesor:

Solar Jara, Miguel

Código ORCID: 0000-0002-8661-418X

CHIMBOTE – PERÚ

2020

Palabras clave:

TEMA	ARCILLA, CONCHA DE ABANICO
ESPECIALIDAD	TECNOLOGÍA DEL CONCRETO

Keyword:

TOPIC	CLAY, PERUVIAN SCALLOP
SPECIALTY	CONCRETE TECHNOLOGY

Línea de Investigación:

Programa	Ingeniería Civil
Línea de Investigación	Construcción y Gestión de la Construcción.
Área	Ingeniería, tecnología
Sub Área	Ingeniería Civil
Disciplina	Ingeniería Civil

TITULO

Evaluación de arcilla y concha de abanico (*argopecten purpuratus*) como material cementicio suplementario en concreto, Chimbote - 2020

RESUMEN

El objetivo principal de esta investigación fue la evaluar el comportamiento de los *concretos referidos f_c 210kg/cm² elaborados con cemento sustituido por arcillas y ceniza de concha de abanico* diversas dosificaciones y su incidencia en las propiedades mecánicas del concreto con el uso de materiales cementicios suplementarios.

La evaluación se realizó con la comparación de cuatro trabajos de investigación por los autores: Quenhua(patrón), Árevalo, Vásquez y Hernández, dichas investigaciones fueron desarrolladas en la Universidad San Pedro y utilizaron como materia prima en estudio: arcilla y concha de abanico, todas estas investigaciones buscan proporcionar una solución para nuestro concreto de obra, que no afecte nuestro ecosistema y contribuya al medio ambiente al reducir el uso de cemento portland al sustituirlos con materiales cementicios suplementarios.

Se determinó que las propiedades químicas de la Arcilla y de la concha de abanico (tiene alto porcentaje de los oxido de calcio (CaO), dióxido de silicio (SiO₂), los cuales hacen de estos materiales ser materiales “puzolanicos”, Finalmente se llegó a la conclusión que para tener resultados óptimos en cuanto a la resistencia a la compresión de los concretos referidos en la evaluación siendo destacando la investigación B (Vásquez) la que obtuvo un aumento de la resistencia a la compresión de un 16% con una proporción de 1:3 en 16% de sustitución del cemento.

ABSTRACT

The main objective of this research was to evaluate the behavior of the referred concretes $f_c'210\text{kg / cm}^2$ made with cement substituted by clays and fan shell ash, various dosages and their impact on the mechanical properties of concrete with the use of supplementary cementitious materials. .

The evaluation was carried out with the comparison of four research works by the authors: Quenhua (patron), Árevalo, Vásquez and Hernández, these investigations were developed at the San Pedro University and used as raw material in study: clay and fan shell, All these investigations seek to provide a solution for our construction concrete that does not affect our ecosystem and contributes to the environment by reducing the use of portland cement by substituting them with supplementary cementitious materials.

It was determined that the chemical properties of the Clay and the fan shell (it has a high percentage of calcium oxide (CaO), silicon dioxide (SiO₂), which make these materials "pozzolanic" materials. to the conclusion that in order to have optimal results in terms of the compressive strength of the concretes referred to in the evaluation, research B (Vásquez) stands out, which obtained an increase in compressive strength of 16% with a proportion of 1: 3 in 16% replacement of cement

INDICE GENERAL

PALABRA CLAVE	i
TITULO	ii
	iii
RESUMEN	v
ABSTRACT	
INTRODUCCION	11
I. ANTECEDENTES Y FUNDAMENTACION CIENTIFICA	13
1. ANTECEDENTES	13
A) A NIVEL INTERNACIONAL	13
B) A NIVEL NACIONAL	14
C) A NIVEL LOCAL	16
2. FUNDAMENTACION CIENTIFICA	17
A) TECNOLOGIA DEL CONCRETO	17
B) CONCRETO	20
C) CEMENTO PORTLAND	23
D) ARCILLA	30
E) AGREGADO FINO	41
F) AGUA DE MEZCLA	43
G) LA CONCHA DE ABANICO	44
II. JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACION	51
A) JUSTIFICACION SOCIAL	51
B) JUSTIFICACION TECNOLOGICA	52
III. PROBLEMA	52
IV. REALIDAD PROBLEMÁTICA	53
A) A NIVEL INTERNACIONAL	54
B) A NIVEL NACIONAL	54
C) A NIVEL LOCAL	55
V. FORMULACION DEL PROBLEMA	56
VI. CONCEPTUALIZACION Y OPERACIONALIZACION DE LAS VARIABLES	57
A) VARIABLE	57
B) VARIABLE	58
VII. HIPOTESIS	59
VIII. OBJETIVOS	59
A) OBJETIVOS GENERAL	59
B) OBJETIVOS ESPECIFICOS	59
IX. METODOLOGIA	60
X. PROCESAMIENTO Y ANALISIS DE LA INFORMACION	61
XI. TECNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACION	62
RESULTADOS	64

ANALISIS Y DISCUSION	109
CONCLUSIONES	112
RECOMENDACIONES	115
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	116
AGRADECIMIENTO	119
ANEXOS	120
PANEL FOTOGRAFICO	157

INDICE DE TABLAS

TABLA N°01: Los tipos del Cemento Portland	25
TABLA N°02: Intervalo de Concentración	27
TABLA N°03: Composición Química del Cemento	27
TABLA N°04: Cemento Portland Tipo I	28
TABLA N°05: Tipo de Arcilla	31
TABLA N°06: Composición Química de la arcilla en su estado natural por ensayo de FRX	37
TABLA N°07: Composición Química de la arcilla expresada como óxidos	39
TABLA N°08: Cuadro Comparativo de la composición química de la Arcilla y Cemento Tipo I	39
TABLA N°09: Límites de composición aproximados para Cemento Portland Tipo I	40
TABLA N°10: Componentes químicas del Cemento Portland Tipo I	40
TABLA N°11: Granulometría de la arena gruesa	42
TABLA N°12: Requisitos para agua de mezcla	44
TABLA N°13: Conceptualización de la Variable	57
TABLA N°14: Conceptualización de la Variable	58
TABLA N°15: Técnicas e Instrumentos de Investigación	67
TABLA N°16: Composición química de la Concha de Abanico por FRXDE	73
TABLA N°17: Composición química de la Arcilla por FRXDE	76
TABLA N°18: Determinación del Peso Específico de las muestras	77
TABLA N°19: Determinación del Ph del Cemento, Arcilla y Concha de Abanico	77
TABLA N°20: Resultados del Ensayo de Comprensión del Patrón a los 7 días de curado	79
TABLA N°21: Resultados del Ensayo de Comprensión del Patrón a los 14 días de curado	79
TABLA N°22: Resultados del Ensayo de Comprensión del Patrón a los 28 días de curado	79
TABLA N°23: Promedio de la Resistencia del Concreto Patrón por cada Etapa de Evaluación	81
TABLA N°24: Resultados del Ensayo de Comprensión del Concreto Experimental 12% de combinación a los 7 días de curado	82
TABLA N°25: Resultados del Ensayo de Comprensión del Concreto Experimental 12% de combinación a los 14 días de curado	83
TABLA N°26: Resultados del Ensayo de Comprensión del Concreto Experimental 12% de combinación a los 28 días de curado	83
TABLA N°27: Promedio de la Resistencia del Concreto Experimental 16% combinación por cada Etapa de Evaluación	85
TABLA N°28: Resultados del Ensayo de Comprensión del Concreto Experimental 16% de combinación a los 7 días de curado	86
TABLA N°29: Resultados del Ensayo de compresión del Concreto Experimental 16% de combinación a los 14 días de curado	87

TABLA N°30: Resultados del Ensayo de compresión del Concreto Experimental 16% de combinación a los 28 días de curado	87
TABLA N°31: Promedio de la Resistencia del Concreto Experimental al 16% de combinación por cada Etapa de Evaluación	89
TABLA N°32: Comparación del porcentaje de la Resistencia Patrón $f'c=210$ kg/cm ² y el Experimental (12%) y (16%)	91
TABLA N°33: Resistencias a la compresión de probetas de concreto con una sustitución de cemento por arcilla y concha de abanico según días de curado	93
TABLA N°34: Cálculo de la prueba ANOVA para verificar las diferencias entre las medias de las resistencias a la compresión de las probetas de concreto.	94
TABLA N°35: Calculo de la prueba de Duncan para verificar cuál de las resistencias medias de las probetas de concreto son diferentes.	95

INDICE DE FIGURA

FIGURA N°01: Caracterización de Arcilla mediante Difracción de Rayos X	38
FIGURA N°02: Tipo de Arcilla según Curva Temperatura	38
FIGURA N°03: Ciclo de vida de la concha de abanico	49
FIGURA N°04: Esquema del Diseño de Investigación Pre-Experimental	62
FIGURA N°05: Esquema del Diseño de Investigación Post-Experimental	63
FIGURA N°06: Curva de pérdida de masa – Análisis Termo gravimétrico	71
FIGURA N°07: Curva calorimétrica - ATD	71
FIGURA N°08: Curva de pérdida de masa – Análisis Termo gravimétrico	72
FIGURA N°09: Curva calorimétrica - ATD	72
FIGURA N°10: Composición química de la concha de abanico	74
FIGURA N°11: Composición química de la Arcilla	76
FIGURA N°12: Grafico de PH de los materiales	78
FIGURA N°13: Grafico de Ensayo de Resistencia a la Compresión Patrón a los 7 días	80
FIGURA N°14: Grafico de Ensayo de Resistencia a la Compresión Patrón a los 14 días	80
FIGURA N°15: Grafico de Ensayo de Resistencia a la Compresión Patrón a los 28 días	81
FIGURA N°16: Gráfico de Resistencia a Compresión Promedio Patrón	82
FIGURA N°17: Grafico de Ensayo de Resistencia a Compresión del concreto Experimental 12% combinación a los 7 días	84
FIGURA N°18: Grafico de Ensayo de Resistencia a Compresión del concreto Experimental 12% combinación a los 14 días	84
FIGURA N°19: Grafico de Ensayo de Resistencia a Compresión del concreto Experimental 12% combinación a los 28 días	85
FIGURA N°20: Gráfico de Resistencia a Compresión Promedio del concreto Experimental 12% combinación	86
FIGURA N°21: Grafico de Ensayo de Resistencia a Compresión del concreto Experimental 16% combinación a los 7 días	88
FIGURA N°22: Grafico de Ensayo de Resistencia a Compresión del concreto Experimental 16% combinación a los 14 días:	88
FIGURA N°23: Grafico de Ensayo de Resistencia a Compresión del concreto Experimental 16% combinación a los 28 días	89
FIGURA N°24: Grafico de Ensayo de Resistencia a Compresión Promedio del concreto Experimental 16% combinación.	90
FIGURA N°25: Grafico de Resistencia Promedio V.S Curado	90
FIGURA N°26: Grafico de Porcentaje de Avance V.S Curado	91
FIGURA N°27: Curva de Resistencia Promedio vs Curado	92

INTRODUCCION

En estos momentos en que a nivel mundial el cemento es el segundo material más usado en el planeta, el cual tiene un proceso de producción altamente nocivo y contaminante, es también un proceso de producción más esparcido y extendido en todo nuestro orbe, se deben presentar opciones de presentar fórmulas que permitan transformar estos procesos con mejores condiciones que permitan no contaminar el medio ambiente.

La producción mundial del material más importante para la construcción, el cemento, según los datos internacionales está por encima de los cuatro mil millones de toneladas métricas. Para producir tan ingente cantidad de cemento se realizan procesos que generan emisiones de carbono que van de forma directa a la atmosfera y representa casi el 8% de la contaminación mundial por este tipo de emisiones nocivas para el planeta.

En la búsqueda de alternativas que permitan detener este proceso dañino al medio ambiente se presentan los nuevos materiales capaces de poder sustituir el cemento portland, es así que por ejemplo aparece el LC3, una organización cuyo objetivo es crear un nuevo cemento, el cual intenta tener un cemento a partir del uso de las arcillas calcinada, de allí que LC3 son siglas de Limestone Calcined Clay Cement , traducidos es el cemento con arcilla calcinad, pero no solo el uso de ella sola sino con la combinación de otros elementos o materia primas que contengas calizas, esto permitirán que se disminuye la cantidad de volúmenes del Clinker, el cual representa el materiales más contaminante del proceso de producción de cemento portland. En las composiciones comunes ya que se produce una reacción en la cual se emite los

carboaluminatos, que es el compuesto químico que aumenta de forma considerable la resistencia del cemento portland

El aporte de la novedosa tarea de investigación del LC3 no solo está radicada en la conservación del medio ambiente, sino también, en la disminución de los costos de producción debido a que los materiales como la arcilla son muy factibles de obtener y que su resistencia puede tener comparación con los cementos portland no mezclados (cemento portland P-35) que contienen menos del 50% de Clinker en su composición del material inicial. Tan solo con una cantidad de trescientos millones de toneladas métricas producidas con los procesos alternativos desarrollados por el LC3 se logra reducir el 1% de contaminación debido a las emisiones de carbono a la atmosfera a nivel mundial. (Cubadebate.cu 2018)

Para esto es necesario identificar los depósitos de arcillas caoliníticas en Cuba, realizarles un estudio detallado a estas y saber si cumplen con las condiciones requeridas para su explotación como recurso mineral imprescindible en la fabricación de este nuevo cemento.

Se ha dado la tarea de estudiar el área de Cayo Guam con el objetivo de evaluar, delimitar y analizar el depósito de arcillas caolinitas, con perspectivas para la fabricación de cemento de bajo carbono

Es necesario en este contexto de búsqueda de alternativas es que se investiga en las universidades del mundo, y en la Universidad San Pedro se estudia materiales puzolánicos capaces de sustituir o reemplazar el cemento, por lo que luego de haberse realizado la búsqueda en el repositorio de la universidad, se evalúa a estos Investigadores que han efectuado estudios relacionados con las propiedades de las

arcillas y a la concha de abanico para el reemplazo parcial o total del cemento y luego es utilizado para elaborar una mezcla de concreto.

I. ANTECEDENTES Y FUNDAMENTACION CIENTIFICA

1. ANTECEDENTES

A) A NIVEL INTERNACIONAL

Alujas, A., et all. (2010), realizaron un estudio de investigación experimental de nivel cuasi experimental titulada: Empleo de arcillas caolinitas de baja grado activadas térmicamente como alternativa para el reemplazo parcial del cemento portland; fue publicada para la revista CENIC, Ciencias químicas, volumen 41., definió como su objetivo principal la evaluación de la reactividad puzolánica de la arcilla cubana que ha sido activada térmicamente o calcinada con poca cantidad del tipo caolinita y su potencialidad de emplearse como material sustitutorio parcial de cemento portland ordinario (CPO).

La investigación extrajo del yacimiento “La moza” en la provincia cubana de Villa Clara rocas arcillosas, las cuales se les sometió primero a un proceso de sedimentación utilizando el hexametáfosfato de sodio, como elemento floculante. La suspensión después de 72 horas a una temperatura de 80°C, se le extrajo el aire, y se le aplicó un procedimiento de molienda durante 30 segundos en un molino de anillos, y se consigue recuperar la constitución de original de la arcilla: polvo.

Cuando ya se recuperó la fracción arcillosa, se le realiza la caracterización química-estructural y también la caracterización morfológica, utilizando el ensayo de difracción de rayos X, fluorescencia de rayos X, análisis térmico

diferencial y termo gravimétrico, distribución de los tamaños de las partículas y de la superficie específica, todos estos ensayos se representan con las siglas DRX, FRX, ATG, PSD respectivamente.

Se identificaron arcilla caolinita (40%) montmorillonita e illita. Los tres tipos de tipo de arcilla se calcinaron a diferentes temperaturas 600°C, 800°C y 925°C por un periodo de 60 minutos. También se evaluaron las arcillas sin calcinar.

Para evaluar la actividad puzolánica se prepararon cuatro sistemas de pastas cemento portland / puzolanas, se empleó cemento portland Tipo I, relación agua /cemento de 0.4.

Para evaluar la resistencia mecánica se prepararon 5 series de mezclas de morteros con muestras de dimensiones de 4 x 4 x 16 mm, los cuales se desmoldaron a las 24 horas, y se curaron y probaron en su resistencia a la tracción y compresión a 1, 7, 28 y 90 días. El curado de las muestras de morteros de todas las series se realizó a temperatura promedio de 30°C. la investigación llegó a concluir que, pese a su bajo contenido de caolinita, las arcillas pueden ser calcinadas a temperatura de 600°C y 800°C para reemplazo del cemento portland ordinario en morteros con un 30%. Presenta reacción puzolánica desde los 7 días, a mayor temperatura de calcinación el curado contribuye con las fracciones arcillosas al aumento de la resistencia mecánica en los morteros, ya que actúa como reacción puzolánica y el efecto filler.

B) A NIVEL NACIONAL

Blas, W., Avendaño, S., Prieto, M. (2012), desarrollan una investigación experimental a nivel cuasi experimental que lleva por título “Aprovechamiento

de residuos en el procesamiento de la concha de abanico (*argopecten purpuratus*) en la Bahía de Paracas. Ica.”, Presentan resultados para los ensayos de mezclas de concreto en los que se reemplazo de forma parcial la arena por concha de abanico en polvo mediante un proceso de activación mecánica y su porcentaje de sustitución referencial fue de 30%. Se consiguen resultados menores al estándar llegando a un 74%, por lo que se recomienda continuar los estudios y confirmar los realizados para obtener mayores porcentajes respecto a la resistencia estándar de 210 Kg/cm².

Julián, C. et all (2011). Desarrollan su investigación experimental de nivel cuasi experimental titulada: “Sustitución parcial del cemento por residuos calcáreos de *argopecten purpuratus* (concha de abanico) en mezclas de concreto”. Se utilizó polvo de conchas de abanico provenientes de procesos de reciclaje y de una activación térmica a temperatura de 800°C. Se consigue un polvo pasante por la malla N°200, que sustituyo en un 5% el cemento portland en el diseño de mezcla del concreto, las pruebas de resistencia a la compresión se realizaron para los periodos de 7, 14 y 28 días de curado. Las resistencias obtenidas se compararon con las resistencias de una mezcla patrón estándar cuya resistencia de diseño fue $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$.

Llegando a la conclusión que a los 7 días de curado las resistencias fueron de 167,95 kg/cm² y 159,6 kg/cm², siendo la primera el concreto experimental. A los 14 días de curado las resistencias fueron de 225,36 kg/cm² para la primera y 193,19 kg/cm², siendo la el concreto de diseño el que supero al experimental. Por último, a los 28 días la resistencia a la compresión del concreto estándar o patrón llega a ser 273,37 kg/cm² y 225,83 kg/cm² para el concreto con cemento

sustituido. Llegando a concluir que es posible el uso de los diversos materiales de desechos calcáreos para ser usados en el sector de la construcción reemplazando parcialmente el cemento portland ordinario en porcentaje de 5%

C) A NIVEL LOCAL

Flores, Y. & Mazza, S. (2014), desarrollan su investigación experimental de nivel cuasi experimental titulada: “Utilización de residuos de conchas de abanico como mejoramiento en propiedades resistentes del concreto” la cual tiene como eje de procedimiento la utilización del polvo que proviene de reciclar y calcinar a una temperatura de 800°C los residuos calcáreos (*argopectun purpuratus*). Se realizaron diseños de mezclas estándar para elaborar concretos sin adicionar y adicionados para ser luego sometidas a la medición de sus propiedades mecánicas: resistencia a la compresión, en diferentes periodos de curado: 7, 14, 21 y 28 días.

Se llegó a concluir que la adición de los residuos calcáreos (*argopectun purpuratus*) en porcentajes de 5% y de 15% logra mejorar la resistencia a la compresión del concreto, y además se debe cuidar la relación agua cemento, por observación se verifica que el asentamiento se reduce a 1” cuando se adiciona cuando se adiciona el 15%.

Julián, C. et all (2015). Desarrollan su investigación experimental de nivel cuasi experimental titulada: “Resistencia de nuevos materiales para sustituir el cemento en concreto”, la cual se publicó en Revista de Investigación Científica-Universidad San Pedro, presenta el uso de los residuos de (*Argopecten purpuratus*) activados térmicamente a 900°C por 4 horas, en porcentajes de 5%,10% y 15%, y realizó la medición de su propiedad mecánica de la

resistencia de la compresión del concreto, teniendo los mejores resultados en la sustitución de 5%, en donde se logra aumentar las resistencia a 230 kg/cm² a 290 kg/cm². Respecto una resistencia de diseño de 210 kg/cm².

Estos antecedentes concentran algunas condiciones que se aplica en la evaluación de las investigaciones del uso de la arcilla y concha de abanico como materiales cementicios suplementarios en las mezclas de concreto.

2. FUNDAMENTACION CIENTIFICA

A) TECNOLOGIA DEL CONCRETO

Según Abanto (2006); la palabra “concreto” se define como es una mezcla de aglomerante (cemento portland), agregado grueso (piedra ½) y fino/arena gruesa), aire y agua en dosificaciones específicas y convenientes para obtener algunas determinadas propiedades, especialmente la propiedad mecánica por excelencia en el concreto: resistencia a la compresión.

Este aglomerante y el agua al contactarse van a reaccionar de forma química reuniendo las diversas partículas del agregado grueso y fino, obteniendo como producto un material de consistencia heterogénea. En ocasiones se incorporan a la mezcla los aditivos, que tienen como característica mejorar o modificar las propiedades del concreto.

Características del cemento

- Debe ser fácil para que la mezcla de concreto pueda colocarse dentro de los encofrados (secciones regulares o irregulares) mientras mantenga una consistencia plástica.

- Alta resistencia a la compresión, por lo que es un material muy adecuado para ser usado en las columnas y en los arcos.
- Presenta una gran resistencia a fuego y también alta resistencia a la penetración del agua en el concreto endurecido.

Desventajas del cemento

- Frecuentemente la mezcla de concreto que se ha preparado in situ, con condiciones donde no hay responsable que supervise su producción, tiene como resultado una calidad no tan buena
- Presenta una escasa resistencia a la tracción, por lo que es difícil usarlo en algunos elementos estructurales que están sometidos a sollicitaciones de tracción, flexión, flexo compresión, etc.

Materiales Componentes.

- Material que se encarga de ligar: el cemento y el agua
- Los materiales pétreos: arena gruesa (agregado fino) y la piedra (agregado grueso, confitillo) o escoria de alto horno.

cemento	+	agua	=	pasta
agregado fino	+	agregado grueso	=	hormigón

Etapas de producción del concreto:

- La dosificación
- El mezclado
- El transporte
- La colocación
- La consolidación

– El curado

Los tipos de hormigón o concreto.

- **C° Simple:** es la mezcla de agregado fino y grueso, cemento portland y el agua. Los agregados gruesos deben de estar embebidos en la pasta que forma el cemento y el agua y el agregado fino debe rellenar los espacios entre la piedra y la pasta de cemento con agua.
- **C° Armado:** es aquel concreto simple al cual se le incorpora elementos de acero de refuerzo y que se diseñan considerando que ambos materiales trabajan como uno solo o de forma conjunta. El concreto resiste los esfuerzos de compresión y el acero de refuerzo resiste los esfuerzos de tracción.
- **C° estructural:** se llama así al Concreto simple cuando está mezclado y dosificado teniendo en cuenta las especificaciones técnicas precisas la cuales garantizaran la resistencia mínima de diseño pre establecida.
- **C° ciclópeo:** viene a ser aquel concreto simple en cual contiene un porcentaje entre 20% y 30% de piedra de 10" o menor
- **C° livianos:** se llaman así a los concreto que han sido hechos usando agregados ligeros y llega a tener un peso unitario que se encuentra entre 400 kg/m² y 1700 kg/m³
- **C° normales:** Son aquellos concretos que se han preparado con los agregados corrientes y tiene un peso unitario varía entre 2300 a 2500 Kg/m³
- **C° pesados:** Son hechos con agregados pesados y su peso unitario oscila entre 2800 a 6000 kg/m³.
- **C° premezclado:** Es el concreto que se dosifica en planta, que puede ser mezclado en la misma o en caminos mezcladores.

- **C° prefabricado:** se presentan en productos o elementos de concreto simple o reforzado que se han fabricado en una ubicación distinta a su posición final.
- **C° bombeado:** es aquel concreto que se impulsa por acción del bombeo hidráulico, mediante tuberías desde un punto a otro de la obra, comúnmente entre un nivel inferior a otro superior.

B) CONCRETO

Esta palabra tiene un origen etimológico que llega desde la palabra en latín “concretus” el cual tiene como significado “un compuesto”.

Viene a ser la mezcla de agregados pétreos naturales o artificiales que han sido graduados y se unen con una pasta que se logra con el cemento y agua. Podemos distinguir dos tipos de agregados: grueso y fino, Los agregados finos se conforman por las arenas, las cuales pueden ser, según su origen, naturales o productos de trituración, sus partículas tienen menos de 1/4”; el agregado grueso es aquel agrupamiento de partículas cuyos tienen más de 1/4”. El cemento el agua y a veces el aire incluido forman la pasta de cemento, comúnmente esta pasta conforma entre el 25% al 40 % respecto al volumen del concreto.

Propiedades del concreto y sus componentes

Las características y las cualidades que presenta el concreto viene a representar las propiedades de este. Entre las principales podemos mencionar las siguientes:

- Trabajabilidad
- Cohesión
- Resistencia

- **Durabilidad**

Estas propiedades pueden variar en gran medida de acuerdo al control y uso que se tiene de los ingredientes a usar, para algunas propiedades especifica puede resultar económicas para otras no, o puede afectar en su valor.

La Trabajabilidad

Para las distintas aplicaciones del concreto viene a ser una de las propiedades más importantes. Se entiende como la facilidad que se tiene al mezclarse todos los elementos que componen y que la mezcla resultante puede ser con mucha facilidad transportado, manejado y colocado teniendo poca perdida de su homogeneidad de la mezcla.

La durabilidad

Esta propiedad le da al concreto su resistencia a las condiciones de la intemperie, la acción que pueden tener la superficie del concreto en contacto con productos químicos, y el desgaste mecánico o natural, o por el servicio que está sometido el elemento.

La impermeabilidad

Esta propiedad es capaz de poder ser mejorada al disminuir la cantidad de agua en la mezcla es decir reducir la relación A/C (agua/cemento).

La resistencia

Es la propiedad más importante por las condiciones de uso en elementos estructurales y sobre todo al esfuerzo que estarán sometidos, se determina por la resistencia final en una muestra, las probetas de concreto son de forma cilíndrica y son sumergidas en agua por diferentes periodos (curado) por

periodos relativamente largos, a los 28 días se considera la medida más común de la resistencia a la compresión. Sencico (2014, p.9)

Los estados del concreto

Concreto Fresco

En el momento inicial de la reunión de los agregados, cemento y agua el concreto es una masa que tiene la característica de ser blanda y esta puede ser trabajada y moldeada de formas diversas de acuerdo al encofrado que las contiene.

Para el concreto en estado fresco podemos indicar que se existen dos propiedades más relevantes:

- Trabajabilidad
- Cohesividad

La trabajabilidad: se representa por la facilidad que se tiene de poder colocar, realizar la compactación y por último dar el acabado o terminación de la superficie en una mezcla de concreto.

El estado de fraguado: Posteriormente la mezcla de concreto se comienza a endurecer de forma paulatina, cuando la mezcla ya no está blanda podemos entonces afirmar que se encuentra en una etapa de fraguado del concreto. El cual tiene lugar posterior a la compactación y mientras se le da el acabado.

Concreto endurecido

El estado endurecido se produce después de que el concreto haya fraguado, y la masa inicia la obtención de resistencia de manera ascendente y se endurece.

En esta etapa o estado endurecido el concreto tiene dos propiedades importantes:

- Resistencia
- Durabilidad

C) CEMENTO PORTLAND

Torres, J. (2014), en su publicación denominada “Manual de preparación, colocación y cuidados del concreto”, señala que el cemento portland es el material pulverizado que tiene la característica que, al entrar en contacto con el agua, se produce una reacción química y la hidratación del cemento para formar una pasta conglomerante con la capacidad de endurecer tanto el aire como bajo el agua, y forma los compuestos estables.

Existen 3 grupos de cementos que se mencionan a continuación:

- a) Grupo I, cemento Portland
- b) Grupo II, cemento puzolánico
- c) Grupo III, cemento adicionado

Que se explicaran a continuación, para ser más específicos y detallar los tipos de cemento que se encuentran en cada grupo.

Grupo I, cemento Portland

Tipo I

Es el cemento de uso general, y se utiliza cuando no es necesarios o requiere alguna característica específica.

Tipo II

Es el cemento que tiene calor de hidratación moderado y su resistencia a los sulfatos es también moderado

Tipo III

Es el cemento que logra conseguir en poco tiempo altas resistencias

Tipo IV

Es el cemento que tiene un bajo calor de hidratación y se recomienda su uso cuando se necesitan grandes cantidades de concreto o concreto masivo

Tipo V

Es el cemento cuya característica más importante es su resistencia elevada a los ataques que puede tener el concreto por los sulfatos.

Grupo II, cemento Puzolánico

Tipo IP

Es el cemento tipo I con incorporación de puzolanas en porcentajes que varían entre el rango de 15% a 40%. Se usa en vaciados de concreto con altas resistencia a los sulfatos y bajo calor de hidratación.

Tipo IPM

Es el cemento tipo I con incorporación de puzolanas en porcentajes hasta el 15% Se usa en vaciados de concreto con moderada resistencia a los sulfatos y moderado calor de hidratación.

Grupo II, cemento Adicionado

Tipo IS

Es el cemento tipo I con incorporación de escoria de alto horno (finamente molidos) en que varían entre el rango de 25% a 70%. Se usa en vaciados de concreto con alta resistencia a los sulfatos y bajo calor de hidratación.

Tipo ISM

Es el cemento tipo I con incorporación de puzolanas en porcentajes hasta el 15%. Se usa en vaciados de concreto con moderada resistencia a los sulfatos y moderado calor de hidratación.

El cemento y específicamente el cemento portland es un material de construcción de fácil adquisición comercial. Cuando se mezcla con agua y los agregados o sin ellos o similares, tiene la característica de reaccionar de forma lenta con el agua (proceso de hidratación del cemento) hasta que llega a formarse una mezcla endurecida

Tabla N°01: Los tipos del Cemento Portland

CEMENTO PORTLAND	CEMENTO PUZOLÁNICO	CEMENTO ADICIONADO
Tipo I	Tipo IP	Tipo IS
Tipo II	(15 – 45 %)	(25 – 70 %)
Tipo III	Tipo IPM	Tipo ISM
Tipo IV	(Hasta 15%)	(Hasta 15%)
Tipo V		

Fuente: Elaboración Propia

Primordialmente el cemento es un Clinker finamente molido, que se ha producido por la calcinación a muy altas temperaturas, con mezclas las cuales contienen alúminas, fierro, cal y la sílice, todas ellas en diferentes proporciones. La piedra caliza y los materiales arcillosos son las 2 materias primas esenciales para la fabricación del cemento portland.

La fabricación de este aglomerante, se procede luego que los materiales calcáreos y arcillas, finamente molidas y también mezcladas homogéneamente, se les activa térmicamente hasta que inicie el proceso de la fusión que se da cuando se alcanza temperaturas entre 1400°C a 1450°C, comúnmente para la calcinación se usan hornos giratorios de grandes dimensiones (hasta 200 m de longitud y 5.50 m de diámetro).

A la mezcla que se encuentra en el proceso de fusión cuando sale del horno se le llama “Clinker”

Al material parcialmente fundido que sale del horno se le denomina “Clinker”, este se almacena en silos de gran tamaño se deja enfriar y posteriormente se aplica un proceso de molienda hasta conseguir partículas muy finas y se combinan con aljéz o yeso en 3% a 4% también finamente molidos para regular el fraguado, este producto constituye el cemento portland comercial

El cemento portland tiene una coloración grisácea algo verdosa, se comercializan en empaques de con un peso neto de 42.5 kg o un pie cúbico. En aquellos casos en los que el proveedor no lo indique en los envases se considerará un peso específico de 3.15 para el cemento.

Según un artículo publicado por la Universidad de Oviedo (ESPAÑA), Escuela de Ingeniería de Minas, Energía y Materiales, nos detalla la composición química del cemento portland.

Tabla N°02: Intervalo de Concentración

INTERVALO DE CONCENTRACION (%)	
CaO	58-68
SiO ₂	18-26
Al ₂ O ₃	3-8
Fe ₂ O ₃	43252.00
K ₂ O	0-5
MgO	0-1
Na ₂ O	0-1
SO ₃	0-2.5
Otros	0-1

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°03: Composición Química del Cemento

COMPONENTES	CEMENTO PACASMAYO TIPO I
CaO	62.5%
SiO ₂	21%
Al ₂ O ₃	6.5%
Fe ₂ O ₃	2.5%
SO ₃	2.0%
CaO	0.0%
MgO	2.0%
P.F.	2.0%
R.I.	1.0%
Na ₂ O + K ₂ O	0.5%

Fuente: google.com

Para la elaboración de esta pasta cementante se utilizará, CEMENTO PORTLAND TIPO I PACASMAYO, y se detalla la ficha técnica de este producto para verificar su conformidad de acuerdo a las NTP 334.009 y ASTM C150.

Tabla N°04: Cemento Portland Tipo I

COMPOSICION QUIMICA		CPSAA	Requisito NTP 334.009 / ASTM C150
MgO	%	2.2	Máximo 6.0
SO ₃	%	2.8	Máximo 3.0
Perdida por Ignición	%	3	Máximo 3.5
Residuo Insoluble	%	0.73	Máximo 1.5

PROPIEDADES FISICAS		CPSAA	Requisito NTP 334.009 / ASTM C150
Contenido de Aire	%	8	Máximo 12
Expansión en Autoclave	%	0.1	Mínimo 0.80
Superficie Especifica	cm ² /g	3770	Mínimo 2800
Densidad	g/MI	3.12	NO ESPECIFICA

Resistencia a Compresion:

Resistencia Compresión a 3días	<u>Mpa</u> (kg/cm ²)	31.7 (323)	Mínimo 12.0 (Mínimo 122)
Resistencia Compresión a 7días	<u>Mpa</u> (kg/cm ²)	38.5 (392)	Mínimo 19.0 (Mínimo 194)
Resistencia Compresión a 28días(*)	<u>Mpa</u> (kg/cm ²)	46.5 (474)	Mínimo 28.0 (Mínimo 286)

Tiempo de Fraguado Vicat:

Fraguado Inicial	min	132	Mínimo 45
Fraguado Final	min	289	Mínimo 375

Fuente: Pacasmayo

Tipos de Cemento

- **Cemento portland tipo I**
Material destinado a obras de hormigón en general, el cual no se requiere propiedades especiales (Rosaura, 2018, p-2).
- **Cemento portland tipo II**
Son usados frecuentemente para las obras de concreto que esta propenso a la moderada acción de los sulfatos y en las obras donde se exigen un bajo calor de hidratación (Rosaura, 2018, p-2).
- **Cemento portland tipo III**
Conglomerante que evoluciona en altas resistencias iniciales (Rosaura, 2018, p-2).
- **Cemento portland tipo IV**
Material que presenta su desarrollo bajo calor de hidratación (Rosaura, 2018, p-2).
- **Cemento portland tipo V**
Es el que brinda alta resistencia a la acción de los sulfatos (Rosaura, 2018, p-2).

D) ARCILLA

La arcilla viene a ser una roca de origen sedimentario que esta constituidas por los diferentes tipos de agregados tales como: los compuestos de silicatos de aluminio hidratados, los cuales resultan de la descomposición de aquellas rocas madres compuestas de feldspatos o granitos. La coloración de estas rocas depende de la cantidad y tipo de impurezas que esta presenta en su composición, y va desde el color rojo, rojizo, anaranjado, amarillo y blanco, los colores más claros son más puros. Las arcillas se consideran originarias del periodo cuaternario, es decir hace 400,000 mil años.

Desde un punto de vista físico la arcilla es un coloide, que contiene partículas muy pequeñas y presentan una superficie lisa, el diámetro de las partículas que componen la arcilla es menor a 0.02 mm. Se puede encontrar en las arcillas componentes no minerales como lo fitolitos, los cuales, en la fracción textural de un material, son unos silicatos hidratados de aluminio y químicamente se representan de la siguiente forma: $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot H_2O$.

La arcilla presenta como característica importante la capacidad que tiene para conseguir plasticidad cuando es mezclada con el agua, y también presenta dureza y sonoridad cuando se aplica calcinación a una temperatura superior a los 800°C.

Cuando se aplica calor o calcinación a la arcilla por distinta metodología se consigue una pieza cerámica, es por ello que por acción del fuego los seres humanos consiguieron en tiempos antiguos las primeras piezas cerámicas. Siendo estos de bajo costo y de un uso muy amplio para elementos de uso doméstico (ollas, recipientes, etc.)

Las unidades de albañilería o ladrillos, utensilios domésticos de cocina, obras de arte, instrumentos de música incluso como la ocarina, son elaborados de arcilla calcinada. La arcilla calcinada también se utiliza en distintos procesos industriales: fabricación del papel, en la producción de cemento portland, distintos procesos químicos, moldes con arcilla refractaria y elementos de transporte en procesos de fundición del acero.

La superficie específica de las arcillas de las arcillas se puede definir como la extensión total de la superficie externa adicionando el área interna (cuando exista esta área), de todas las partículas que la constituyen en la unidad de masa, esta superficie específica se expresa en m^2/g .

Al tener una gran superficie específica, las arcillas, son muy relevantes e indispensables para algunos usos en la industria como es la interacción de solido-fluido en los procesos que dependen directamente de ella.

Dependiendo del tipo de arcilla y su estructura interna de las arcillas se presentan a continuación algunas superficies específicas:

Tabla N°05: Tipo de Arcilla

ARCILLA	SUPERFICIE ESPECIFICA
Caolinita con alta cristalinidad	(menos del $15 m^2/g$)
Caolinita con baja cristalinidad	(más del $15 m^2/g$ y menos del $50 m^2/g$)
Halloisita	Hasta $60 m^2/g$
Illita	Hasta $50 m^2/g$
Montmorillonita	(más del $80 m^2/g$ y menos del $300 m^2/g$)
Sepiolita	(más del $100 m^2/g$ y menos del $240 m^2/g$)
Paligosrkita	(más del $100 m^2/g$ y menos del $200 m^2/g$)

Fuente: Elaboración Propia

CLASIFICACIÓN DE LA ARCILLA:

Primaria:

Este tipo de arcilla se usa cuando la cantera de procedencia o yacimiento pertenece al mismo lugar donde se originó. Comúnmente es el caolín la única arcilla del tipo primaria que se conoce.

Secundaria:

Son aquellas arcillas que han sufrido una traslación de un punto a otro por distintos fenómenos o fuerzas físicas y químicas. Entre este tipo de arcilla también tenemos al caolín, a las arcillas refractarias, a la arcilla de bola, el lodo o barro, el gres, etc. de acuerdo a la estructura de la arcilla y sus elementos que lo componen se puede clasificar: las arcillas fibrosas y las arcillas Fili tenses.

Una clasificación de acuerdo al grado de plasticidad que presentan las arcillas, se puede mencionar 2:

- Arcilla plástica, como la caolinita
- Arcillas no plásticas (o poco plásticas), como la emética la cual absorbe grasas.

Existen también las arcillas denominadas arcillas calcáreas, la de descalcificación, las arcillitas (esquistos arcillosos), arcillas con bloques (bloques de piedra morenas, grava arcillosa, etc.)

Los minerales arcillosos

Estos minerales que agrupan a las arcillas son comúnmente silicatos de aluminio, hierro.

Los minerales arcillosos son especialmente silicatos de aluminio, magnesio o hierro, ciertos minerales contienen álcalis y se les conoce como tierras alcalinas, además, los átomos que lo conforman presentan una disposición en forma de modelos geométricos y en su gran mayoría son cristalinos.

Las estructuras de los minerales arcillosos son por lo general estructuras laminares o superposición de capas. En una mínima cantidad de estos minerales presenta una estructura tubular o estructura fibrosa. Comúnmente una porción de suelo contendrá una combinación de varios minerales arcillosos.

Respecto a los tamaños de estos minerales destacan por ser muy pequeños, por debajo de los 2 mm. Presentan gran afinidad con el agua y poseen una alta plasticidad, además todas las partículas que la componen son electroquímicamente activas.

Los minerales arcillosos se forman en su totalidad por dos unidades fundamentales:

- Sílice: Un tetraedro con cuatro oxígenos formando las puntas y encierran un átomo de silicio:
- Aluminio y magnesio: en algunas ocasiones aparece también el hierro, cromo, litio, níquel, etc. estos se disponen en seis oxidrilos que forman las puntas del octaedro, dicha unidad se le denomina brucita, cuando el átomo que está encerrado es magnesio y gibsita el producto encerrado es de aluminio.

En las múltiples combinaciones posibles que poseen estas unidades básicas para conformar un mineral arcilloso, generan como resultado una carga negativa en la parte externa de los grumos, un mineral arcilloso en suspensión (arcilla-agua) posee una reacción alcalina pH mayor a 7, siempre que no se presente contaminación con sustancias acidas en el suelo.

Los materiales arcillosos se originan de diversas fuentes y estas pueden ser las siguientes:

- Material con feldespato orto clásico
- Material con feldespato plagio clásico
- Material con mica (moscovita)

PRINCIPALES ARCILLAS

Arcilla caolinita:

es aquella arcilla cuya unidad estructural se compone de capas alternas de varios tetraedros de silicio que tienen las puntas embebidas dentro de otra unidad estructural de forma octaédrica de alúmina (gibsita), por tanto podemos decir que la unidad básica de la caolinita se forma de una capa de gibsita encima de una capa de sílice, por lo que se le conoce como el mineral de dos capas o mineral bicapa, esta forma de disposición de sus unidades estructurales es la que consigue dar como resultado una alta resistencia y estabilidad con poca tendencia a que las intercapas absorban el agua y se expandan, motivo por el que la caolinita presenta una baja actividad química.

Arcilla Iilita:

Este tipo de arcilla se consigue principalmente de la arcilla del tipo moscovita y también de la biotita, comúnmente se le conoce con el nombre de micácea, la arcilla ilita se conforma por una capa octaédrica de alúmina (gibbsite) que se encuentra entre dos capas de unidad estructural tetraédrica de silicio, lo que da como resultado un mineral de tres capas que tiene la diferencia extra que ciertas ubicaciones del silicio están llenas con los átomos de aluminio, y también existen iones de potasio que se adhieren y producen deficiencia de cargas. Esto hace que la unión presente una condición de inestabilidad y como consecuencia mayor actividad química.

Montmorillonita:

Esta arcilla se compone de unidades estructurales de forma laminar que se encuentran ordenadas en tres capas, en enlace entre ellas se produce debido a las fuerzas de van der Waals y dicho enlace es muy débil; en dichos enlaces se producen diferentes sustituciones de los átomos de aluminio por átomos de silicio, de átomos de magnesio, átomos de hierro, átomos de litio, etc., en las capas octaédricas. Estos intercambios generan una carga negativa en el mineral de gran magnitud lo que ocasiona que el mineral tenga una alta capacidad de intercambio catiónico y gran afinidad por el agua.

PLASTICIDAD

Es la propiedad de la arcilla más importante y que más interesa para que se utilice una arcilla en la fabricación de los materiales cerámicos, además la plasticidad se define como la característica que tiene el suelo cuando se le adiciona agua y se forma una masa manejable y suave, posteriormente al ser

sometida a un proceso de cocción a elevadas temperaturas, pierde esta característica.

Cuando tenemos una masa con aproximadamente el 80% de arcilla en su composición tiene una consistencia plástica, y se le conoce como arcilla grasa. En estos casos la superficie de esta arcilla suele secarse y agrietarse rápidamente al evaporarse el agua que contiene, para evitarlo se debe complementar con un material no plástico como polvo de roca o arena. Cuando el porcentaje de arcilla está cercano al 40% en un suelo o masa, se le conoce como una arcilla árida o magra, se realiza la corrección quitándole el material no plástico por el proceso de tamizado.

Para utilizar las arcillas en la industria de la construcción: unidades de albañilería, cerámicos, etc.; estas deben intermedias es decir ni magras ni grasas.

Según García 2012, cuando la arcilla es sometida al proceso de activación térmica o calcinación pasa por los siguientes procesos:

- Cuando se encuentra en el rango de temperatura entre 100°C y 250°C es cuando el agua se elimina y adquiere porosidad.
- Cuando la arcilla se encuentra en el rango de temperatura entre 250°C y 600°C es cuando esta pierde el agua de absorción y se produce la disociación de la alúmina y la sílice.
- Cuando se encuentra en el rango de temperatura entre 600°C y 800°C las arcillas logran obtener propiedades puzolánicas.

- Cuando se encuentra en el rango de temperatura entre 800°C y 1200°C se produce la eliminación del anhídrido carbónico de las arcillas calizas con alta retracción (hasta el 10%).
- Cuando se encuentra en el rango de temperatura entre 1200°C y 1500°C las arcillas se vitrifican.

Tabla N°06: Composición química de la arcilla en su estado natural por ensayo de FRX

COMPONENTE QUÍMICO	Porcentaje (%)
SiO ₂	43.89
Fe ₂ O ₃	11.13
Al ₂ O ₃	24.73
CaO	1.38
Mg O	2.63
SO ₃	0.08
K ₂ O	1.10
Mn O	0.14
Na ₂ O	1.99
Otros	3.11
PI	9.81
total	100

Fuente: Elaboración Propia

En la figura N°01 se puede observar la caracterización física del mineral, mediante la gráfica resultante del ensayo de Difracción de rayos X se visualiza tres tipos de arcilla es decir la presencia de ilita, montmorillonita y caolinita

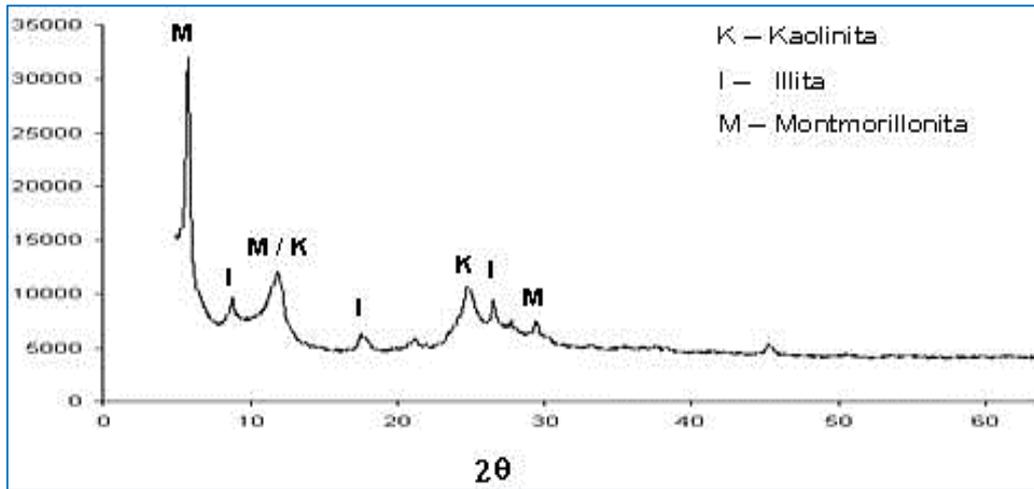


Figura N°01: Caracterización de Arcilla mediante Difracción de Rayos X.

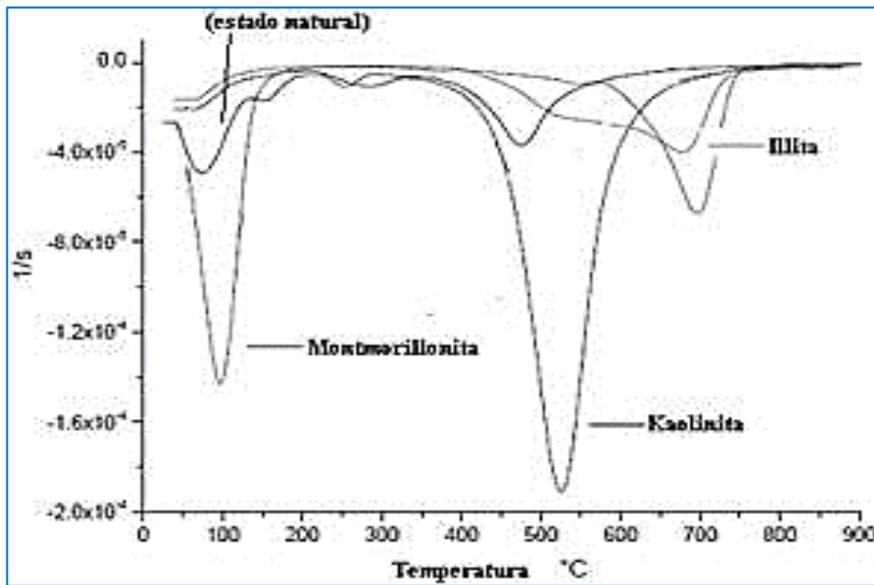


Figura N°02: Tipo de Arcilla según Curva Temperatura.

Tabla N°07: Composición química de la arcilla expresada como óxidos

COMPOSICIÓN QUÍMICO	Resultado (%)
Oxígeno (O)	49.1 %
Silicio (Si)	18.6 %
Carbono (C)	11.1 %
Aluminio (Al)	11.0 %
Hierro (Fe)	6.7 %
Potasio (K)	1.8 %
Calcio (Ca)	0.7%
Titanio (Ti)	0.5 %
Magnesio (Mg)	0.5 %

Fuente: LABICER - UNI

Tabla N°08: Cuadro Comparativo de la composición química de la Arcilla y**Cemento TIPO I**

COMPOSICIÓN QUÍMICA	ARCILLA (%)	CEMENTO
Óxido de Silicio (SiO ₂)	35.47 %	20 % - 27 %
Dióxido de Carbono (CO ₂)	33.53 %	-----
Óxido de Aluminio (AlO ₃)	18.84 %	4 % - 7 %
Óxido de Hierro (FeO)	7.81 %	2 % - 4 %
Óxido de Potasio (K ₂ O)	1.93 %	0.25 % - 1.5 %
Óxido de Calcio (CaO)	0.9 %	61 % - 67 %
Óxido de Titanio (TiO ₂)	0.8 %	-----
Óxido de Magnesio (MgO)	0.72 %	1 % - 5 %

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°09: Límites de composición aproximados para Cemento Portland

TIPO I

Oxido	Contenido (%)
Óxido de Calcio (CaO)	60 – 67
Óxido de Silicio (SiO ₂)	17 – 25
Trióxido de Aluminio (Al ₂ O ₃)	3 – 8
Óxido de Hierro (Fe ₂ O ₃)	5 – 6,0
Óxido de Magnesio (MgO)	1 – 4,0
Álcalis	0,2 – 1,3
Óxido de Azufre (SO ₃)	1 – 3

Fuente: Concreto Simple, 2013

Tabla N°10: Componentes químicas del Cemento Portland TIPO I

COMPONENTES	Cemento Portland Tipo I
Cal Combinada: CaO	62.5%
Sílice: SiO ₂	21%
Alúmina: Al ₂ O ₃	6.5%
Hierro: Fe ₂ O ₃	2.5%
Óxido de Azufre: SO ₃	2.0%
Cal Libre: CaO	0.0%
Magnesio: MgO	2.0%
Perdida al Fuego: P. F	2.0%
Residuo Insoluble: R. I	1.0%
Álcalis: Na ₂ + K ₂ O	0.5%

Fuente: Tópico de tecnología de concreto de Enrique Pasquel

E) AGREGADO FINO

Para el concreto se empleó la arena gruesa natural como agregado fino, exenta de restos de material orgánico y de sales, que deben cumplir con los requerimientos que solicita la norma y se muestran en la tabla N°10. También se pueden aceptar otras granulometrías para ser probados de en ensayos de pilas y muretes (NTP E 0.70) de la norma de albañilería.

Granulometría

Se define como los tamaños y la densidad que conforman las partículas del agregado fino. En este tipo de caracterización de los tamaños debe realizarse una valoración través de una distribución y disociación en 7 partes fracciones, tamizando mediante el uso de las mallas normalizadas en una serie estándar, en donde las aberturas de las mallas se duplican de forma sucesiva desde la que presenta menor abertura: 0.150mm o malla N° 100 en adelante, donde los procedimientos de ensayos están dados por las normas indicadas (N.T.P 400.012 / ASTM C-33).

Tabla N°11: Granulometría de la arena gruesa

Malla ASTM	% Que Pasa
N # 4 (4,75 mm)	100
N # 8 (2,36 mm)	95 a 100
N # 16 (1,18 mm)	70 a 100
N # 30 (0,60 mm)	40 a 75
N # 50 (0,30 mm)	10 a 35
N # 100 (0,15 mm)	2 a 15
N # 200 (0,075 mm)	Menos de 2

Fuente: NTE E-070 Albañilería

- La arena retenida entre dos mallas consecutivas no debe ser superior al 50% del total del material.
- El módulo de fineza debe estar comprendido entre 1.6 y 2.5
- No se debe utilizar la arena proveniente del mar o zona costera.
- Solo se permite como máximo un 1% en peso de partículas quebradizas.

Peso unitario

Esta propiedad depende de algunas condiciones propias de los agregados, fácilmente susceptibles de medición como son su forma, su tamaño, su granulometría y el contenido de humedad; empero el peso unitario también depende de factores externos como puede ser el tamaño máximo en relación con el volumen del elemento que lo contiene, del grado o procedimiento de compactación, de la manera como se realiza la consolidación, etc. (NTP 400.0172 / ASTM C-29)

El peso específico

El peso específico se representa por la relación que existe entre el peso del material y el volumen que ocupa el material, la diferencia respecto al peso unitario es que no considera el volumen que ocupan todos los espacios vacíos del material. Se debe conocer este valor para que se pueda elaborar un diseño de mezcla de concreto y llegar a conseguir las dosificaciones correctas de la mezcla, además de verificar que el agregado a usar debe corresponder al material de peso estándar. (NTP 400.022 / ASTM C-128).

El contenido de humedad del agregado:

Esta propiedad está definida por la presencia de una cantidad de agua en el agregado que se expresa en porcentaje de agregado, esta se obtiene cuando se determina la cantidad de agua en una muestra húmeda que se seca al horno a una temperatura de 110°C y luego se divide entre el peso del agregado, este resultado se multiplica por 100. Siempre los agregados se les considera en estado saturado y superficialmente seco, es decir que el agregado tiene su poros abiertos y llenos de agua además de no presentar humedad en su superficie, así es la condición idónea para considerarlo en un diseño de mezcla, en donde se considera que el agregado no adiciona ni extrae agua de la mezcla. (NTP 400.011 / ASTM C-12)

F) AGUA DE MEZCLA

El agua a utilizar deberá ser procesada o potable y no debe contener sustancias tóxicas, álcalis, materiales orgánicos, ácidos, y desechos o elementos en suspensión.

El agua cumple un rol importante en una mezcla de concreto específicamente en la relación agua/cemento, durante la elaboración del concreto, mortero o pasta, como también el agua es importante e indispensable en el proceso de curado en obra, para que la mezcla tenga un adecuado proceso de hidratación del cemento y no altere o afecte sus propiedades físicas y mecánicas, el agua no debe contener agentes que dañen las propiedades de la mezcla y también de la armadura de refuerzo (corrosión).

Tabla N° 12: Requisitos para agua de mezcla

Descripción	Limite Permisible
Cloruros	300 ppm.
Sulfatos	300 ppm.
Sales de magnesio	150 ppm.
Sales solubles totales	1500 ppm.
pH	Mayor de 7
Sólidos en suspensión	1500 ppm.
Materia Orgánica	10 ppm.

Fuente: Norma Técnica Peruana 339.088

Agua de Curado

Es el componente adicional de agua y cumple una la función de hidratar eficazmente en la hidratación del cemento. La humedad del ambiente influye en este suministro, porque cuando la humedad del ambiente relativa es menor que la reacción química de la mezcla se produce la evaporación del agua libre de la mezcla con mucha rapidez. Cuando se reúnen el agua y el cemento estos ocupan un determinado espacio inicial que debe ser ocupado gradualmente por la pasta (productos de la hidratación)

G) LA CONCHA DE ABANICO (*argopecten purpuratus*)

En nuestro país hay gran cantidad de bancos naturales en donde se pueden encontrar esta especie, y podemos mencionar entre los más conocidos: la bahía de Sechura la bahía de Piura (o bahía de Lobos de Tierra), bahía de Samanco y bahía de “El Dorado (Chimbote), la bahía de Guaynuna (Casma), bahía de

Paracas (Pisco), bahía de Independencia (Ica). Estos molusco se localizan en aguas poco profundas de las costas peruanas a una profundidad o fondos variables de los criaderos naturales o artificiales entre de 3.00m y 30.00 m. los fondos pueden ser de características blanda, de arena endurecida, fondos compuestos de conchuelas mezcladas con algas y con cascajo; las conchas de abanico se desarrollan en áreas o zonas protegidas de los oleajes es decir en bahías que otorgan gran protección a la acción de las olas, además proporcionan temperaturas entre 14°C y 20°C , además este tipo de molusco necesita características una agua con gran contenido de oxígeno y con una salinidad media (34.4 a 34.9 por mil), son estas condiciones antes mencionadas las que favorecen un buen desarrollo, alimentación y reproducción de esta especie.

En estos últimos años el cultivo de este molusco (*argopecten purpuratus*) se ha convertido en una actividad en auge que está adquiriendo una gran relevancia en el ámbito socioeconómico. Debido a su industria que destina gran parte de su producción a la exportación, ya que la acuicultura peruana está siendo muy reconocida y aceptada por su calidad de producción de conchas de abanico, en países con altos estándares de calidad como son Francia y Estados Unidos de Norteamérica.

La concha de abanico como se le conoce en Perú, es un molusco que se está cultivando mediante la técnica del cultivo en suspensión en todas las zonas costeras del Perú, siendo Ancash y Piura las regiones donde se han desarrollado con mayor intensidad esta industria, la cual como toda actividad humana trae consigo una serie de actividades que causan un impacto en el medio ambiente,

dichos impactos pueden ser negativos y positivos. Uribe & Blanco (2001) considera dentro de los impactos ambientales negativos que genera este cultivo de bivalvos es que afecta o modifica el ciclo de energía de los ecosistemas marinos, que ya la presencia de unos numerosos organismos bentónicos lo producen. Si nos referimos a los impactos positivos de la industria del cultivo de conchas de abanico es la generación de empleos directos e indirectos que se generan y del aumento de las divisas para el erario público, también contribuye con el desarrollo de las zonas rurales y al aporte en la seguridad alimentaria de la población. Y la sostenibilidad que esta actividad presenta es importante, ya que se sostiene en la tecnología que se utiliza en la acuicultura, en los aspectos económicos y sociales, así como la conservación del medio ambiente.

Según Zeng (1999), indica que se debe de seleccionar las especies que son aceptadas por la sociedad y aceptadas económicamente para que se desarrolle una actividad de acuicultura sustentable. Así mismo se debe tener una tecnología base para cada zona o área de operación de cultivo, para que no impacten en el medio ambiente.

Hay que destacar que la industria del cultivo de la concha de abanico se ha convertido en una actividad importante en el desarrollo regional, aunque está creciendo en forma inadecuada y sin un control que garantice la sustentabilidad de dicha industria. Conociendo estos impactos negativos de la industria de cultivo de la concha de abanico nos permite identificar y luego formular adecuadas políticas que promuevan un desarrollo sostenible de esta actividad económica.

CARACTERSTICAS DE LA CONCHA DE ABANICO

El molusco bivalvo conocido en Perú como concha de abanico tiene el nombre científico *argopecten purpuratus* se conforma por dos caparazones duros de carbonato de calcio o carbonato cálcico. Al ser este un producto inorgánico se presenta la posibilidad que este pueda ser usado como agregado o como elemento puzolánico, esta conforma. En la presente investigación y en su mayoría la concha de abanico es usada como elemento o material que sustituye al aglomerante por excelencia en la industria de la construcción: el cemento portland.

CICLO DE VIDA DE LA CONCHA DE ABANICO

La concha de abanico presenta el siguiente ciclo de vida:

- El *argopecten purpuratus* presenta un inicio de ciclo con la fertilización, la cual se considera como el tiempo “0” o de partida de la edad de la larva (Bellolio et al.,1994)
- Luego en el proceso del desarrollo larval se presentan tres planctónicos: Directa, trocófora y pediveliger
 - La larva trocófora tiene un tamaño de 60 a 80 um y su formación se da aproximadamente de 12 a 24 horas después de la fecundación.
 - Luego esta larva se trasforma en una larva D-veliger o también llamada charnela directa a las 72 a 96 horas post fecundación presenta un periodo de vida de entre 15 a 22 días dependiendo de la calidad de alimento y de la temperatura de su entorno.

- Luego de ello ya se convierte en una larva pediveliger en donde se le desarrolla un pie el cual le permite la adherencia al sustrato (Bellorio et al., 1994) hasta la etapa de metamorfosis postlarval, cuando se produce la formación de la característica valva de un individuo adulto (Uriarte et al., 2001)
- Prosiguiendo con el ciclo de vida de la concha de abanico se pasa a la edad juvenil, la cual inicia a los 10 a 15 días después que ocurre el asentamiento, y llega a tener una altura aproximada de 1.00 mm. (Helm et al., 2006)
- En la etapa adulta llega a tener aproximadamente hasta 60 mm y esta se logra alcanzar después de los 180 días (Mendo et al., 2011)

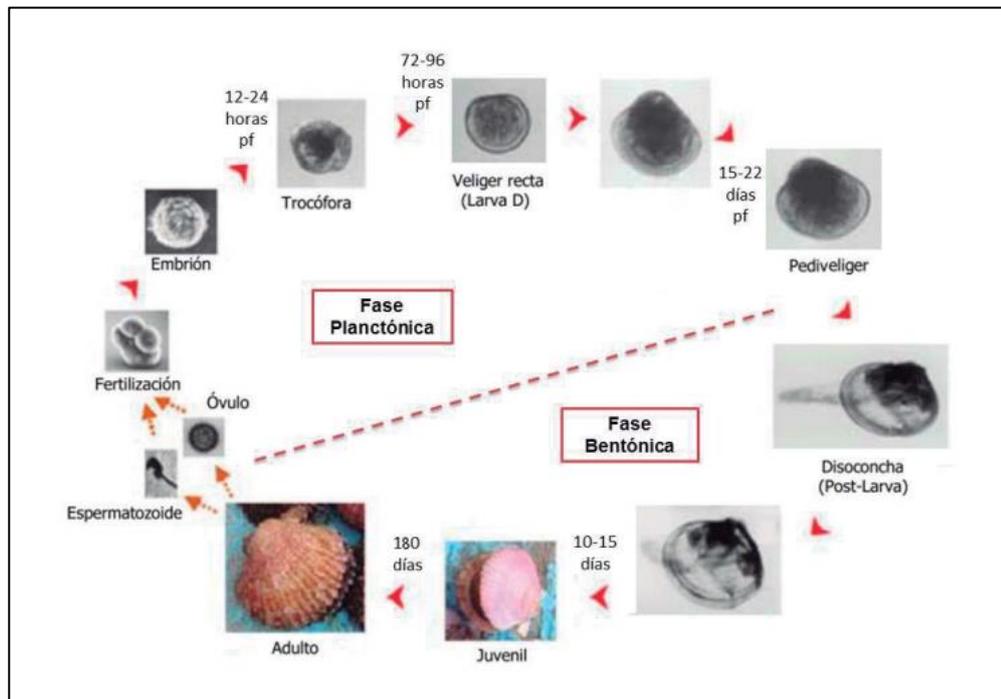


Figura N°03: Ciclo de vida de la concha de abanico

El crecimiento y la mortalidad de la concha de abanico

El *Argopecten purpuratus* es una especie de molusco que tiene un crecimiento rápido, llegando a tener una altura máxima de 160 mm. su crecimiento y mortalidad se ven influenciados por diversos factores como son la depredación, la disponibilidad y calidad del alimento, la densidad, el entorno marino con condiciones de temperatura y oleaje entre otros (Mendo et al., 2011). En nuestro país, se han realizado distintos y numerosos estudios respecto a los parámetros de crecimiento de la concha de abanico según el modelo de crecimiento planteado por Von Bertalanffy (K y L_{∞}), y sobre mortalidad (M) siguiendo modelos de extinción exponencial y relacionando la talla con el peso del molusco.

Mercado y comercialización de la concha de abanico.

Respecto al mercado nacional el consumo de esta está por debajo de la oferta, es decir la demanda de la concha de abanico es mínima. Sucede todo lo contrario en el mercado exterior donde existe una gran demanda de la carne de este molusco por sus beneficios alimenticios que provee. La industria de exportación de la concha de abanico en el Perú tiene como principales consumidores a Francia y a estados Unidos de Norteamérica. Siendo estos países a los que se destina la mayoría de nuestra producción nacional, y van directamente y tiene gran aceptación en los comercios de dichos países. Una pequeña parte de la producción nacional se destina a la comercialización de este molusco en los terminales pesqueros, mercado municipales y supermercados. Este molusco se puede comercializar de distinta forma: entera,

con una valva solamente, desvalvado (los corales o talos) solo el talo, dependiendo de los mercados donde se ofrecen.

❖ **Producción**

Nacional:

- La producción el 2016 según Imarpe es de 645 Tn.

Local:

- La producción el 2016 según Imarpe es de 209Tn. (Chimbote-Samanco).

❖ **Accesibilidad Local**

El lugar donde se extraerá la concha de abanico será en la Ciudad de Chimbote. Teniendo que coger un carro de Chimbote hacia Samanco y después coger una moto, para llegar al puerto Sámano.

❖ **Accesibilidad Nacional**

El lugar donde se extraerá la concha de abanico será en la Ciudad de Piura. Teniendo que coger un carro de Chimbote hacia Piura y después coger nuevamente un carro, para llegar al puerto Sechura.

En el mundo, el cemento es uno de los productos que más se llega a utilizar, a pesar de que las grandes ciudades están llenas de edificaciones, el cemento sigue siendo solicitado en las grandes obras. Según el último esquema brindado por INDEX MUNDI, en su reporte Hydraulic Cement: World Production, By Country, se detalla una producción de 2310 millones de toneladas de cemento por año siendo China, el país con más fabricación de cemento en el mundo, tendencia que se llega a repetir en los últimos registros.

Debido a esto, la fabricación del cemento, es una causa directa de la contaminación del medio ambiente. Cada tonelada de cemento produce casi una tonelada de CO₂ (dióxido de carbono), es por eso que la industria del cemento está considerada como una de las más contaminantes del mundo, responsable de hasta el 5% del total de las emisiones globales de gases de efecto invernadero.

II. JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACION

A nivel nacional, el rubro que se ha incrementado en los últimos años es precisamente el sector construcción, reflejando por la creciente demanda del cemento que cumplan los controles de calidad impuestos por la norma técnica.

Los aportes principales son:

- Mejorar la calidad del cemento.
- Difundir y transferir tecnología a la micro y pequeñas empresas del sector cemento, los que serían los beneficiarios directos.
- Incrementar el ingreso económico de los productores de cemento.
- La formulación adecuada de mezcla de piedra caliza utilizando la materia prima del lugar permitirá elevar la calidad del cemento y a su vez permitirá competir en el mercado con mayores ventajas.

A) JUSTIFICACION SOCIAL

La construcción civil juega un papel importante en la economía de varios países del mundo, dando una respuesta rápida en la generación de empleos e ingresos.

Por otro lado, es un importante consumidor de recursos.

Impactos ambientales naturales y generativos, siendo urgente la búsqueda de un equilibrio entre el crecimiento de la sector y desarrollo sostenible. La

industria del cemento hoy tiene una alta tasa de emisión de CO₂, siendo responsable de aproximadamente alrededor del 5% de las emisiones de CO₂ del planeta en su elaboración. Para mitigar los impactos ambientales generados en este proceso, la reducción del contenido de Clinker En la composición final del cemento ha sido una alternativa estudiada en varios países del mundo, con en Suiza, India, Cuba, Estados Unidos, China y Brasil. Por lo tanto, el uso de adiciones minerales para reemplazar Parte del Clinker se ha utilizado cada vez más en la búsqueda de cementos más sostenibles.

B) JUSTIFICACION TECNOLOGICA

El aumento del costo del cemento portland, se plantea la sustitución del cemento por la puzolana natural que sería el caolín para que aporte mayor o igual resistencia que el portland puro, lo cual disminuye el costo del material de construcción. En los últimos años, investigaciones basadas en la sustentabilidad demuestran que adicionar o sustituir caolín por el cemento aportan mayores niveles de resistencia en la fabricación del concreto, esto es debido a los altos contenidos de sílice que posee dicha puzolana.

III. PROBLEMA

Las puzolanas Naturales es una opción potencial como material cementante suplementario que por sus características pueden generar una solución para los concretos del futuro, haciendo más resistentes, económicos y durables.

Ya que en el Perú las construcciones civiles tienen un costo elevado, donde el concreto ocupa un lugar importante a la hora de invertir, planear e implementar los materiales de construcción, es allí donde nace la necesidad de buscar nuevas

opciones o soluciones con óptimos desempeños y mayor economía sin amenazar la calidad del producto

Actualmente la problemática de nuestra localidad es el precio muy elevado de los materiales de construcción para uso de concreto de alta resistencia, con esta investigación se pretende reemplazar un porcentaje del cemento utilizado en las construcciones de obras civiles por arcilla.

IV. REALIDAD PROBLEMÁTICA

A) A nivel Internacional

A nivel mundial, el concreto es el material más utilizado en la construcción, Inglaterra, país desarrollado del continente europeo, destina poco más de la tercera parte de la inversión en la industria de la construcción, que implica también la reparación y al mantenimiento de la infraestructura, destina un 4% del producto interior bruto (Neville, 2001).

Los problemas de durabilidad han afectado diversos tipos de estructuras, las cuales una vez que se presentan ya no son funcionales ni eficientes y están destinadas a no cumplir con su vida de servicio estimada.

Los problemas de durabilidad no se limitan a su diseño inicial y construcción, tienen una fuerte intervención en la operación, ocasionan costos y pérdidas económicas para el propietario o inversionista, ya sea por reparación de las zonas afectadas, por la sustitución de elementos que se han deteriorado o por costos operativos imputables a remodelaciones o mantenimientos periódicos.

Según Buffenbarger (1998), solo en los Estados Unidos las patologías relacionadas a la durabilidad que están presentes o atacan a las estructuras de transporte tuvieron elevados costos de reparación, reconstrucción,

mantenimiento preventivo y rutinario con alrededor de \$20 billones de dólares en el año 1986.

En el país centroamericano de México, presenta zonas con intemperismo agresivo para el concreto, como consecuencia de la poca cantidad de lugares o específicas situaciones se hace necesario tener que construir relevantes estructuras en estas áreas o zonas, motivo por el cual se hace indispensable conocer a detalle el tema de estudio y tener un dominio de sus alcances.

B) A nivel Nacional

La introducción del cemento en el Perú se inicia en la década de 1860. En efecto, en 1864 se introdujo en el Arancel de Aduanas, la partida correspondiente al denominado "Cemento Romano", nombre inapropiado que designaba un producto con calidades hidráulicas desarrollado a inicios del siglo. En 1869 se efectuaron las obras de canalización de Lima, utilizando este tipo de cemento. En 1902 la importación de cemento fue de 4,500 T.M.

Posteriormente, en 1904 el Ingeniero Michel Fort publicó sus estudios sobre los yacimientos calizos de Atocongo, ponderando las proyecciones de su utilización industrial para la fabricación de cemento. En 1916 se constituyó la Cía. Nac. De Cemento Portland para la explotación de las mencionadas canteras. Las construcciones de concreto con cemento Portland se inician en la segunda década del siglo con elementos estructurales de acero, como el caso de las bóvedas y losas reforzadas de la Estación de Desamparados y la antigua casa Oechsle. También, en algunos edificios del Jr. de la Unión y en el actual teatro Municipal. A partir de 1920 se generaliza la construcción de edificaciones de concreto armado, entre ellos las aún vigentes: Hotel Bolívar,

Sociedad de Ingenieros, Club Nacional, el Banco de la Reserva, la Casa Wiese y otros. Asimismo, se efectúan obras hidráulicas, la primera de ellas la Bocatoma del Imperial, construida en 1921, empleando 5,000 m³ de concreto. Los cambios estacionales que modifican el clima pueden afectar las construcciones de concreto; por ejemplo, la elevación de la temperatura ambiente, la disminución de la humedad relativa, el incremento de la velocidad del viento o el tiempo de radiación solar. Son factores que ocasionan el denominado “clima cálido” o “caluroso”, que exige tecnologías apropiadas para asegurar el buen desempeño del concreto.

Existen casos, como ocurre en la ciudad de Pisco, donde en los meses de verano se incrementa las temperaturas máximas en más de 5 puntos y decrece en igual o mayor dimensión, la humedad relativa y la velocidad máxima del viento. En otra, como la ciudad vecina de Chincha no se cuenta con información meteorológica.

En climas cálidos se incrementa la temperatura del concreto fresco, debido a la mayor temperatura de sus componentes, lo que disminuye la trabajabilidad y acelera el fraguado de las mezclas.

C) A nivel local

En la ciudad de Chimbote para poder lograr un concreto de alta resistencia consiste primero en comparar y seleccionar la mejor cantera de la provincia del Santa para agregados, para luego diseñar mezclas de concreto con relaciones de a/c específicas con o sin aditivo, utilizando cemento portland tipo MS considerando un asentamiento entre 0” y 2”, tratando de aumentar la resistencia

a la comprensión, para tal objetivo se realizarán una serie de ensayos en concreto

fresco y endurecido que acompañado de una tabulación de resultados y gráficos podrán describir mediante un estudio comparativo, los efectos que producen, el agregado grueso seleccionado con los aditivos y adiciones en el concreto, así como el diseño óptimo de la mezcla final.

Comúnmente en la ciudad de Chimbote a la hora de diseñar un concreto de alta resistencia se puede llegar de distintas maneras ya sea sustituyendo el cemento por conchas de abanico, azúcar, cascara de arroz, como adicionando cascara de coco, hojas de pinos, pata de mula entre otras especies.

En este contexto alrededor del material más importante en la construcción como es el cemento es que la presente investigación plantea el siguiente problema.

V. FORUMULACION DEL PROBLEMA

¿En qué medida la sustitución al cemento por la combinación de la arcilla y la concha de abanico en una mezcla de concreto permite obtener una resistencia mayor al convencional?

VI. CONCEPTUALIZACION Y OPERACIONALIZACION DE LAS VIARIABLES

A) VARIABLE

Evaluación de la arcilla

Definición conceptual

Analizar y determinar tipos, propiedades y características de la arcilla

Definición operacional

Dimensiones

- Físicas
- Mecánicas
- Química

Indicadores

- Dureza, flexible.
- Plasticidad, resistencia.
- Silicio, aluminio y calcio.

Tabla N°13: Conceptualización de la Variable

Variables	Definición Conceptual	Dimensión	Indicadores
Evaluación de la arcilla	Analizar y determinar tipos, propiedades y características de la arcilla	FISICA	Dureza, flexible
		MECANICA	Plasticidad, resistencia.
		QUIMICA	Silicio, aluminio y calcio.

Fuente: Elaboración Propia

B) VARIABLE

Evaluación de La concha de abanico.

Definición conceptual

Analizar y determinar tipos, propiedades y características de la concha de abanico.

Definición operacional

Dimensiones

- Físicas
- Mecánicas
- Química

Indicadores

- Dureza, flexible.
- Plasticidad, resistencia.
- Silicio, aluminio y calcio.

Tabla N°14: Conceptualización de la Variable

Variables	Definición conceptual	Dimensión	Indicadores
Evaluación de la Concha de Abanico	Analizar y determinar tipos, propiedades y características de la arcilla	FISICA	Dureza, flexible
		MECANICA	Plasticidad, resistencia.
		QUIMICA	Silicio, aluminio y calcio.

Fuente: Elaboración Propia

VII. HIPOTESIS

El presente trabajo de investigación descriptiva no presenta hipótesis, la evaluación de las variables, proporciona a la investigación una respuesta implícita.

VIII. OBJETIVOS

A) OBJETIVO GENERAL

Evaluar las resistencias de los concretos referidos con $f_c' 210 \text{ kg/cm}^2$ en los cuales se sustituye al cemento por arcilla y concha de abanico en proporciones

B) OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Identificar la granulometría de agregados basada a la información referida de la concha de abanico y la arcilla.
- Identificar la temperatura de calcinación de las arcillas y concha de abanico mediante información referida (Análisis Térmico Diferencial)
- Identificar los componentes químicos de la arcilla y ceniza de concha de abanico expresados como óxidos de las arcillas, basándose en información referencial (FRX: Fluorescencia de Rayos X).
- Identificar el comportamiento del PH en las distintas combinaciones y sin mezclar bajo el tratamiento térmico.
- Analizar y comparar el comportamiento de las resistencias a la compresión de las mezclas referidas a los 7,14 y 28 días, utilizando información referencial mediante procesamiento estadístico.

IX. METODOLOGIA

El tipo de investigación correspondiente fue descriptiva, porque estuvo orientada a evaluar datos existentes de investigaciones ya realizadas, con ello pudimos comparar la resistencia a la compresión de concretos referidos, los cuales usaron dosificaciones variadas de arcilla y de concha de abanico.

ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

Esta investigación pertenece a un enfoque cuantitativo, se utilizó técnicas estadísticas para el procesamiento, recolección de información referida, el análisis de la variable e indicadores, los cuales fueron registrados en el instrumento ficha técnica.

Población:

- Investigaciones de la Arcilla y de la concha de abanico como material cementicio suplementario que han sido utilizados en la elaboración de concreto.

Muestra:

- Investigaciones realizadas en la Universidad San Pedro donde se utilizada la arcilla y concha de abanico como material cementicio suplementario en la elaboración de concreto, y son:

TESIS (patrón): QUENHUA VASQUEZ MIGUEL-

Resistencia a la compresión de un concreto $f'c=210$ kg/cm² sustituyendo al cemento en 12% y 16% de cenizas de concha de abanico y arcilla de Marçayop

- Shocosh

Tesis A: AREVALO GARCIA ENZO GRIEVE

Resistencia a la compresión de un concreto $f'c=210$ kg/cm² sustituyendo al cemento por una combinación 15 % de arcilla y 30% de concha de abanico

Tesis B: VASQUEZ MORI BRANDON

Resistencia a la compresión de un concreto $f'c=210$ kg/cm² sustituyendo el cemento por la combinación del 4% y 5% arcilla de Carhuaz y 12% y 15% cenizas de concha de abanico

Tesis C: HERNANDEZ TENORIO, ANGEL ANTONIO

Resistencia de concreto con cemento sustituido parcialmente al 15% por arcilla de cuscuden – san pablo (Cajamarca) con 5% de cenizas de conchas de abanico

X. PROCESAMIENTO Y ANALISIS DE LA INFORMACION

Los Para el presente proyecto de investigación descriptivo los procesamientos de datos obtenidos referidos se registraron con fichas técnicas, procesados y comparados mediante gráficos de control y hojas de cálculo del programa Excel.

Se realizó la evaluación de los indicadores con los siguientes pasos:

- La búsqueda de investigaciones (tesis) como fuente de antecedentes en distintos repositorios.
- La granulometría fue evaluada representada con gráficos de control (desviación estándar, promedios, límites superiores e inferiores críticos), donde los límites se tomaron de la norma técnica peruana de edificaciones la E. 070.
- Para organizar y comparar los componentes expresados como óxidos de la arcilla, de la concha de abanico y la resistencia a la compresión se utilizó barras de distribución de frecuencia. Y los ensayos realizados de fluorescencia de rayos X

XI. TECNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACION

Tabla N°15: Técnicas e Instrumentos de Investigación

TECNICA	INSTRUMENTO
Observación	Guía de observación Resumen. Fichas técnicas del laboratorio de los ensayos a realizar.

Fuente: Elaboración Propia

Siendo un proyecto de investigación con un Nivel de Investigación Cuasiexperimental y realizar ensayos de las muestras de nuestra población en un laboratorio se opta por usar como Técnica de Investigación:

LA OBSERVACION CIENTIFICA. (Guía de observación como instrumento), en donde se quiere ir comparando la variación de la resistencia y el comportamiento de los agregados que se utilizaran en nuestro diseño de mezcla ya sea para una resistencia convencional o una resistencia sustituyéndole 9% y 12% de concha de abanico y 3% y 4% arcilla de Marçayop - Shocosh, la cual nos brindara una resistencia para cada tipo (experimental o convencional).

Teniendo en cuenta así que el material a utilizarse en nuestro diseño de resistencia requiere ser evaluados por una serie de ensayos ya que dichos ensayos son los que determinan si los materiales son buenos para nuestra mezcla de concreto a utilizar, por ello se debe tener en cuenta los siguientes ensayos.

Los Instrumentos serán tomados con respecto a los siguientes ensayos:

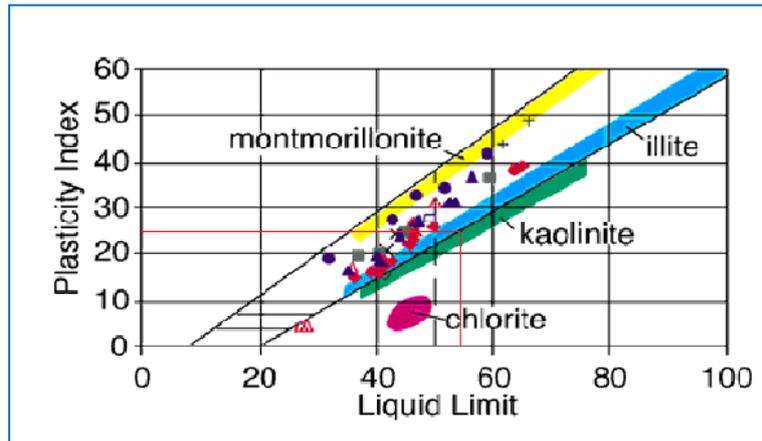
- Ensayo Granulométrico
- Ensayo de Peso Específico de Arena Gruesa
- Ensayo de Peso Unitario de Arena
- Contenido de Humedad
- Ensayo de Fluorescencia
- Ensayo de Difracción de Rayos X
- Diseño de Mezcla
- Ensayo a la Comprensión
- La Guía de Registro realizados por nosotros mismos, para ver el avance de nuestras resistencias se tomará de acuerdos a los 7, 14 y 28 días.
- Para los cálculos y para el análisis de los resultados arrojados en el laboratorio mecánica de suelos nos basaremos con la ayuda de los programas.

En los ensayos a realizar contaremos con los técnicos en laboratorio de suelos.

Se utilizaron elementos como cámara fotográfica y demás instrumentos que permitirán registrar y evidenciar lo planteado en el presente perfil del proyecto

RESULTADOS

1. INDICE DE PLASTICIDAD DE LA ARCILLA



LIMITE LIQUIDO: 53.53 %

LIMITE PLASTICO: 28.39 %

INDICE DE PLASTICIDAD: 25.14 %

Determinación del tiempo y grado de calcinación de la concha de abanico

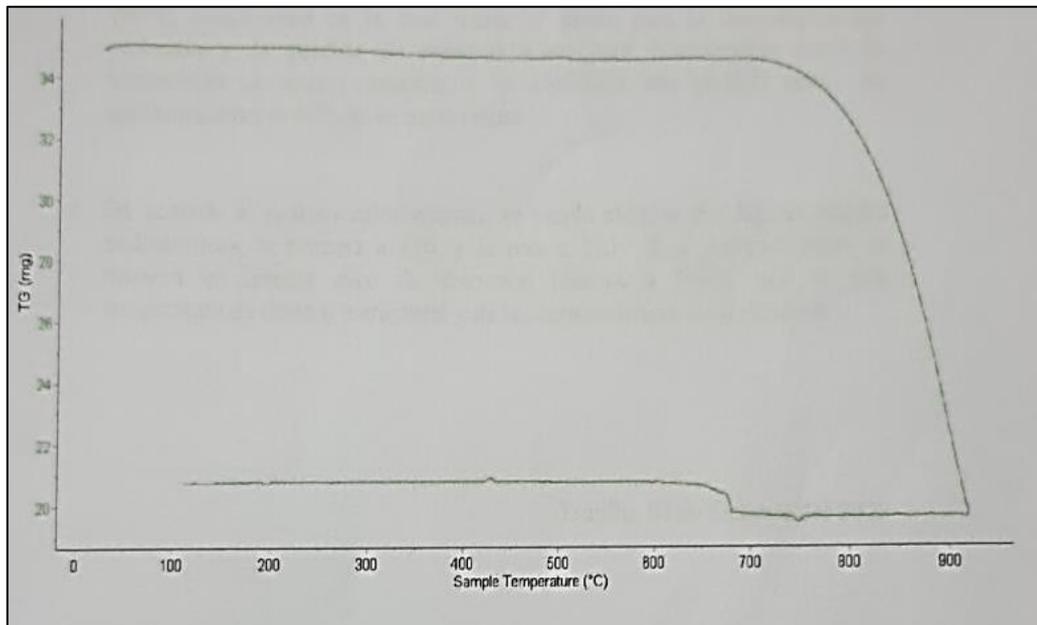


Figura N°06: Curva de pérdida de masa – Análisis Termo gravimétrico

Fuente: Laboratorio de Polímeros – UNT

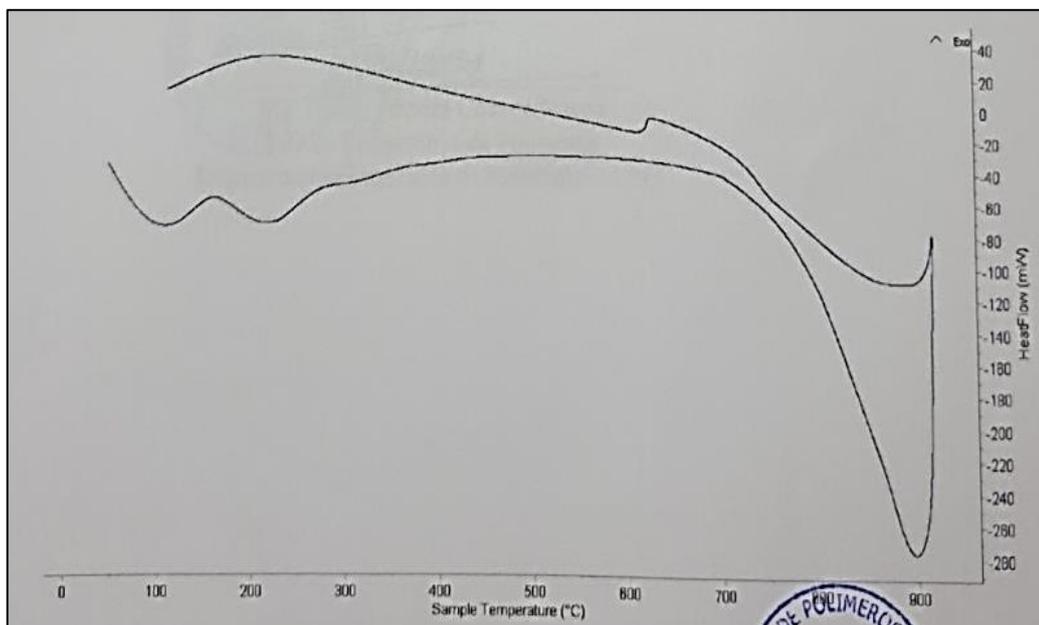


Figura N°07: Curva calorimétrica - ATD

Fuente: Laboratorio de Polímeros - UNT

Determinación del tiempo y grado de calcinación de la arcilla

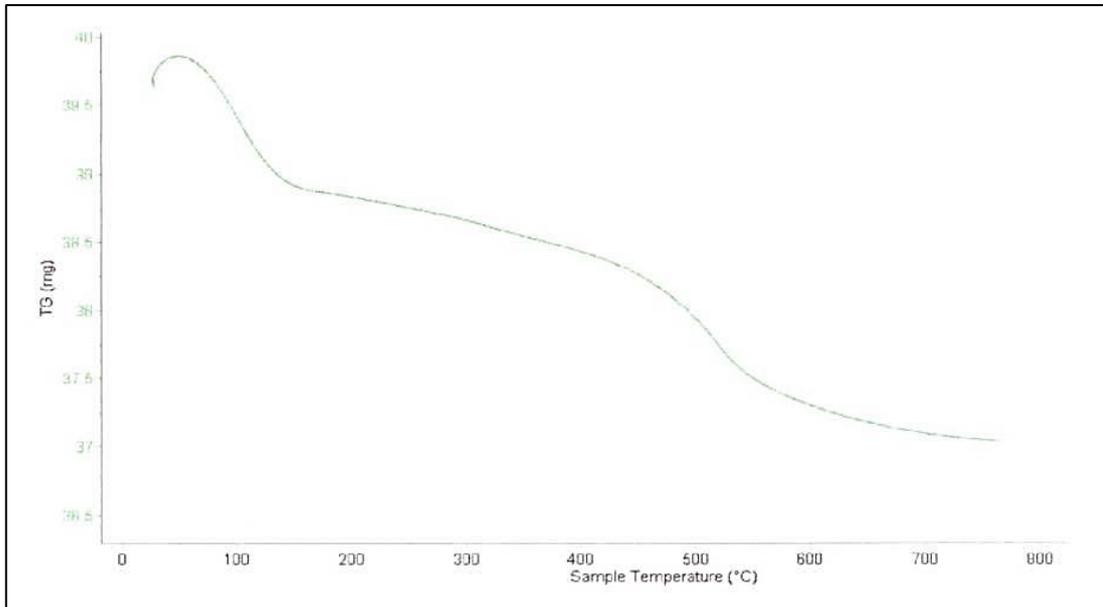


FIGURA N°08: Curva de pérdida de masa – Análisis Termo gravimétrico

Fuente: Laboratorio de Polímeros – UNT

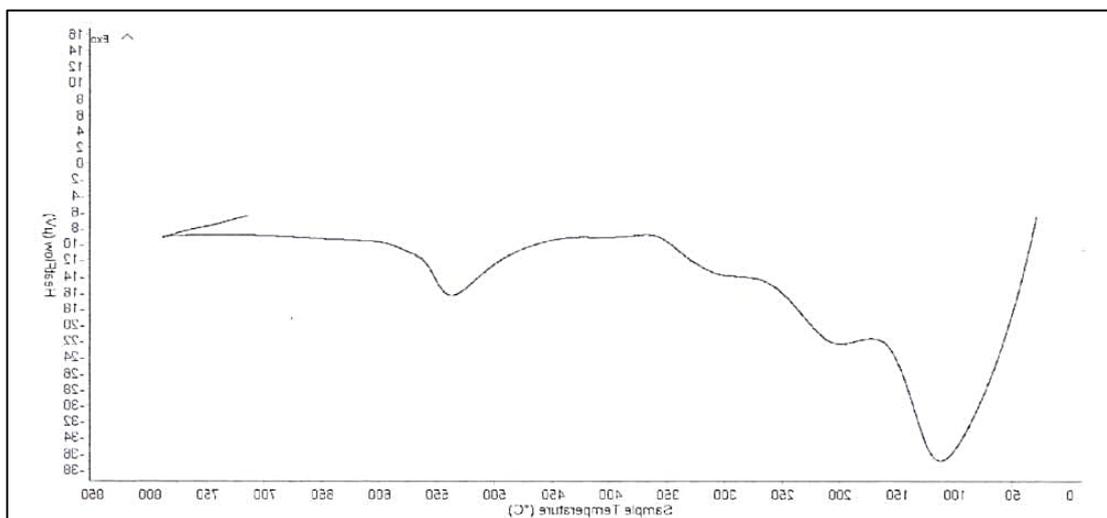


FIGURA N°09: Curva calorimétrica - ATD

Fuente: Laboratorio de Polímeros - UNT

DETERMINACION DE LA COMPOSICION QUIMICA DE LA CONCHA DE ABANICO POR FLUORESCENCIA DE FRXDE

Tabla N°16: Composición química de la Concha de Abanico por FRXDE

COMPOSICIÓN QÍMICA	RESULTADOS (%)	MÉTODO UTILIZADO
Al ₂ O ₃	4.134	
SiO ₂	0.697	
P ₂ O ₅	1.004	
SO ₂	0.514	
ClO ₂	0.125	
K ₂ O	0.124	
CaO	93.102	<i>Fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía</i>
TiO	0.012	
MnO	0.002	
Fe ₂ O ₃	0.008	
Ni ₂ O ₃	0.007	
CuO	0.005	
ZnO	0.011	
SrO	0.255	

Fuente: Laboratorio de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

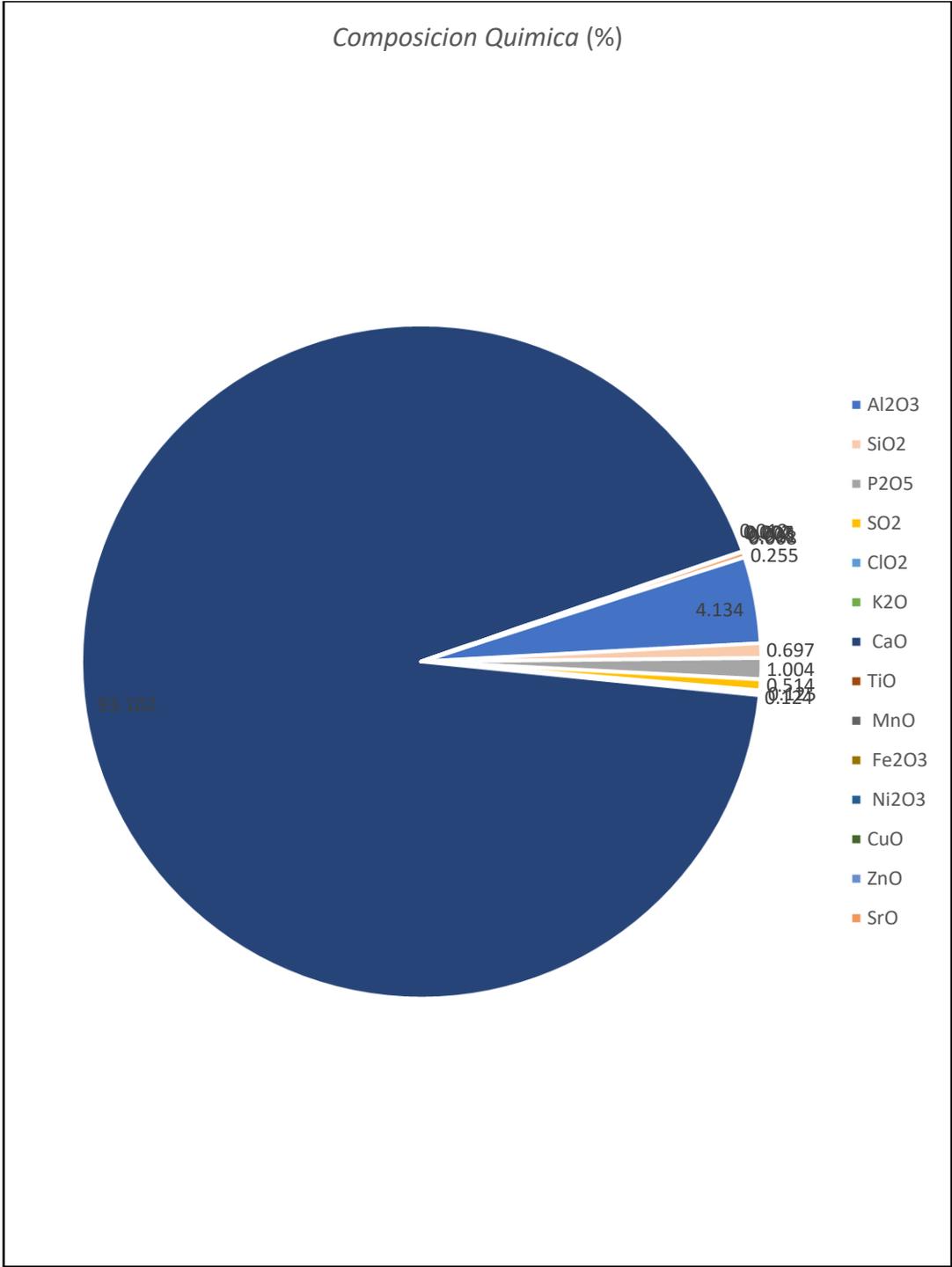


FIGURA N°10: Composición química de la concha de abanico

Fuente: Elaboración Propia

**DETERMINACION DE LA COMPOSICION QUIMICA DE LA ARCILLA
POR FLUORESCENCIA DE FRXDE**

Tabla N°17: Composición química de la Arcilla por FRXDE

COMPOSICIÓN QUÍMICA	RESULTADOS (%)	MÉTODO UTILIZADO
Al ₂ O ₃	35.261	
SiO ₂	57.058	
TiO ₂	0.116	
V ₂ O ₅	0.005	
Cr ₂ O ₃	0.004	
K ₂ O	2.287	
CaO	0.383	
TiO	0.012	
MnO	0.021	
Fe ₂ O ₃	4.692	<i>Fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía</i>
Ni ₂ O ₃	0.009	
CuO	0.009	
ZnO	0.019	
Ga ₂ O ₃	0.012	
As ₂ O ₃	0.004	
Rb ₂ O	0.005	
ZrO ₂	0.005	
MoO ₂	0.007	
BaO	0.099	
SrO	0.003	

Fuente: Laboratorio de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

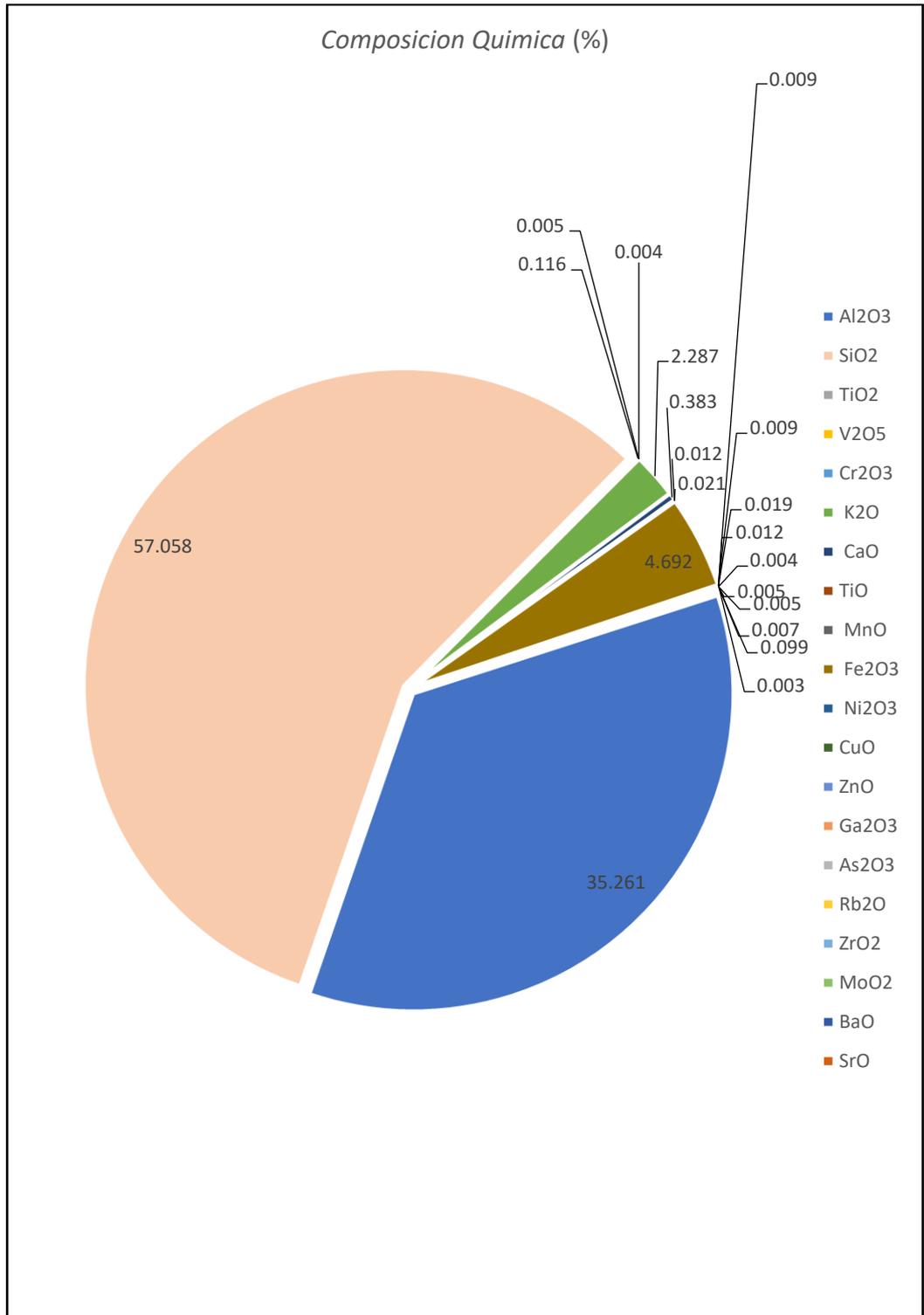


FIGURA N°11: Composición química de la Arcilla

Fuente: Elaboración Propia

DETERMINACION DEL PESO ESPECÍFICO DE LAS MUESTRAS

Tabla N°18: Determinación del Peso Específico de las muestras

PESO ESPECIFICO (gr/cm3)	
CEMENTO TIPO I	3.10
CONCHA DE ABANICO	3.60
ARCILLA	3.05
9% CA+ 3% A + 88% CEMENTO	3.72
12% CA + 4 % A + 84% CEMENTO	3.75

FUENTE: Laboratorios de Universidad San Pedro.

DETERMINACION DEL POTENCIAL DE HIDROGENO DE LAS MUESTRAS

Tabla N°19: Determinación del pH del Cemento, Arcilla y Concha de Abanico

MUESTRA	PH
CEMENTO (C)	13.51
ARCILLA DE MARCAYOP	7.12
CONCHA DE ABANICO	13.28
88% C + 3% ARCILLLA + 9% CA	13.76
84%C + 4% ARCILLA + 12% CA	13.53

Fuente: Laboratorios COLECBI.

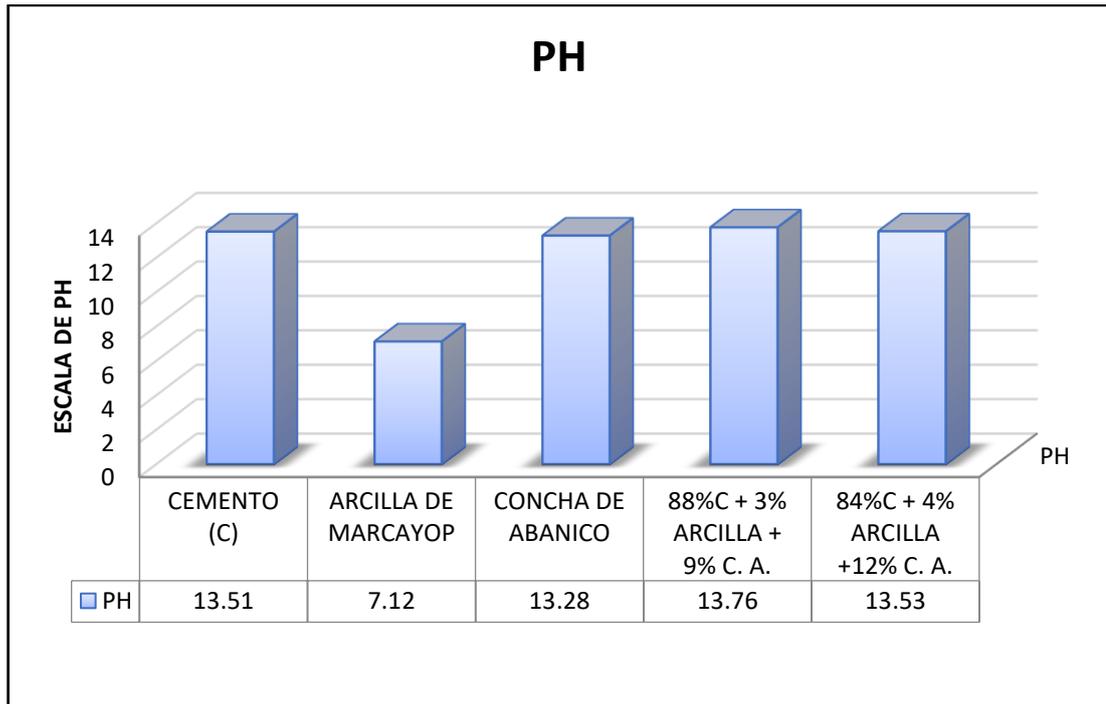


FIGURA N°12: Grafico de PH de los materiales

Fuente: Elaboración Propia

RESULTADOS DEL ENSAYO DEL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION:

- Se realizó una mezcla para el concreto patrón
- Se realizaron un total de 27 probetas patrón y ensayarlas por comprensión a los 7, 14 y 28 días de curado, obteniendo los siguientes resultados:

En la siguiente tabla se tiene el ensayo a compresión

Tabla N°20: Resultados del Ensayo de Comprensión del Patrón a los 7 días de curado

N°	Descripción	Edad (días)	Peso inicial (kg)	Peso final (kg)	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Carga (Kg)	f _c (Kg/cm ²)	Avance (%)
1	P-1	7.00	13.39	13.41	15.14	180.02	32520	180.65	86.02
2	P-2	7.00	13.41	13.42	15.17	180.65	30730	170.11	81.00
3	P-3	7.00	13.57	13.60	15.13	179.70	32360	180.08	85.75
Promedio								176.94	84.26

Fuente: Laboratorios de Universidad San Pedro

Tabla N°21: Resultados del Ensayo de Comprensión del Patrón a los 14 días de curado

N°	Descripción	Edad (días)	Peso inicial (kg)	Peso final (kg)	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Carga (Kg)	f _c (Kg/cm ²)	Avance (%)
4	P-4	14.00	13.60	13.65	15.17	180.65	35960	199.06	94.79
5	P-5	14.00	13.52	13.56	15.20	181.37	35640	196.51	93.58
6	P-6	14.00	13.57	13.61	15.17	180.65	36080	199.72	95.11
Promedio								198.43	94.49

Fuente: Laboratorios de Universidad San Pedro.

Tabla N°22: Resultados del Ensayo de Comprensión del Patrón a los 28 días de curado

N°	Descripción	Edad (días)	Peso inicial (kg)	Peso final (kg)	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Carga (Kg)	f _c (Kg/cm ²)	Avance (%)
7	P-7	28.00	13.62	13.65	15.13	179.70	42560	236.84	112.78
8	P-8	28.00	13.65	13.70	15.15	180.18	40390	224.17	106.75
9	P-9	28.00	13.69	13.70	15.24	182.32	40400	221.59	105.52
Promedio								227.53	108.35

Fuente: Laboratorios de Universidad San Pedro.

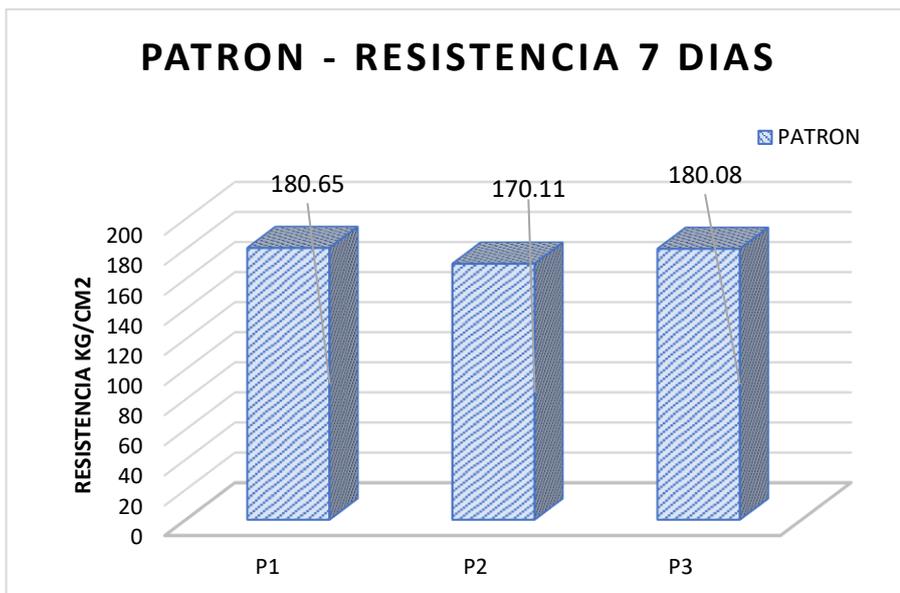


FIGURA N°13: Grafico de Ensayo de Resistencia a la Compresión Patrón a los 7 días
Fuente: Elaboración Propia

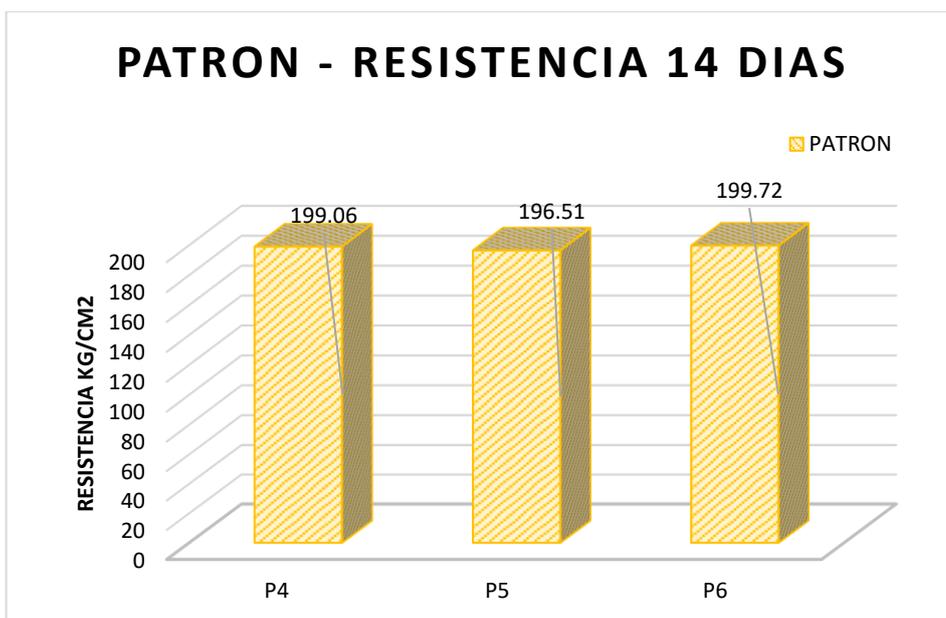
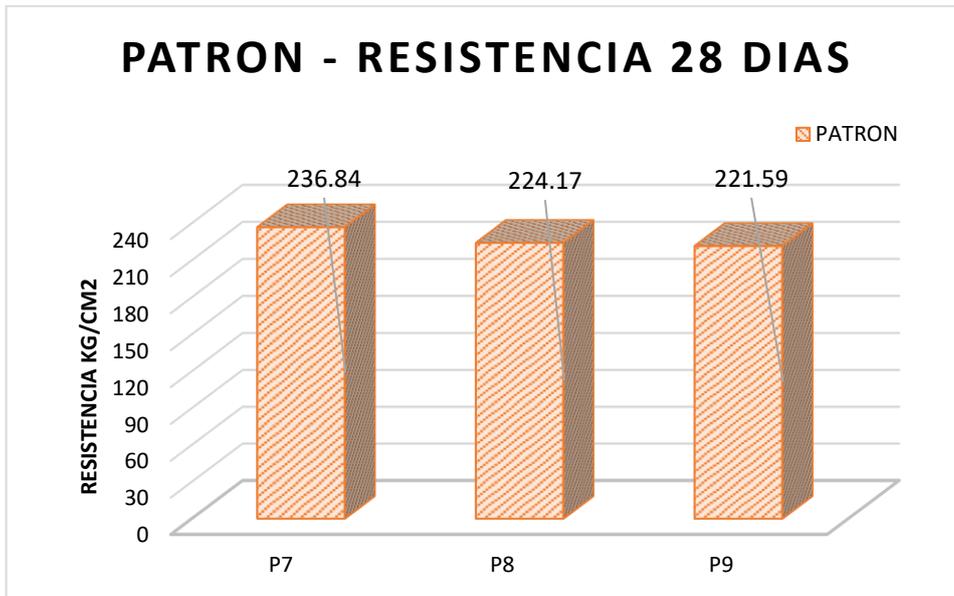


FIGURA N°14: Grafico de Ensayo de Resistencia a la Compresión Patrón a los 14 días
Fuente: Elaboración Propia



**FIGURA N°15: Grafico de Ensayo de Resistencia a la Compresión
Patrón a los 28 días**

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°23: Promedio de la Resistencia del Concreto Patrón por cada Etapa de Evaluación

PATRON	7DIAS	14DIAS	28 DIAS
PROMEDIO(KG/CM2)	176.94	198.43	227.53

Fuente: Laboratorios de Mecánica de Suelos y Geotecnia USP.

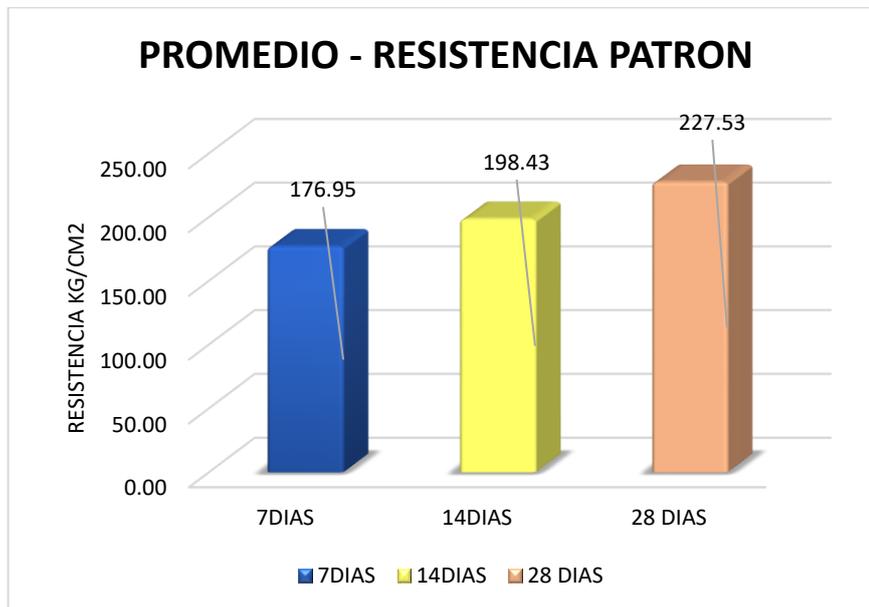


FIGURA N°16: Gráfico de Resistencia a Compresión Promedio Patrón

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente el ensayo a compresión de las probetas experimentales.

Tabla N°24: Resultados del Ensayo de Compresión del Concreto Experimental

12% de combinación a los 7 días de curado

N°	Descripción	Edad (días)	Peso inicial (kg)	Peso final (kg)	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Carga (Kg)	f _c (Kg/cm ²)	Avance (%)
1	P-1	7.00	13.30	13.35	15.20	181.37	22580	124.50	59.29
2	P-2	7.00	13.35	13.40	15.25	182.56	21730	119.03	56.68
3	P-3	7.00	13.40	13.45	15.18	180.89	22630	125.10	59.57
Promedio								122.88	58.51

Fuente: Laboratorios de Mecánica de Suelos y Geotecnia USP.

Tabla N°25: Resultados del Ensayo de Compresión del Concreto Experimental**12% de combinación a los 14 días de curado**

N°	Descripción	Edad (días)	Peso		Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Carga (Kg)	f _c (Kg/cm ²)	Avance (%)
			inicial (kg)	final (kg)					
4	P-4	14.00	13.35	13.40	15.20	181.37	29120	160.56	76.46
5	P-5	14.00	13.30	13.35	15.18	180.89	30100	166.40	79.24
6	P-6	14.00	13.45	13.50	15.20	181.37	28640	157.91	75.20
Promedio								161.62	76.96

Fuente: Laboratorios de Mecánica de Suelos y Geotecnia USP.**Tabla N°26: Resultados del Ensayo de Compresión del Concreto Experimental****12% de combinación a los 28 días de curado**

N°	Descripción	Edad (días)	Peso		Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Carga (Kg)	f _c (Kg/cm ²)	Avance (%)
			inicial (kg)	final (kg)					
7	P-7	28.00	13.25	13.30	15.19	181.13	38030	209.96	99.98
8	P-8	28.00	13.40	13.45	15.20	181.37	40480	223.19	106.28
9	P-9	28.00	13.30	13.35	15.20	181.37	39100	215.59	102.66
Promedio								216.25	102.97

Fuente: Laboratorios de Mecánica de Suelos y Geotecnia USP.

Ensayos de compresión; tenemos los siguientes gráficos de concreto experimental.

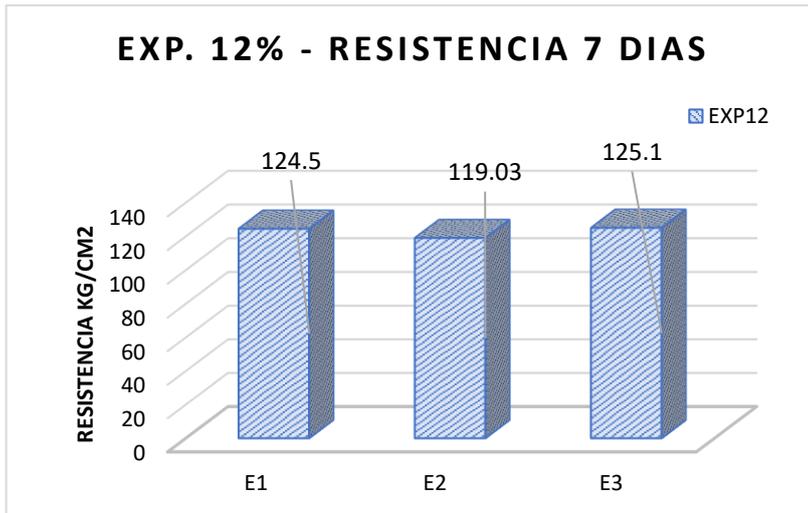


FIGURA N°17: Grafico de Ensayo de Resistencia a Compresión del concreto Experimental 12% combinación a los 7 días

Fuente: Elaboración Propia

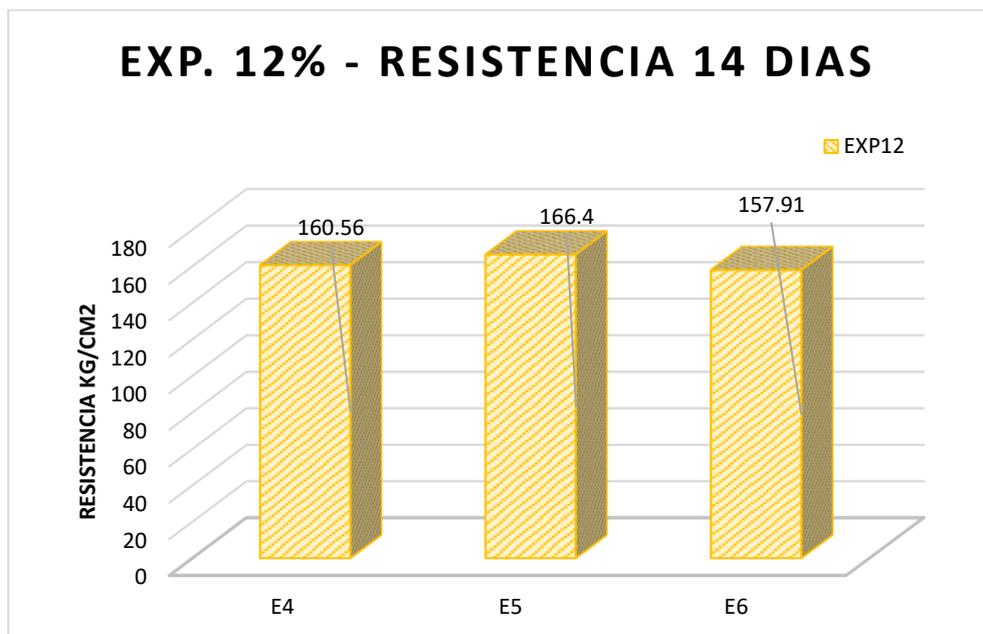


FIGURA N°18: Grafico de Ensayo de Resistencia a Compresión del concreto Experimental 12% combinación a los 14 días

Fuente: Elaboración Propia

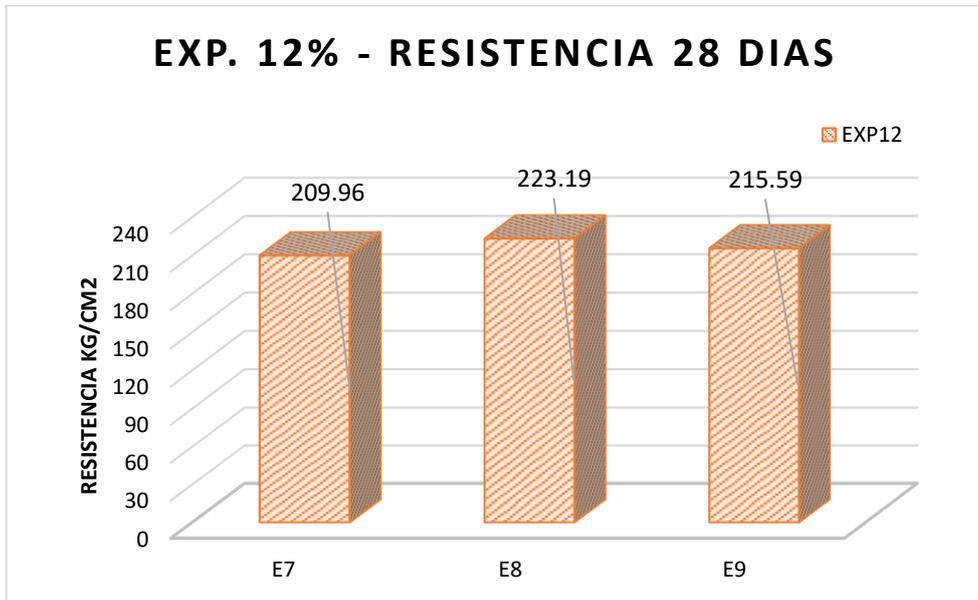


FIGURA N°19: Grafico de Ensayo de Resistencia a Compresión del concreto Experimental 12% combinación a los 28 días

Fuente: Elaboración Propia

TABLA N°27: Promedio de la Resistencia del Concreto Experimental 16% combinación por cada Etapa de Evaluación

EXP. 12%	7DIAS	14DIAS	28 DIAS
PROMEDIO(KG/CM2)	122.88	161.62	216.25

Fuente: Laboratorios de Mecánica de Suelos y Geotecnia USP.

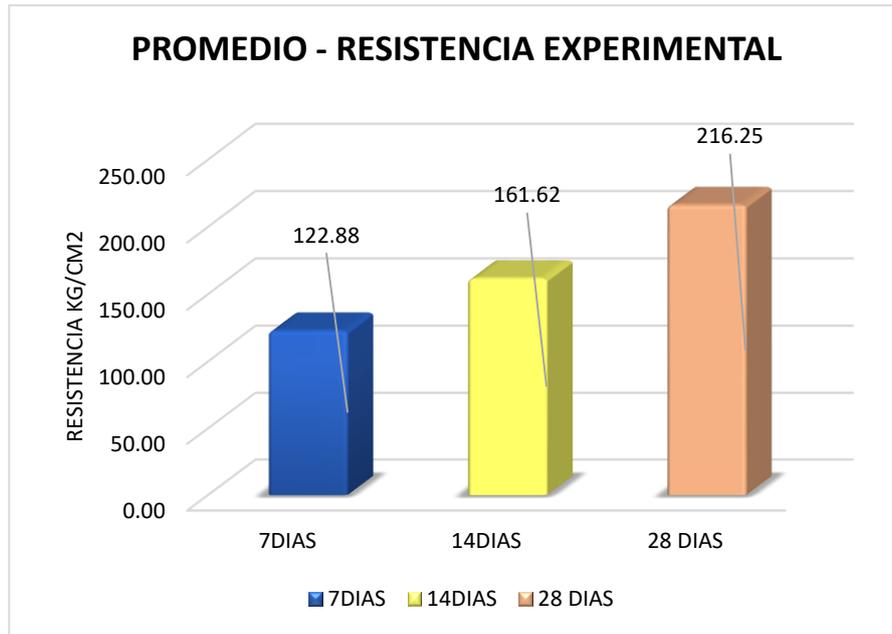


FIGURA N°20: Gráfico de Resistencia a Compresión Promedio del concreto Experimental 12% combinación

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°28: Resultados del Ensayo de Compresión del Concreto Experimental

16% de combinación a los 7 días de curado

N°	Descripción	Edad (días)	Peso inicial (kg)	Peso final (kg)	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Carga (Kg)	f _c (Kg/cm ²)	Avance (%)
1	P-1	7.00	13.30	13.55	15.22	181.84	28720	157.94	75.21
2	P-2	7.00	13.70	13.75	15.16	180.41	26930	149.27	71.08
3	P-3	7.00	13.55	13.60	15.19	181.13	28530	157.51	75.01
Promedio								154.91	73.76

FUENTE: Laboratorios de Mecánica de Suelos y Geotecnia USP.

Tabla N°29: Resultados del Ensayo de compresión del Concreto Experimental**16% de combinación a los 14 días de curado**

N°	Descripción	Edad (días)	Peso inicial (kg)	Peso final (kg)	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Carga (Kg)	f _c (Kg/cm ²)	Avance (%)
4	P-4	14.00	13.55	13.60	15.22	181.84	33160	182.35	86.84
5	P-5	14.00	13.50	13.55	15.19	181.13	34370	189.76	90.36
6	P-6	14.00	13.50	13.55	15.20	181.37	33070	182.34	86.83
Promedio								184.82	88.01

Fuente: Laboratorios de Mecánica de Suelos y Geotecnia USP.**TABLA N°30: Resultados del Ensayo de compresión del Concreto Experimental****16% de combinación a los 28 días de curado**

N°	Descripción	Edad (días)	Peso inicial (kg)	Peso final (kg)	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Carga (Kg)	f _c (Kg/cm ²)	Avance (%)
7	P-7	28.00	13.40	13.45	15.22	181.84	40520	222.83	106.11
8	P-8	28.00	13.35	13.40	15.20	181.37	41170	227.00	108.09
9	P9	28.00	13.30	13.35	15.20	181.37	40100	221.10	105.29
Promedio								223.64	106.50

Fuente: Laboratorios de Mecánica de Suelos y Geotecnia USP.

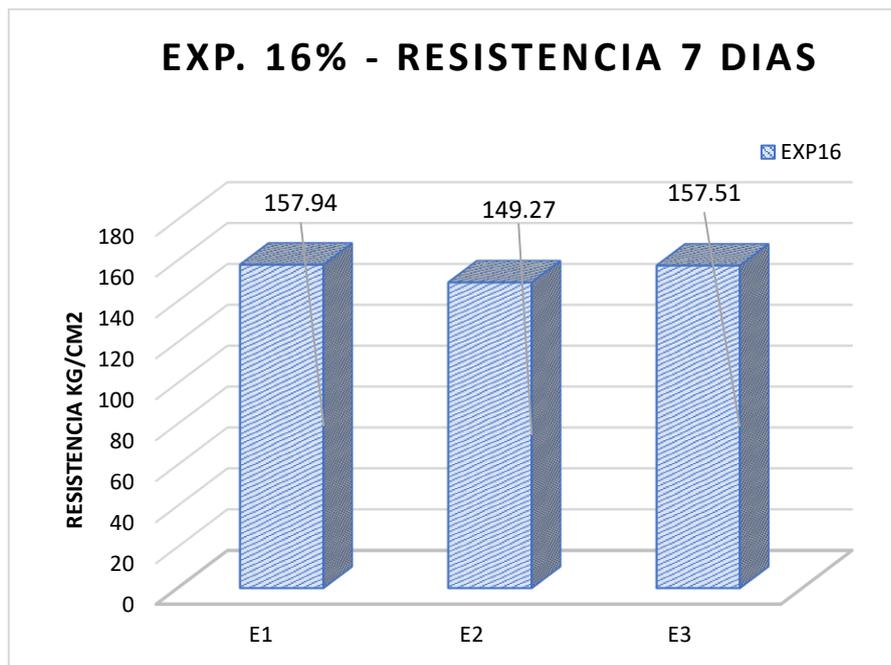


FIGURA N°21: Grafico de Ensayo de Resistencia a Compresión del concreto Experimental 16% combinación a los 7 días

Fuente: Elaboración Propia

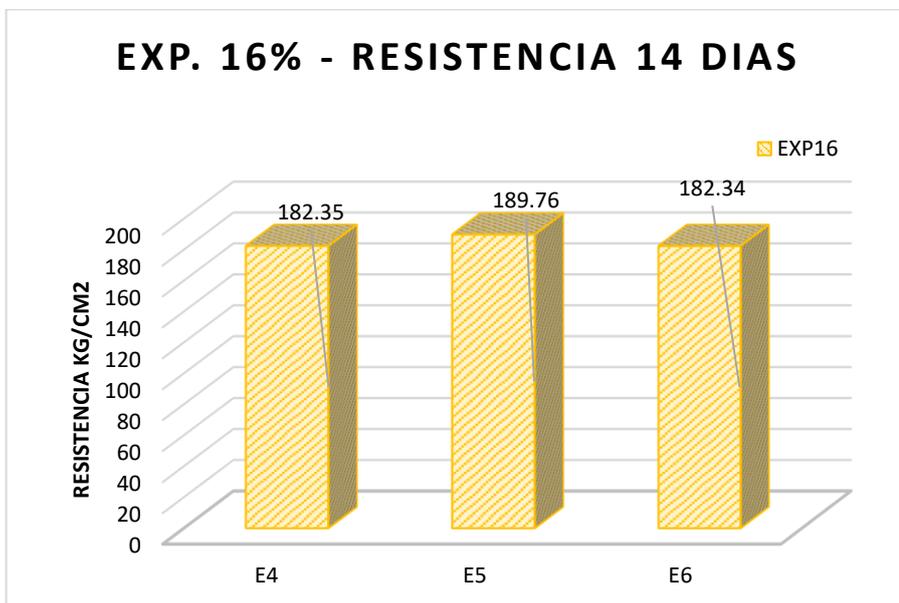


FIGURA N°22: Grafico de Ensayo de Resistencia a Compresión del concreto Experimental 16% combinación a los 14 días:

Fuente: Elaboración Propia

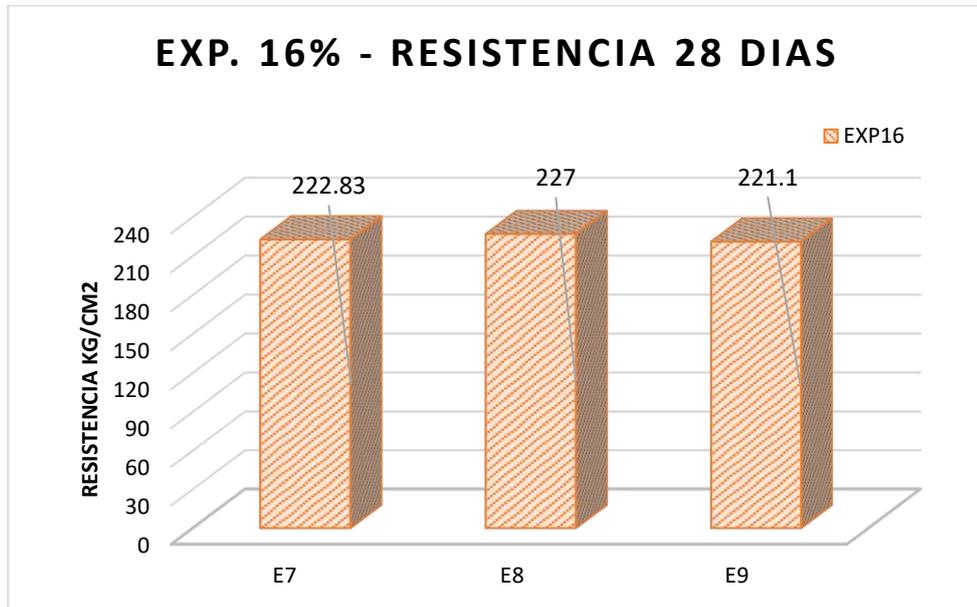


FIGURA N°23: Grafico de Ensayo de Resistencia a Compresión del concreto Experimental 16% combinación a los 28 días

Fuente: Elaboración Propia

TABLA N°31: Promedio de la Resistencia del Concreto Experimental al 16% de combinación por cada Etapa de Evaluación

EXP. 16%	7DIAS	14DIAS	28 DIAS
PROMEDIO(KG/CM2)	154.91	184.82	223.64

Fuente: Laboratorios de Mecánica de Suelos y Geotecnia USP.

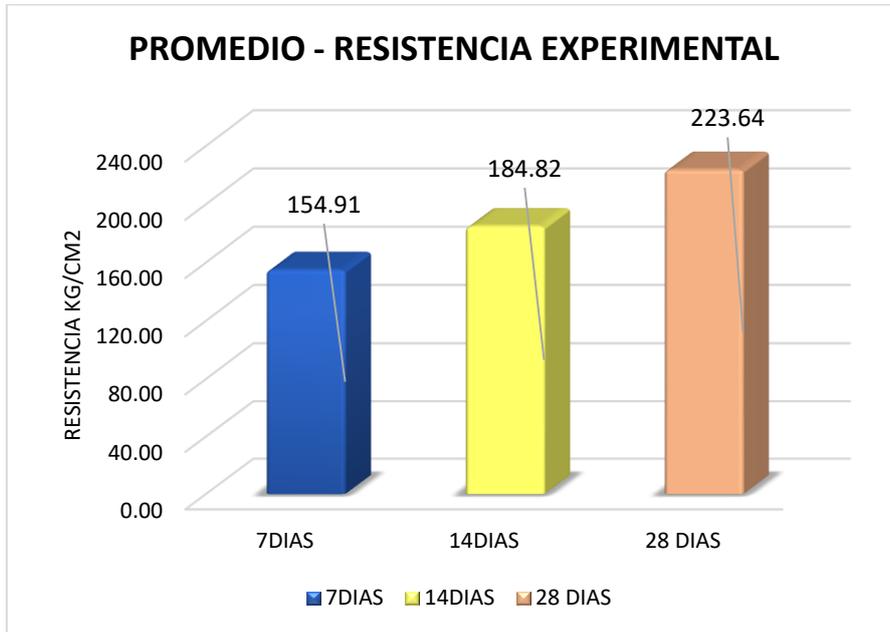


FIGURA N°24: Grafico de Ensayo de Resistencia a Compresión
Promedio del concreto Experimental 16% combinación.
Fuente: Elaboración Propia

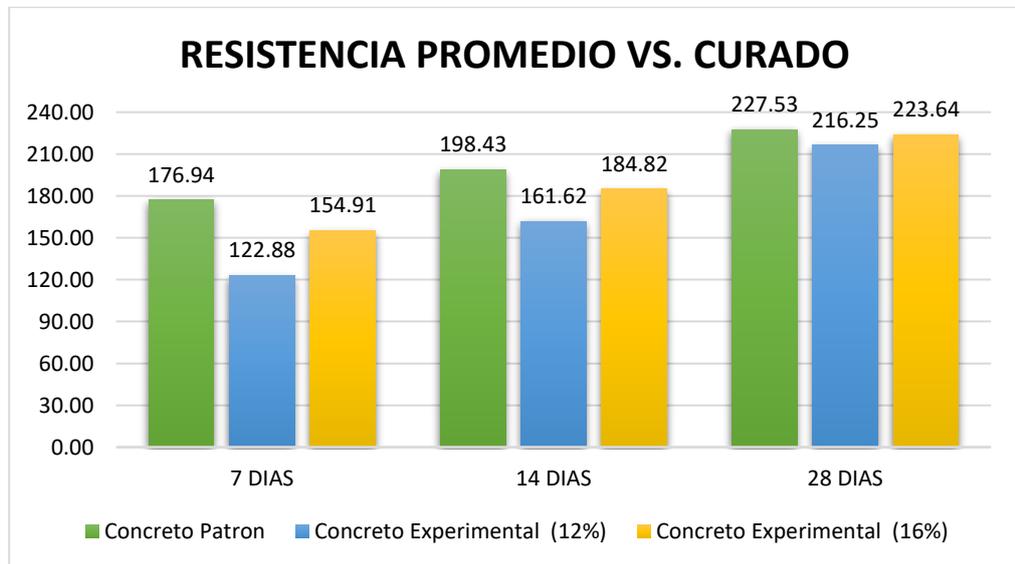


FIGURA N°25: Grafico de Resistencia Promedio V.S Curado
Fuente: Elaboración Propia

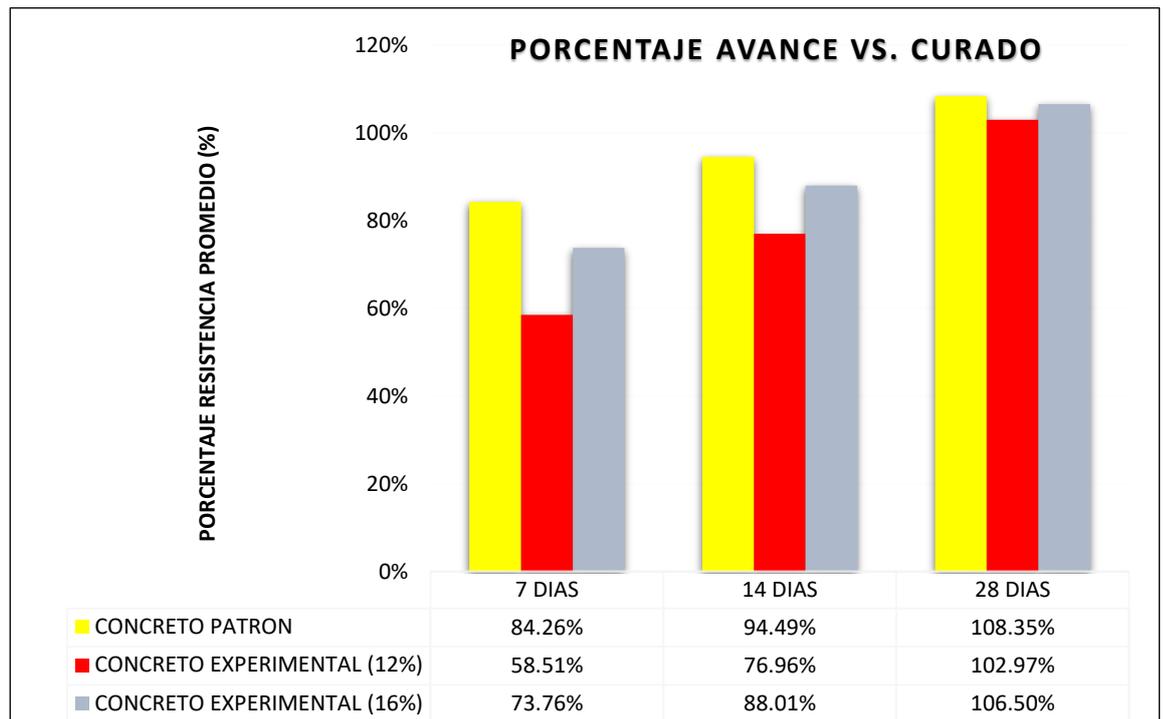


FIGURA N°26: Grafico de Porcentaje de Avance V.S Curado

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°32: Comparación del porcentaje de la Resistencia Patrón $f'_c=210$ kg/cm² y el Experimental (12%) y (16%)

Resistencia Promedio (kg/cm ²)			
Edad del Espécimen	7 días	14 días	28 días
Patrón	176.94	198.43	227.53
E- 12%	122.88	161.62	216.25
E- 16%	154.91	184.82	223.64

Fuente: Elaboración Propia

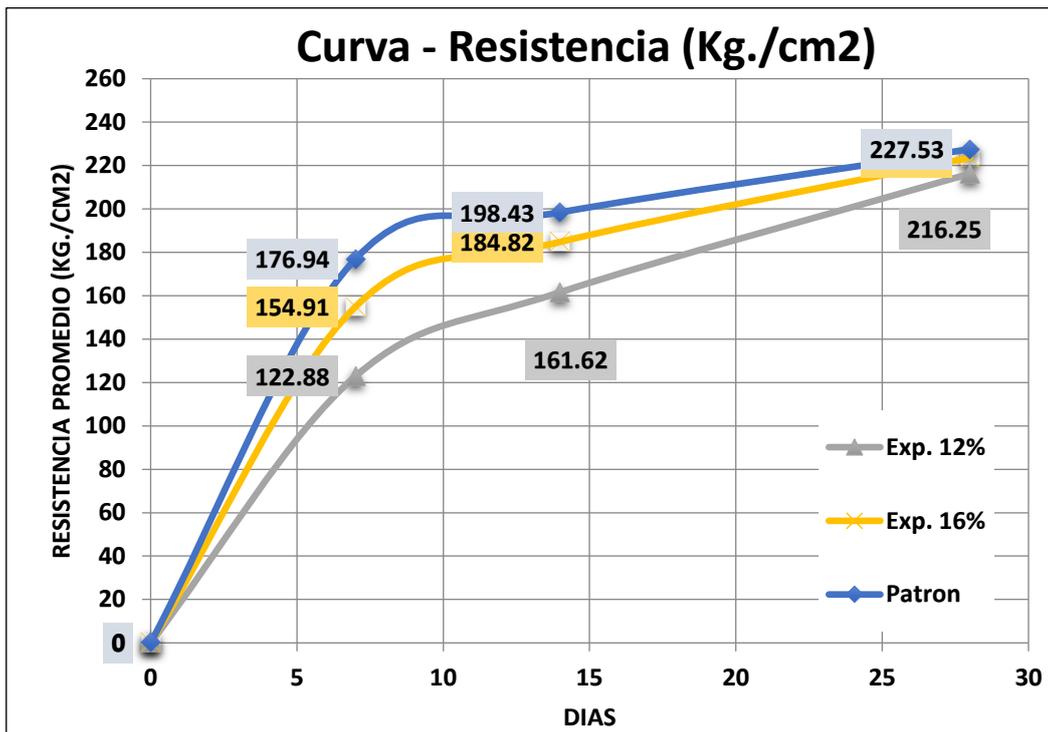


FIGURA N°27: Curva de Resistencia Promedio vs Curado

Fuente: Elaboración Propia

ANALISIS DE LA VARIANZA (ANOVA)

Tabla N°33: Resistencias a la compresión de probetas de concreto con una sustitución de cemento por arcilla y concha de abanico según días de curado

Días de curado	Resistencia de concreto con arcilla y concha de abanico		
	Patrón	12%	16%
7	176,94	122,88	154,91
14	198,43	161,62	184,82
28	227,53	216,25	223,64

Fuente: Resultados de los ensayos del laboratorio, USP

En la tabla N°33 se puede apreciar que las resistencias a la compresión de las probetas de concreto son mayores a los 28 días de curado y menores resistencias de presenta a los 7 días de curado.

Después de verificar el cumplimiento de los supuestos de normalidad con Shapiro – Wilk (con un $p > 0.05$ para cada tratamiento) y homogeneidad de varianzas con la prueba de Levene ($p = 0.638$ y $p > 0.05$) de las resistencias medias obtenidas en las probetas de concreto en cada tratamiento (sustitución de un porcentaje de cemento por una combinación de arcilla y concha de abanico) se procedió a realizar la prueba ANOVA

Tabla N°34: 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
Arcilla y concha de abanico	1768,723	2	884,362	7,564	,044
Días de curado	7597,862	2	3798,931	32,493	,003
Error	467,662	4	116,916		
Total	9834,247	8			

Fuente: Resultados de los ensayos del laboratorio, USP.

En la tabla N°34 se puede visualizar que para la sustitución de cemento por arcilla y concha de abanico (en una combinación de 0%, 12% y 16%) el $p\text{-value} < \alpha$ ($p=0.044$, $p<0.05$) entonces podemos decir que los datos muestran suficientes evidencias para rechazar 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/cm^2 logradas en las probetas de concreto, con sustitución de cemento por una combinación de arcilla y concha de abanico 0%, 12%, y 16%, no son iguales. Es decir, existe una diferencia significativa entre las resistencias medias de las probetas de concreto.

También se tienen que para los días de curado $p\text{-value} < \alpha$ ($p=0.003$, $p<0.05$) entonces podemos decir que las resistencias medias de las probetas de concreto son diferentes a consecuencia de los días de curado (existe un efecto significativo de los días de curado en las resistencias medias).

Tabla N°35: Calculo de la prueba de Duncan para verificar cuál de las resistencias medias de las probetas de concreto son diferentes.

Porcentaje de arcilla y concha de abanico	Subconjunto para alfa = 0,05	
	1	2
E12%	166,9167	
E16%.	187,7900	187,7900
0 %.		200,9667

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos y ensayo de materiales

0 % combinación	200,9667	a
E16 % combinación	187,7900	a
E12 % combinación	166,9167	b

En la tabla N°35, después de realizar la prueba de Duncan podemos apreciar que las probetas de concreto que tienen mayor resistencia a la compresión es la del patrón y la correspondiente a la sustitución del 16% del cemento por la combinación de arcilla y concha de abanico y los que registran menor resistencia es cuando se sustituye el cemento en 12% por la combinación de arcilla y concha de abanico.

TESIS

A continuación, se detallará las tesis:

TESIS (patrón): QUENHUA VASQUEZ MIGUEL-

Resistencia a la compresión de un concreto $f'c=210$ kg/cm² sustituyendo al cemento en 12% y 16% de cenizas de concha de abanico y arcilla de Marçayop – Shocosh

Tesis A: AREVALO GARCIA ENZO GRIEVE

Resistencia a la compresión de un concreto $f'c=210$ kg/cm² sustituyendo al cemento por una combinación 15 % de arcilla y 30% de concha de abanico

Tesis B: VASQUEZ MORI BRANDON

Resistencia a la compresión de un concreto $f'c=210$ kg/cm² sustituyendo el cemento por la combinación del 4% y 5% arcilla de Carhuaz y 12% y 15% cenizas de concha de abanico

Tesis C: HERNANDEZ TENORIO, ANGEL ANTONIO

Resistencia de concreto con cemento sustituido parcialmente al 15% por arcilla de Cuscuden – san pablo (Cajamarca) con 5% de cenizas de conchas de abanico

- Identificar la granulometría *de agregados* basada a la información referida *de la concha de abanico y la arcilla*.

Resultado de la Granulometría

Para establecer los límites de control superior e inferior se trabajó con la norma E.

070 Albañilería (ver Tabla 12).

TABLA N°36: CONTROL DE LA GRANULOMETRÍA – INVESTIGACION QUENHUA (PATRÓN)

Malla ASTM	% Que Pasa	Límite De Control Inferior	Límite De Control Superior
N # 8 (2,36 mm)	97.0	95	100
N # 16 (1,18 mm)	72.8	70	100
N # 30 (0,60 mm)	50.9	40	75
N # 50 (0,30 mm)	34.5	10	35
N # 100 (0,15 mm)	14.9	2	15
N # 200 (0,075 mm)	1.4	0	1

Fuente: Elaboración propia.

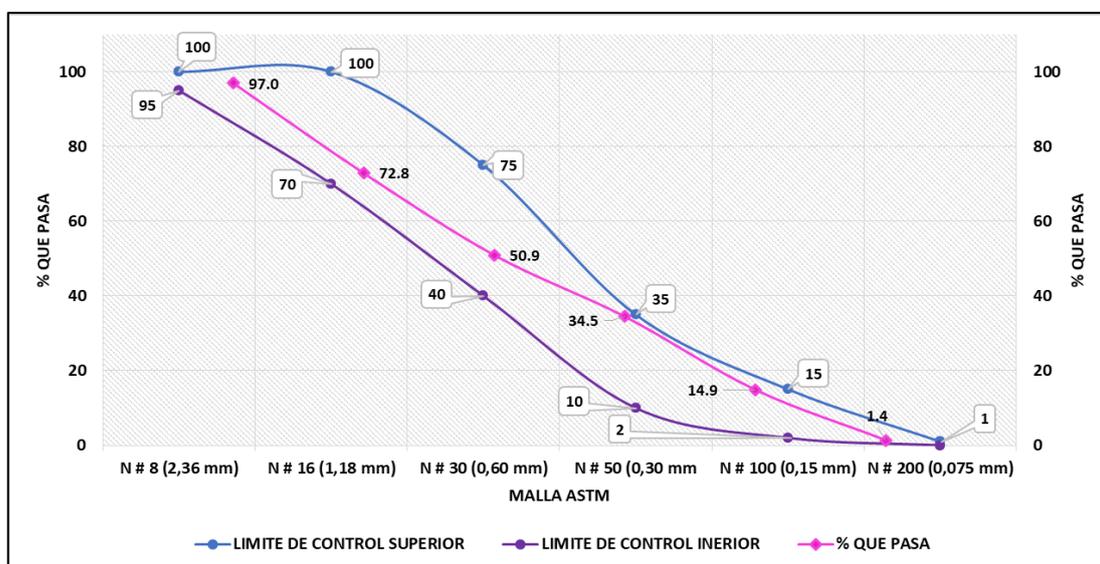


FIGURA N°28: Curvas de control de los porcentajes permisibles - INVESTIGACION QUENHUA

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: En la FIGURA N°28 se observa que el porcentaje que pasa para esta propuesta de diseño cumple con los límites de control establecidos e indica una adecuada distribución de propuesta por las diferentes mallas.

TABLA N°37: CONTROL DE LA GRANULOMETRÍA - INVESTIGACION A

Malla ASTM	% Que Pasa	Límite De Control Inferior	Límite De Control Superior
N # 8 (2,36 mm)	96.0	95	100
N # 16 (1,18 mm)	76.0	70	100
N # 30 (0,60 mm)	46.0	40	75
N # 50 (0,30 mm)	36.0	10	35
N # 100 (0,15 mm)	24.0	2	15
N # 200 (0,075 mm)	8.0	0	1

Fuente: Elaboración propia

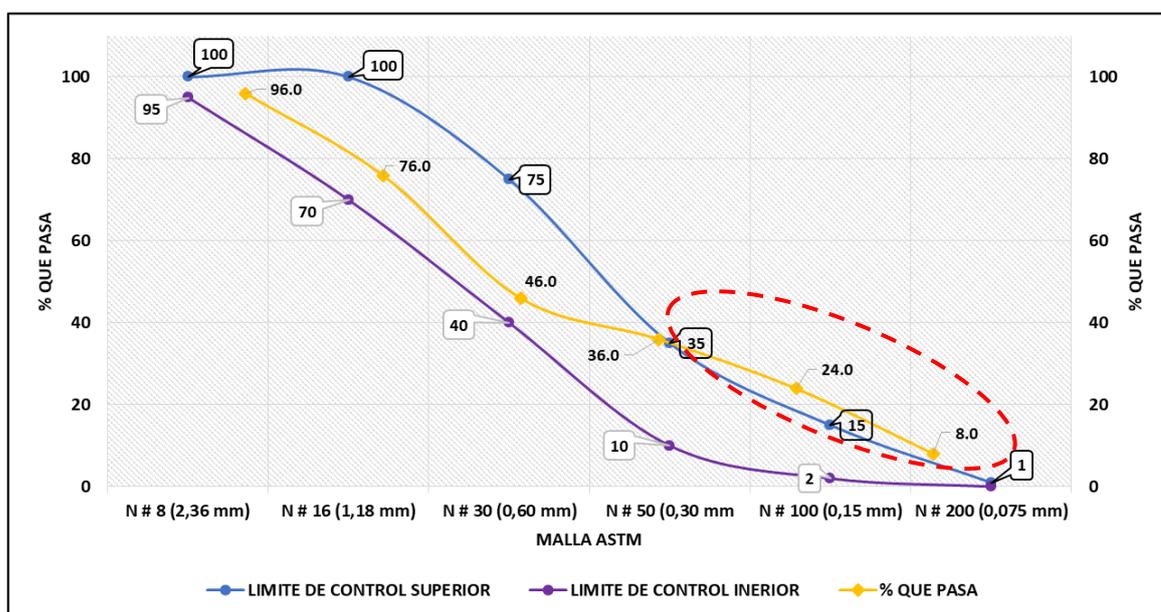


FIGURA N°29: Curvas de control de los porcentajes permisibles – INVESTIGACION A

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación:

Podemos ver en la FIGURA N°29 que el porcentaje que pasa en esta propuesta no cumple en tres puntos de control, los cuales están ubicados en las mallas N 50, 100 y 200.

TABLA N°38: CONTROL DE LA GRANULOMETRÍA - INVESTIGACION B

Malla ASTM	% Que Pasa	Límite De Control inferior	Límite De Control Superior
N # 8 (2,36 mm)	95.6	95	100
N # 16 (1,18 mm)	71.2	70	100
N # 30 (0,60 mm)	46.3	40	75
N # 50 (0,30 mm)	26.3	10	35
N # 100 (0,15 mm)	21.0	2	15
N # 200 (0,075 mm)	5.1	0	1

Fuente: Elaboración propia

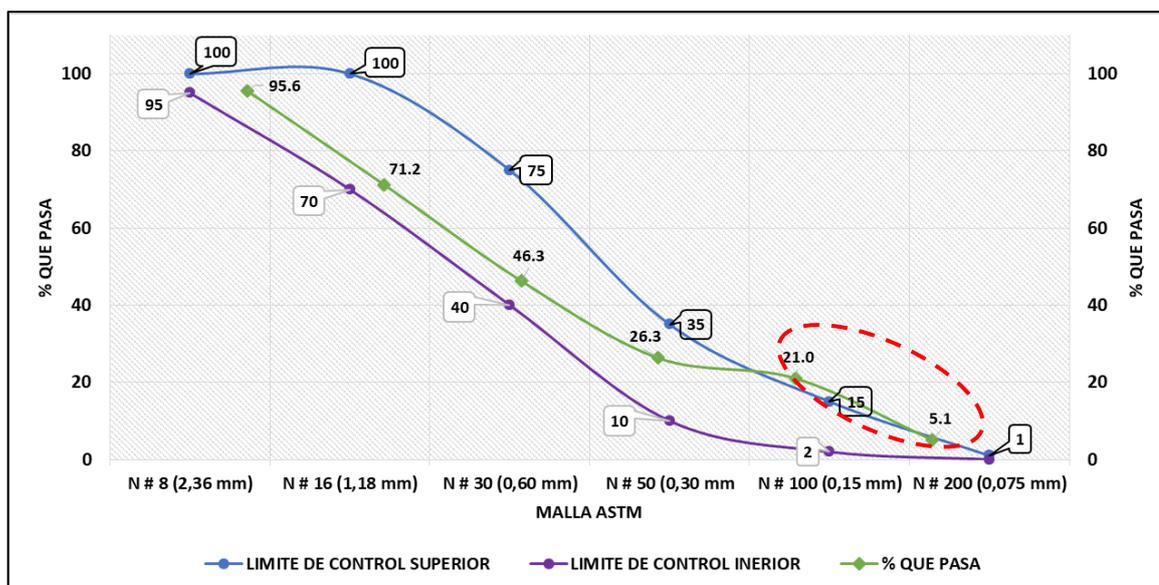


FIGURA N°30: Curvas de control de los porcentajes permisibles - INVESTIGACION B

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Las mallas que superan los límites superiores establecidos son la N 100 y 200, lo cual nos indica que la arena gruesa como en el caso anterior presenta un incremento significativo de fin.

TABLA N°39: CONTROL DE LA GRANULOMETRÍA - INVESTIGACION C

Malla ASTM	% Que Pasa	Límite De Control	Límite De Control
		inferior	Superior
N # 8 (2,36 mm)	95.6	95	100
N # 16 (1,18 mm)	71.2	70	100
N # 30 (0,60 mm)	46.3	40	75
N # 50 (0,30 mm)	26.3	10	35
N # 100 (0,15 mm)	21.0	2	15
N # 200 (0,075 mm)	5.1	0	1

Fuente: Elaboración propia

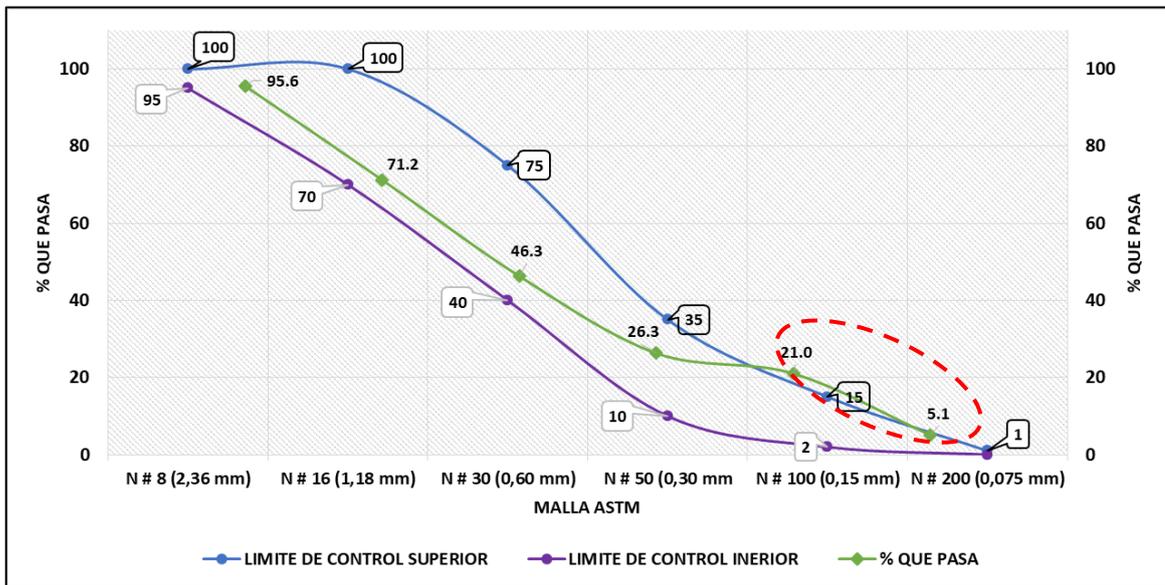


FIGURA N°31 Curvas de control de los porcentajes permisibles - INVESTIGACION C

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Las mallas que superan los límites superiores establecidos son la N 100 y 200, lo cual nos indica que la arena gruesa como en el caso anterior presenta un incremento significativo de fin.

Del objetivo específico: Identificar la temperatura de calcinación de las arcillas y *concha de abanico* mediante información referida (Análisis Térmico Diferencial), se tiene las temperaturas de calcinación de las arcillas obtenidas mediante análisis térmico diferencial de las investigaciones evaluadas.

TABLA N°40: RESUMEN DE LAS TEMPERATURAS DE CALCINACIÓN DE LA ARCILLA SEGÚN INVESTIGACIÓN EVALUADA

Investigación	Grados Celsius (°C)	Promedio (°C)	Limite Superior Critico (°C)	Límite Inferior Critico (°C)
Patrón (Quenhua)	540	595		
A (Arévalo)	600	595	832.50	550.12
B (Vásquez)	700	595	832.50	550.12
C (Hernández)	540	595	832.50	550.12

Nota: Patrón= Dosificación del 3,4% de arcilla y 9,12% de concha, A= Dosificación del 5,10% de arcilla y 10,20% de concha de abanico, C= Dosificación del 4,5% arcilla y 12,15% de concha de abanico; D) = Dosificación del 4,5% arcilla y 12,15% de concha de abanico. D= Dosificación del 15% arcilla y 5% de concha de abanico

Desviación Estándar = 75.50 °C

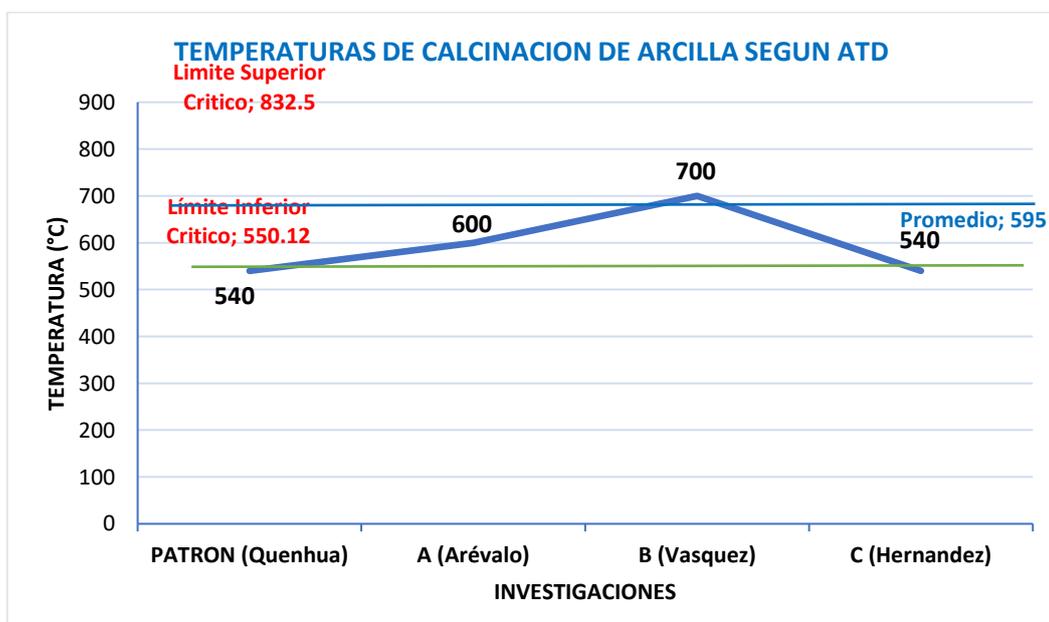


FIGURA N°32: Temperaturas de calcinación de la arcilla según Análisis Térmico Diferencial (ATD). Límites críticos y promedio.

Fuente: elaboración propia

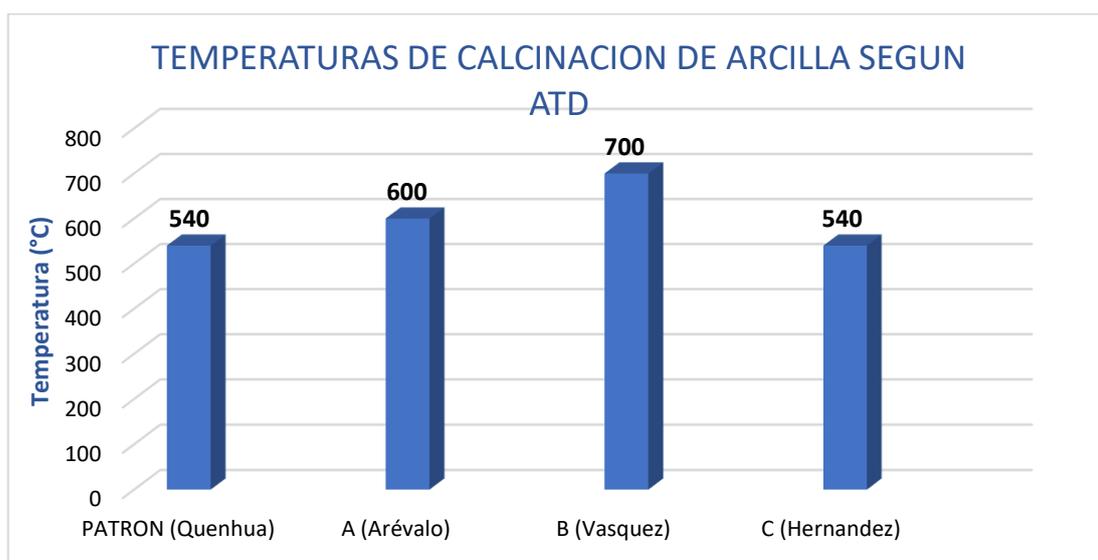


FIGURA N°33: Temperaturas de calcinación de la arcilla según Análisis Térmico Diferencial (ATD).

Fuente: elaboración propia

Temperaturas de calcinación de la concha de abanico obtenidas mediante análisis térmico diferencial de las investigaciones evaluada.

TABLA N°41: RESUMEN DE LAS TEMPERATURAS DE CALCINACIÓN DE LA CONCHA DE ABANICO SEGÚN INVESTIGACIÓN EVALUADA

Investigación	Grados Celsius (°C)	Promedio (°C)	Limite Superior Critico (°C)	Límite Inferior Critico (°C)
Patrón (Quenhua)	900	900		
A (Arévalo)	900	900	915.00	885.00
B (Vásquez)	900	900	915.00	885.00
C (Hernández)	900	900	915.00	885.00

Nota: Patrón= Dosificación del 3,4% de arcilla y 9,12% de concha, A= Dosificación del 5,10% de arcilla y 10,20% de concha de abanico, C= Dosificación del 4,5% arcilla y 12,15% de concha de abanico; D) = Dosificación del 4,5% arcilla y 12,15% de concha de abanico. D= Dosificación del 15% arcilla y 5% de concha de abanico

Desviación Estándar = 0.00 °C

Interpretación: Se puede apreciar en la TABLA N°41 que las temperaturas de calcinación de las investigaciones evaluadas coinciden en 900°C. por consiguiente esta será la temperatura promedio de calcinación en los procesos de activación térmica de la concha de abanico. Y la desviación estándar viene a resultar cero.

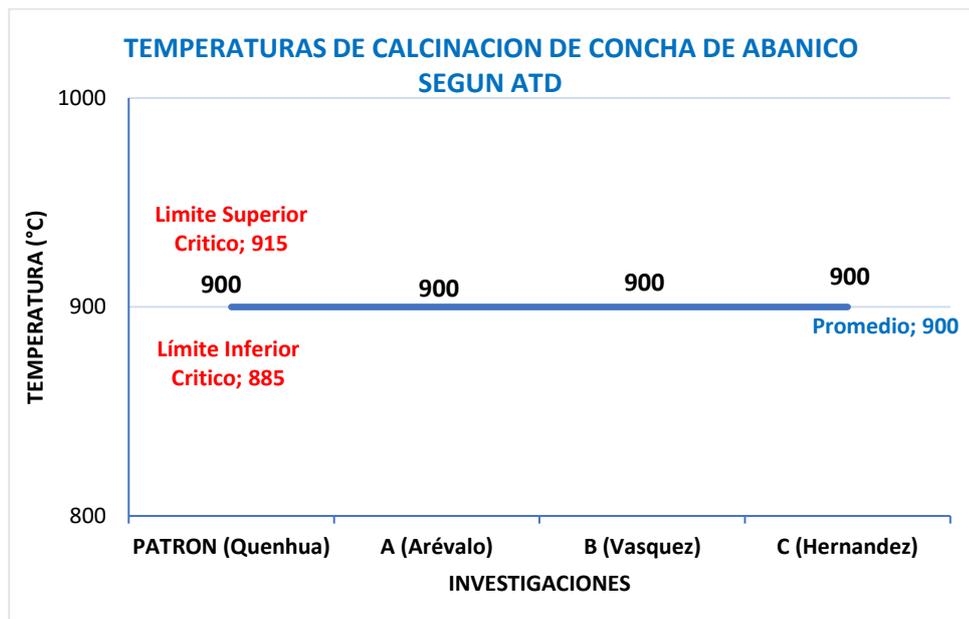


FIGURA N°34: Temperaturas de calcinación de la concha de abanico según Análisis Térmico Diferencial (ATD). Límites críticos y promedio.

Fuente: elaboración propia

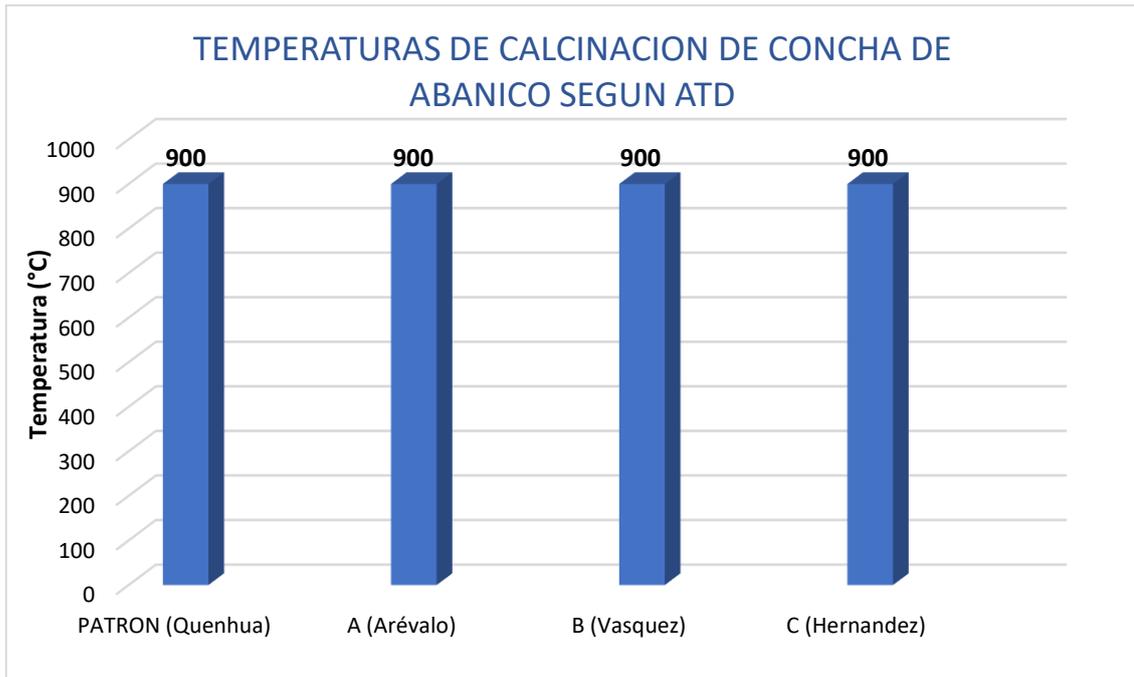


FIGURA N°35: Temperaturas de calcinación de la concha de abanico según Análisis Térmico Diferencial (ATD).

Fuente: elaboración propia

Del objetivo específico: Identificar los componentes químicos *de la arcilla y ceniza de concha de abanico* expresados como óxidos de las arcillas, basándose en información referencial (*FRX: Fluorescencia de Rayos X*).

Primero identificamos los porcentajes totales de sustitución o reemplazo del cemento portland por arcilla y concha de abanico que se han experimentado en las investigaciones evaluadas por Quenhua, Arévalo, Vásquez y Hernández, los tres primeros han realizado dos porcentajes y el último autor estudio solo un porcentaje total.

Porcentajes total de sustitución de los materiales: arcilla y concha de abanico utilizados en las investigaciones evaluadas.

TABLA N°42: PORCENTAJE TOTAL DE SUSTITUCIÓN DEL CEMENTO PORTLAND SEGÚN INVESTIGACIONES EVALUADAS

INVESTIGACION	PROPORCION (arcilla: concha)	ARCILLA (%)	CONCHA DE ABANICO (%)	SUSTITUCION TOTAL (%)
PATRON (Quenhua)	1:3	3	9	12
	1:3	4	12	16
A (Arévalo)	1:2	5	10	15
	1:2	10	20	30
B (Vásquez)	1:3	4	12	16
	1:3	5	15	20
C (Hernández)	3:1	15	5	20

Nota: Patrón= Dosificación del 3,4% de arcilla y 9,12% de concha, A= Dosificación del 5,10% de arcilla y 10,20% de concha de abanico, C= Dosificación del 4,5% arcilla y 12,15% de concha de abanico; D) = Dosificación del 4,5% arcilla y 12,15% de concha de abanico. D= Dosificación del 15% arcilla y 5% de concha de abanico

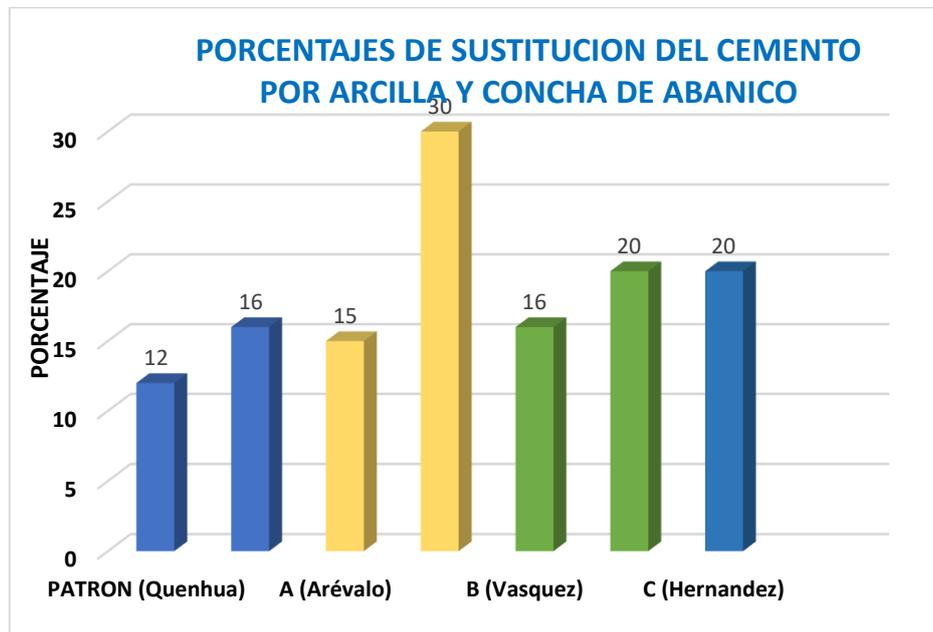


FIGURA N°36: Porcentajes de sustitución del cemento por arcilla y concha de abanico en mezclas de concreto

Fuente: elaboración propia

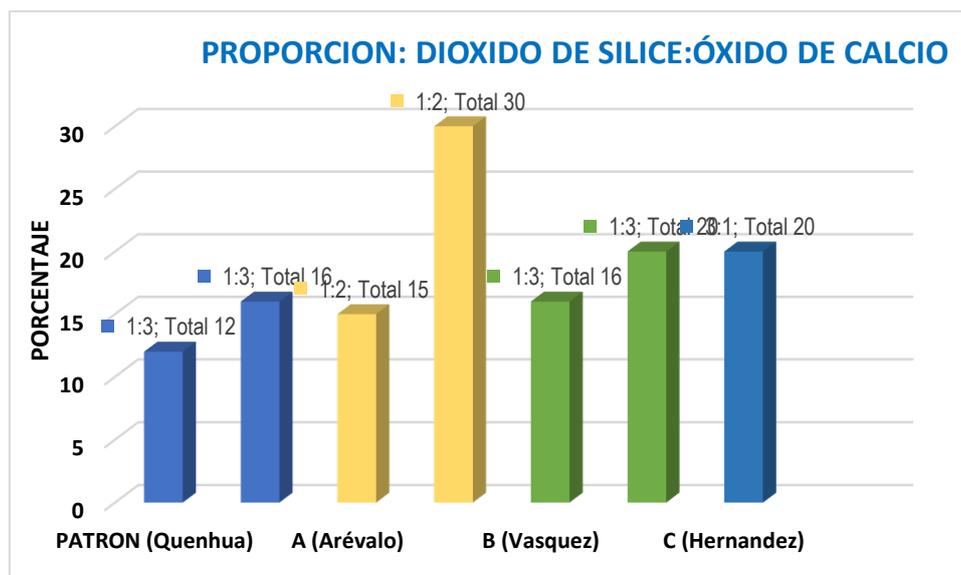


FIGURA N°37: Proporción: dióxido de sílice: óxido calcio según en investigaciones evaluadas

Fuente: elaboración propia

TABLA N°43: TIPO DE ARCILLA SEGÚN EL DIAGRAMA DE HOLTZ & KOVACS.

INVESTIGACION	Índice De Plasticidad)	Límite Plástico	Límite Líquido	Tipo	Procedencia
PATRON (Quenhua)	25.14	28.39	53.53	Caolinita	Marcayop Shocosh Huaraz
A (Arévalo)	23.67	34.05	57.72	Caolinita	Acompampa Carhuaz
B (Vásquez)	21.60	14.71	36.31	Ilita y Montmorillonita	Tarica Carhuaz
C (Hernández)	53.38	45.90	99.28	Ilita	Cuscuden San Pablo Cajamarca

Fuente: Elaboración propia desde investigaciones evaluadas

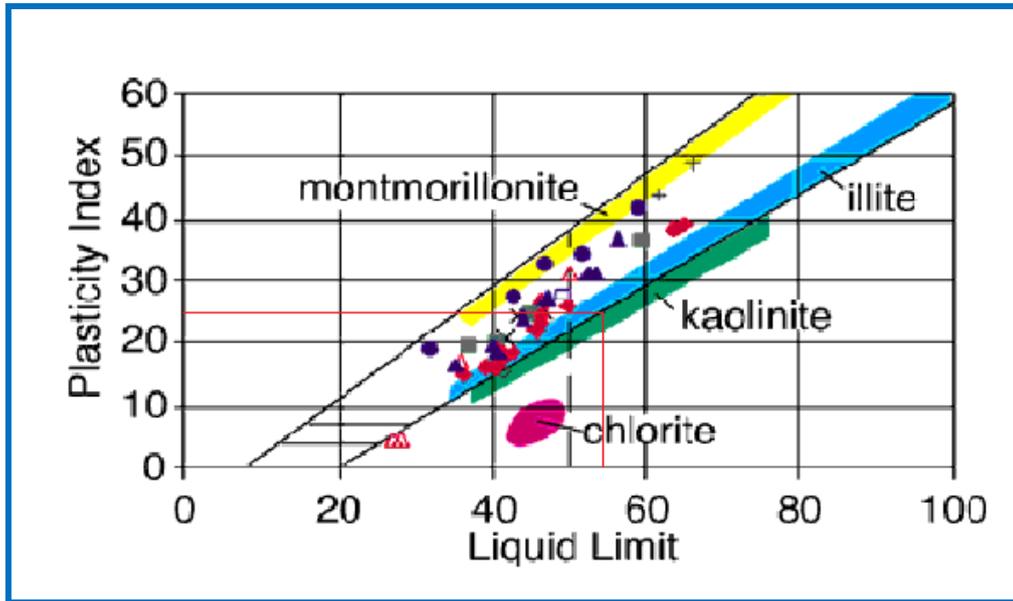


FIGURA N°38: Diagrama de Holtz & Kovacs Investigación patrón: Quenhua

Fuente: elaboración propia

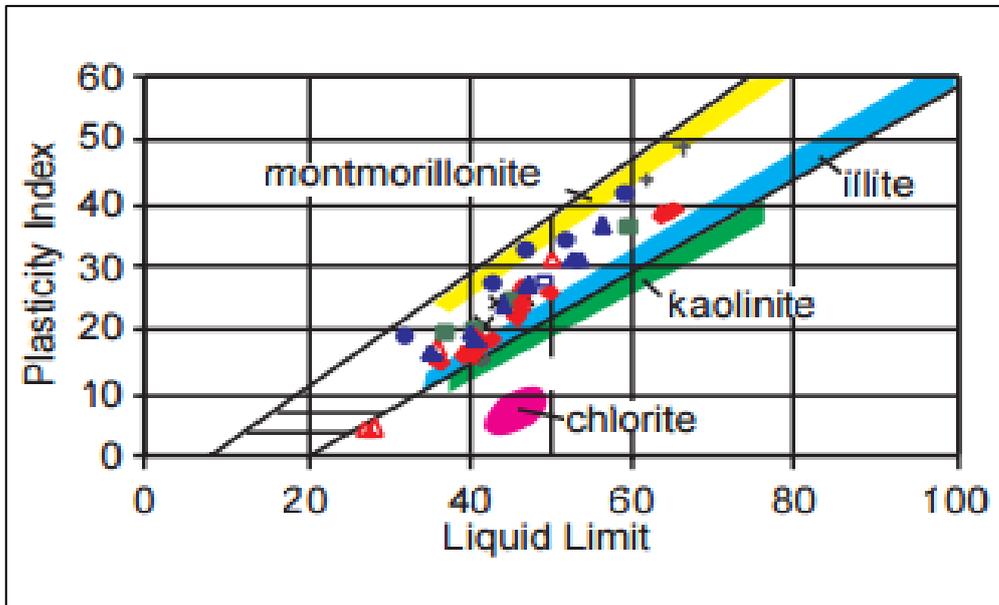


FIGURA N°39: Diagrama de Holtz & Kovacs. Investigación B: Arévalo

Fuente: elaboración propia

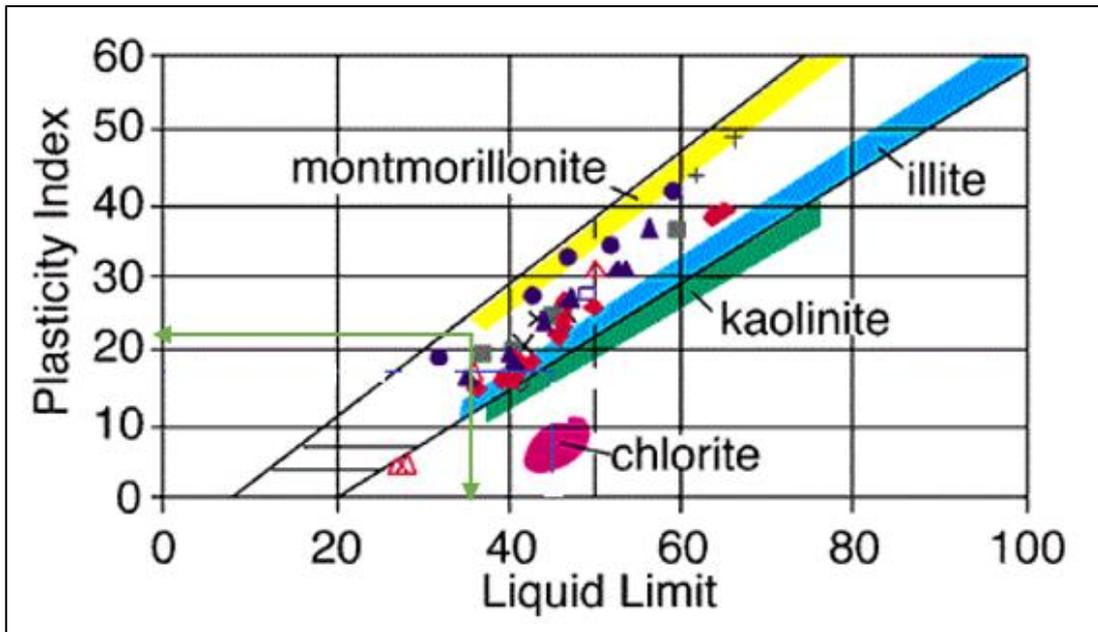
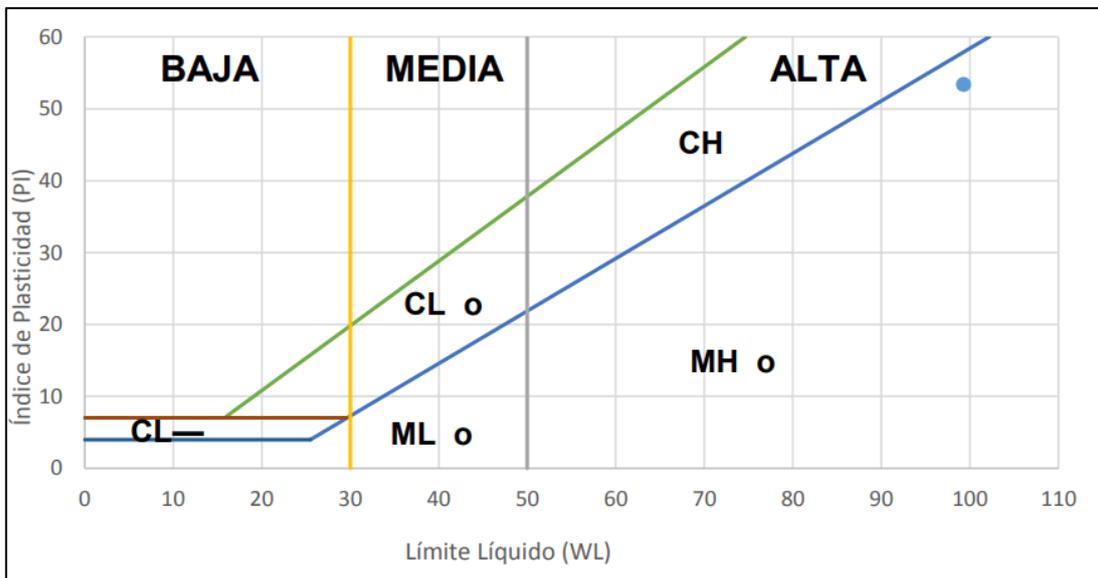


FIGURA N°40: Diagrama de Holtz & Kovacs. Investigación B: Vásquez Mori

Fuente: elaboración propia



**FIGURA N°41: Diagrama de Límite Líquido e Índice de Plasticidad
Investigación C: Hernández**

Fuente: elaboración propia

TABLA N°44: COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LAS ARCILLAS DE INVESTIGACIONES EVALUADAS.

Compuesto químico	Patrón (Quenhua)	A (Arévalo)	B (Vásquez)	C (Hernández)
	%	%	%	%
Dióxido de Silicio (SiO ₂)	57.058	57.058	64.203	43.00
Óxido de hierro (Fe ₂ O ₃)	4.692	4.693	7.354	---
Trióxido de aluminio (Al ₂ O ₃)	35.261	35.261	23.849	51.772
Oxido de calcio (CaO)	0.383	0.383	1.041	0.711
Oxido de potasio (K ₂ O)	2.287	2.284	2.956	3.406

Fuente: Elaboración propia desde investigaciones evaluadas

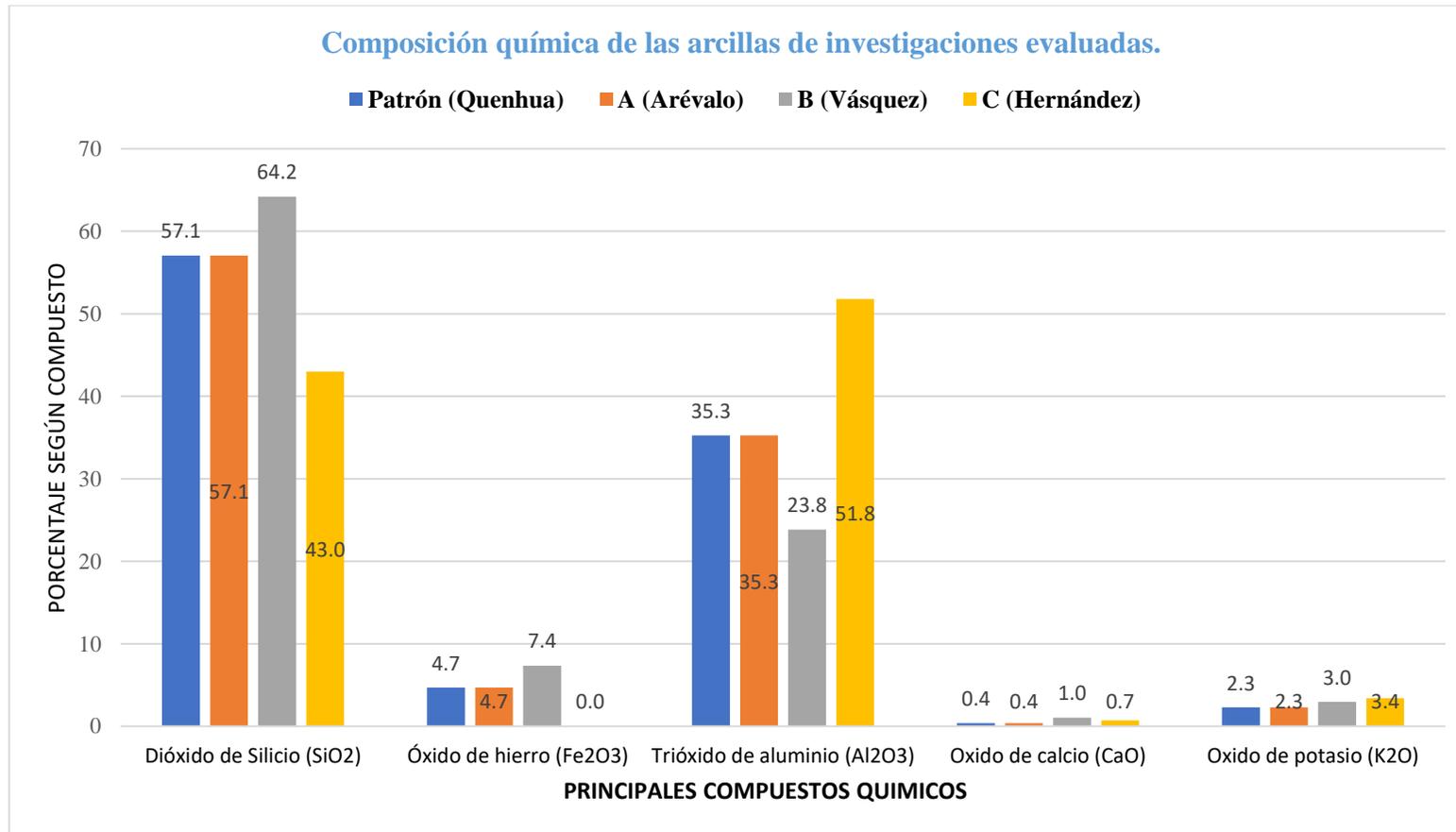


FIGURA N°42: Composición química expresada en óxidos de las dosificaciones variadas de la arcilla según la Fluorescencia de rayos – X

- Identificar el comportamiento del PH en las distintas combinaciones y sin mezclar bajo el tratamiento térmico.

Primero identificamos el potencial hidrogeno de los materiales como el cemento, la arcilla, la ceniza de concha de abanico y las combinaciones de sustitución que se han experimentado en las investigaciones evaluadas por Quenhua, Arévalo, Vásquez y Hernández, los tres primeros han tomado el PH del cemento según proveedor de 13.51 y la investigación C (Hernández) determinó al cemento utilizado. A continuación, se presenta los resultados del pH de los materiales de cada investigación evaluada.

Investigación patrón (Quenhua)

TABLA N°45: Potencial Hidrogeno de la arcilla, concha de abanico y combinaciones de Investigación Patrón (Quenhua)

MATERIAL	PH
Cemento	13.51
Arcilla de Marçayop	7.12
Conchas de abanico	13.28
88% Cemento + 3% Arcilla + 9% de conchas de abanico	13.76
84% Cemento + 4% Arcilla + 12% de conchas de abanico	13.53

Fuente: Laboratorio COLECBI

Investigación A (Arévalo)

TABLA N°46: Potencial Hidrogeno de la arcilla, concha de abanico y combinaciones de Investigación A (Arévalo)

MATERIAL	pH
Cemento	13.51
Arcilla de Mar cayop	7.11
Conchas de abanico	13.29
85% Cemento + 5% Arcilla + 10% de conchas de abanico	13.67
70% Cemento + 10% Arcilla + 20% de conchas de abanico	13.51

Fuente: Laboratorio COLECBI

Investigación B (Vásquez)

TABLA N°47: Potencial Hidrogeno de la arcilla, concha de abanico y combinaciones de Investigación B (Vásquez)

MATERIAL	pH
Cemento	13.51
Arcilla de Mar cayop	6.57
Conchas de abanico	13.26
65% Cemento + 15% Arcilla + 20% de conchas de abanico	13.41

Fuente: Laboratorio COLECBI

Investigación C (Hernández)

TABLA N°48: Potencial Hidrogeno de la arcilla, concha de abanico y combinaciones de Investigación C (Hernández)

MATERIAL	pH
Cemento	13.00
Arcilla de activada de Cuscuteen	5.5 - 6
Cenizas Conchas de abanico	13.00
80% Cemento + 15% Arcilla + 5% de conchas de abanico	12.00

Fuente: Laboratorio UNT

En la TABLA N°48 se presenta los resultados del PH de los materiales: Cemento, arcilla, ceniza de concha de abanico, que proporcionan un promedio que se generaliza en casi todas las investigaciones de esta materia prima.

TABLA N°49: Cuadro Resumen del Potencial Hidrogeno

Investigación	PH				
	cemento	arcilla	concha de abanico	comb 1	comb 2
PATRON (Quenhua)	13.51	7.12	13.28	13.76	13.53
A (Arévalo)	13.51	7.11	13.29	13.67	13.51
B (Vásquez)	13.51	6.57	13.26	13.41	
C (Hernández)	13	5.5 - 6	13	12	
Promedio	13.38	6.93	13.21		

- Analizar y comparar el comportamiento de las resistencias a la compresión de las mezclas referidas a los 7,14 y 28 días, utilizando información referencial mediante procesamiento estadístico.

TABLA N°50: PORCENTAJE TOTAL DE SUSTITUCIÓN DEL CEMENTO PORTLAND SEGÚN INVESTIGACIONES EVALUADAS

AUTOR	PROPORCION	TOTAL, DE SUSTITUCION	RESISTENCIA PROMEDIO					
			7		14		28	
			f'c	Avance %	f'c	Avance %	f'c	Avance %
PATRON (Quenhua)	1:3	3+9 =12	122,88	58,51	161,62	76,96	216,25	102,97
	1:3	4+12=16	154,91	73,76	184,82	88,01	223,64	106,50
A (Arévalo)	1:2	5+10=15	161,85	77,07	183,58	87,42	216,02	102,86
	1:2	10+20=30	161,90	77,10	183,60	87,43	214,56	102,17
B (Vásquez)	1:3	4+12=16	176,03	83,82	199,35	94,93	244,62	116,48
	1:3	5+15=20	127,68	60,80	147,22	70,10	188.00	89,52
C (Hernández)	3:1	15+5=20	115,25	55,54	143,17	61.51	174,78	56,55

Fuente: elaboración propia basada en análisis de investigaciones de sustitución del cemento por arcilla y concha de abanico en proporciones y dosificaciones

Interpretación: En la TABLA N°50 se puede apreciar que las investigaciones realizadas por casi todos los autores presentan condiciones de resistencia en aumento de acuerdo al tiempo de curado y llegan a cumplir con la resistencia de diseño establecida como estándar de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, a excepción de la investigación de Hernández Tenorio (2018) Cuyos valores están siempre por debajo de los porcentajes de avance establecidos por la norma a los 7, 14 y 28 días que deben ser de mayores a 70%, 80% y 100% respectivamente.

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

En este capítulo se analiza y se discute los resultados obtenidos en los ensayos del laboratorio, con el objetivo de contrastar la hipótesis de trabajo presentada en el capítulo I de la presente tesis.

SOBRE LOS ENSAYOS REALIZADOS

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 2.60 lo cual es aceptable, pues se está trabajando un módulo de finura superior al mínimo requerido (2.35 – 3.15), estimándose que tenemos una arena que produce concretos de buena trabajabilidad y reducida segregación debido a que se encuentra entre los módulos 2.2 y 2.8 (Abanto, F., 2009).

La granulometría del agregado grueso, cumple con los límites establecidos por Norma ASTM C-33 y está caracterizada por forma sub. Angular y rugosa, el tamaño máximo nominal de la piedra es de 1".

La arcilla extraída de Marçayop - Shocosh presenta un índice de plasticidad de 25.14%, límite líquido 53.53%, clasificándola así en una arcilla Caolinita.

De acuerdo al análisis térmico diferencial donde se realizó el barrido de temperaturas para determinar a qué temperatura la concha de abanico cambia de fase, según en el análisis termogravimétrico (TG) nos muestra una muy leve caída del material, indicando buena estabilidad térmica del material hasta alcanzar los 700° C, temperatura en la cual marca el inicio para la descomposición acelerada y la pérdida de material. Y de acuerdo al análisis calorimétrico (DSC), la curva muestra dos ligeras bandas endotérmicas, la primera a 110 y la otra a 210 °C y posteriormente un intenso pico de absorción térmica a 900°C.

De acuerdo al análisis térmico diferencial donde se realizó el barrido de temperaturas para determinar a qué temperatura la arcilla cambia de fase, según en el análisis termogravimétrico (TG) nos muestra dos importantes pérdidas del material conforme se aumenta, la primera evidencia se da en el rango entre 70 y 130°C, posteriormente se muestra una caída más intensa entre el rango de 450 a 530°C. Y de acuerdo al análisis calorimétrico (DSC), la curva muestra una primera banda endotérmica, aproximadamente a 120° C, luego a 200°C y más adelante un pequeño pico a aproximadamente 540°C.

Los resultados obtenidos del ensayo de fluorescencia de rayos x dispersiva en energía (FRXDE) a la muestra de concha de abanico según la tabla N° 09 demuestra la presencia de precursores puzolánicos en aproximados porcentajes en comparación a la composición química del cemento portland Tipo I, donde se detallan los siguientes elementos tales como: óxido de hierro Fe_2O_3 (0.008%), óxido de calcio CaO (93.102 %) y trióxido de aluminio Al_2O_3 (4.134 %), dióxido de silicio SiO_2 (0.697%), entre otros elementos.

Los resultados obtenidos del ensayo de fluorescencia de rayos x dispersiva en energía (FRXDE) a la muestra de arcilla de Marçayop - Shocosh según la tabla N° 10 demuestra la presencia de precursores puzolánicos en aproximados porcentajes en comparación a la composición química del cemento portland Tipo I, donde se detallan los siguientes elementos tales como: dióxido de silicio SiO_2 (57.058%), óxido de calcio CaO (0.383 %) y trióxido de aluminio Al_2O_3 (35.261 %), óxido de manganeso MnO (0.021) entre otros elementos.

El pH de la concha de abanico nos dio como resultado 13.28 y la arcilla de Marçayop - Shocosh 7.12. Se realizó la mezcla de los materiales puzolánicos con el concreto con sustitución de 3% arcilla y 9% concha de abanico se obtuvo 13.76 y con sustitución de 4%

arcilla y 12% concha de abanico se obtuvo 13.53 superando al pH del cemento portland tipo I (13.12). Esto nos muestra que son mezclas activadas alcalinamente, porque contiene silicato cálcico hidratado (C-S-H).

CONCLUSIONES

1. Al activar térmicamente la concha de abanico a 900°C por 3 horas, se determina que contiene la siguiente composición química: 93.102% de óxido de calcio (CaO), 4.134 % de trióxido de aluminio (Al_2O_3), 0.697% de dióxido de silicio (SiO_2) y 0.008% de trióxido de hierro (Fe_2O_3), entre otros elementos.
2. Según el análisis químico para la arcilla estudiada, se determina que contiene la siguiente composición química: Oxido de Calcio (CaO) en 0.383%, 57.068% de dióxido de silicio (SiO_2), 35.261 % de trióxido de aluminio (Al_2O_3), 0.021% de óxido de manganeso (MnO) entre otros elementos.
3. El pH de la concha de abanico nos dio como resultado 13.28, la arcilla de Mar cayop - Shocosh es 7.12, el cemento 13.51 y la combinación con sustitución del 12% se obtuvo 13.76 y con sustitución del 16% se obtuvo un pH de 13.53.
4. La relación óptima a/c para el concreto patrón fue de 0.684, la sustitución del 12% fue de 0.854 y para la sustitución del 16% fue de 0.893.
5. El peso específico resultante de las muestras fue:

PESO ESPECIFICO (gr/cm3)

CEMENTO TIPO I	3.10
CONCHA DE ABANICO	3.60
ARCILLA	3.05
9% CA+ 3% A + 88% CEMENTO	3.72
12% CA + 4 % A + 84% CEMENTO	3.75

6. Habiéndose elaborado las probetas de concreto patrón se realizó el ensayo de resistencia a la compresión obteniendo como resultados promedios a los 7 días 176.94 kg/cm², a los 14 días 198.43 kg/cm² y a los 28 días 227.53 kg/cm².

Con la sustitución del 3% de Arcilla y 9% de concha de abanico se obtuvo como resistencias promedio a los 7 días 122.88 kg/cm², a los 14 días 161.62 kg/cm² y a los 28 días 216.25 kg/cm².

Asimismo, con la sustitución del 4% de Arcilla y 12% de concha de abanico se obtuvo como resistencias promedio a los 7 días 154.91 kg/cm², a los 14 días 184.82 kg/cm² y a los 28 días 223.64 kg/cm².

7. Para la arcilla de Marçayop - Shocosh se evaluó sus Límites de Atterberg. De acuerdo a estos valores se puede apreciar que el índice de plasticidad fue de 25.14%, esto quiere decir que es una arcilla con una baja plasticidad, de acuerdo a esto se puede concluir que la muestra contiene menos minerales de arcilla y por tanto no es una arcilla pura sino una arcilla mezclada con más contenido de cuarzo, fosfato, zinc según Chackchouk et al., (2006). Graficando el índice de plasticidad de 25.14 con el límite líquido de 53.53% en el Diagrama de Holtz y Kovacks, nos indica en una

aproximación del tipo de arcilla que tenemos, la cual es Caolinita; aun cuando no sabemos en qué proporciones y junto a que otros minerales están asociados.

- 8.** Podemos concluir que con nivel de 5% de significancia las resistencias medias en kg/cm² logradas en las probetas de concreto, con sustitución de cemento por una combinación de arcilla y concha de abanico 0%, 12%, y 16%, no son iguales. Es decir, existe una diferencia significativa entre las resistencias medias de las probetas de concreto.

- 9.** Podemos concluir que sin embargo a mi convencional (210 kg/cm²) si supera a los 28 días tanto como mi combinación de 12% y 16%.

RECOMENDACIONES

- 1.- Se recomienda que cada vez que se haga nuevas combinaciones de porcentajes, realizar el ensayo de peso específico y realizar un nuevo diseño de mezcla.
- 2.- Evaluar la resistencia del concreto, usando combinaciones de 3:1 o 3:2 en proporción de porcentajes para ver el comportamiento a la resistencia a la compresión que tienen estas combinaciones.
- 3.- se recomienda usar el ensayo de Análisis Térmico Diferencial después de hacer el lavado y secado de la Arcilla de Marçayop - Shocosh, para obtener mejores propiedades químicas de este material.
- 4.- Se recomienda realizar más ensayos de pH de los materiales en diferentes porcentajes para saber la variación y diferencia de resultados en cuanto a la alcalinidad y así obtener un porcentaje favorable.
- 5.- Se recomienda que se dé una adecuada recolección de las conchas de abanico y un buen tratamiento, llegando así a obtener propiedades que puedan servir como precursores puzolánicos.
- 6.- Se recomienda evaluar la resistencia a la compresión del concreto a 45, 60, y 90 días de curado debido a que la resistencia a los 28 días es próxima a la del patrón.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Alujas, A., Fernández, R., Martinera, J. & Quintana, R. (2010). “Empleo de arcillas caoliníticas de bajo grado activadas térmicamente como una alternativa para el reemplazo parcial de cemento pórtland”
- Castillo, R. et al. (2011). “ESTUDIO DE LA ADICIÓN DE ARCILLAS CALCINADAS EN LA DURABILIDAD DE HORMIGONES”.
- Blas, W., Avendaño, S., Prieto, M. (2002). “Aprovechamiento de residuos en el procesamiento de la concha de abanico (*Argopecten Purpuratus*) en la Bahía de Paracas”.
- IECA. (2013). Componentes y propiedades del cemento. 2015, de IECA. Recuperado de: <https://www.ieca.es/componentes-y-propiedades-del-cemento/>
- Julián C. et. al. (2015). "Resistencia de nuevos materiales para sustituir el cemento en concreto". Universidad San Pedro.
- Julián, C. et al. (2011). “Sustitución parcial del cemento por residuos calcáreos de *Argopecten purpuratus* (conchas de abanico) en mezclas de concreto”. Universidad San Pedro.
- Flores, Y. & Mazza, S. (2014). Utilización de residuos de conchas de abanico como mejoramiento en las propiedades resistentes del concreto". Universidad San Pedro.
- Gutiérrez de L., Libia. (2015). En “EL CONCRETO Y OTROS MATERIALES PARA LA CONSTRUCCION”.
- Nizama (2014). Valoración de residuos crustáceos para concretos de baja resistencia. Piura.
- NTP 334.009. CEMENTOS. Procedimientos para la obtención de pastas y morteros de consistencia plástica.
- NTP 334.057. CEMENTOS. Método de ensayo para determinar la fluidez de morteros de Cemento Portland

RIVERA L., Gerardo Antonio. Concreto Simple. Popayán. UNICAUCA. Editorial UNICAUCA. 2013.

Sánchez de G., Diego (2011). En Tecnología de Concreto y Mortero.

Sun, M., Inga, J. & Gutarra, A. (2013).: “Preparación de filtros de adsorción a base de arcillas modificadas”.

Vivian M. & esteban L. (2006). Apoyo didáctico para la enseñanza y aprendizaje en la asignatura de “tecnología del hormigón”. Bolivia: Universidad Mayor de San Simón.

IECA. (2013). Componentes y propiedades del cemento. 2015, de IECA

Sitio web: https://www.ieca.es/gloCementos.asp?id_rep=179

AGRADECIMIENTO:

Doy gracias a Dios ya que sin el nada es posible y especialmente agradecido con mi madre y abuelos, tía por todo el apoyo brindado en todo momento transcurrido para llegar a esta primera meta planteada en mi vida, muy agradecido con mis asesores que me han ayudado en todo momento.

Han corregido minuciosamente este trabajo y me han dado la posibilidad de mejorarlo.

Tengo que agradecerles sus comentarios, direcciones, sugerencias y las correcciones con la que he podido elaborar una adecuada memoria de todo el trabajo realizado durante este tiempo.

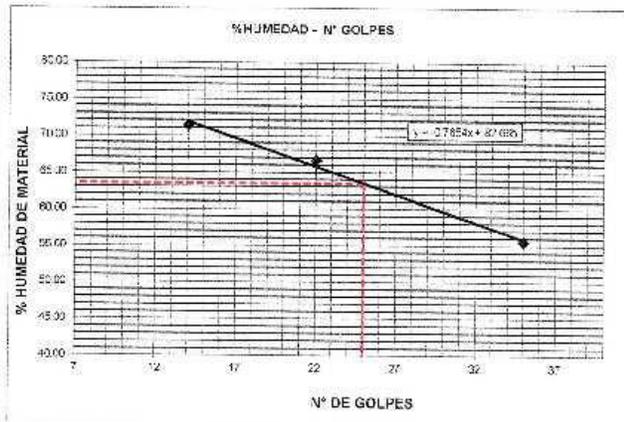
ANEXOS



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

SOLICITA : BACH. QUENHUA VASQUEZ MIGUEL ANGEL
 TESIS : EVALUACION DEL USO DE LA ARCILLA Y LA CONCHA DE ABANICO (ARGOPECTEN PURPURATUS)
 COMO MATERIALES CEMENTICIOS SUPLEMENTARIOS EN CONCRETO, CHIMBOTE - 2020
 MUESTRA : ARCILLA
 LUGAR : SANTA - PROVINCIA, SANTA - ANCASH
 FECHA : 05/10/2020

Nro. DE ENSAYO	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
	1	2	3	1	2	3
PESO TARA + SUELO HUMEDO (gr.)	46.00	48.00	44.00	26.00	24.00	25.00
PESO TARA + SUELO SECO (gr.)	36.00	36.00	34.00	25.00	23.00	24.00
PESO DE LA TARA (gr.)	18.00	18.00	20.00	22.00	20.00	20.00
PESO DEL AGUA (gr.)	10.00	12.00	10.00	1.00	1.00	1.00
PESO SUELO SECO (gr.)	18.00	18.00	14.00	3.00	3.00	4.00
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	55.56	66.67	71.43	33.33	33.33	25.00
Nro. DE GOLPES	35	22	14	30.56		



LIMITE LIQUIDO	
(MTC E-110, ASTM D-4318 y AASHTO T89)	
LL :	% 63.53

LIMITE PLASTICO	
(MTC E-111, ASTM D-4318 y AASHTO T90)	
LP :	% 30.56

INDICE DE PLASTICIDAD	
ASTM D-438	
IP :	% 32.97

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 Los Pinos de Mz. B y C de Chimbo
 Mg. Miguel Sotol Jara
 U.E.A.E



CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO FINO

(ASTM D-2216)

SOLICITA : BACH. QJENHUA VASQUEZ MIGUEL ANGEL
TFSIS : EVALUACION DEL USO DE LA ARCILLA Y LA CONCHA DE ABANICO (ARGOPECTEN PURPURATUS)
COMO MATERIALES CEMENTICIOS SUPLEMENTARIOS EN CONCRETO, CHIMBOTE - 2020
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
CANTERA : RUBEN
MATERIAL : ARENA GRUESA
FECHA : 05/10/2020

PRUEBA Nº	01	02
TARA Nº		
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	960	750
TARA + SUELO SECO (gr)	952	744
PESO DEL AGUA (gr)	8	6
PESO DE LA TARA (gr)	165	168
PESO DEL SUELO SECO (gr)	787	576
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	1.02	1.04
PROV. CONTENIDO HUMEDAD (%)	1.03	


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
Mg. Miguel Solar Jara
JEFE



CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO GRUESO
(ASTM D-2216)

SOLICITA : BACH. QUENHUA VASQUEZ MIGUEL ANGEL
TFSIS : EVALUACION DEL USO DE LA ARCILLA Y LA CONCHA DE ABANICO (ARGOPECTEN PURPURATUS)
COMO MATERIALES CEMENTICIOS SUPLEMENTARIOS EN CONCRETO, CHIMBOTE - 2020
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
CANTERA : RUBEN
MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
FECHA : 05/10/2020

PRUEBA N°	01	02
TARA N°		
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	1280	1255
TARA + SUELO SECO (gr)	1275	1250
PESO DEL AGUA (gr)	5	5
PESO DE LA TARA (gr)	0	0
PESO DEL SUELO SECO (gr)	1275	1250
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.39	0.40
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)	0.40	


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



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

SOLICITA : BACH. QJENHUA VASQUEZ MIGUEL ANOEL
 TESIS : EVALUACION DEL USO DE LA ARCILLA Y LA CONCHA DE ABANICO (ARGOPECTEN PURPURATUS)
 COMO MATERIALES CEMENTICIOS SUPLEMENTARIOS EN CONCRETO, CHIMBOTE - 2020
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 CANTERA : RUBEN
 MATERIAL : ARENA GRUESA
 FECHA : 09/10/2020

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	gr.	300.00	300.00
B	Peso de picnometro + agua	g.	873.00	873.00
C	Volumen de masa + volumen de vacios (A+B)	cm ³	973.00	973.00
D	Peso de picnometro + agua + material	gr.	862.00	862.00
E	Volumen de masa + volumen de vacios (C-D)	cm ³	111.00	111.00
F	Peso de material seco en ensufa	gr.	297.70	297.70
G	Volumen de masa (E (A-F))		108.70	108.70
H	P.e. Bulk (Base Seca)	P/E	2.682	2.682
I	P.e. Bulk (Base Saturada)	A/E	2.703	2.703
J	P.e. Aparente (Base Seca)	F/E	2.739	2.739
K	Absorción (%) $((D-A)/A) \times 100$		0.77	0.77

P.e. Bulk (Base Seca) : 2.682
 P.e. Bulk (Base Saturada) : 2.703
 P.e. Aparente (Base Seca) : 2.739
 Absorción (%) : 0.77


 MIGUEL SOLAR JARA
 JEFE



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

SOLICITA : BACH. QUENHLA VASQUEZ MIGUEL ANGEL
 TESIS : EVALUACIÓN DE USO DE LA ARCILLA Y LA CONCHA DE ABANICO (ARGOPECTEN PURPURATUS)
 COMO MATERIALES CEMENTICIOS SUPLEMENTARIOS EN CONCRETO, CHIMBOTE - 2020
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 CANTERA : RUBEN
 MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
 FECHA : 06/10/2020

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	782.30	822.00
B	Peso de material saturado superficialmente seco (agua)	513.70	542.00
C	Volumen de masa + volumen de vacíos (A-B)	268.60	280.00
D	Peso de material seco en estufa	776.90	816.70
E	Volumen de masa (C-(A-D))	263.20	274.70
G	P.e. Bulk (Base Seca) D/C	2.892	2.917
H	P.e. Bulk (Base Saturada) A/C	2.913	2.938
I	P.e. Aparente (Base Seca) D/E	2.952	2.973
F	Absorción (%): ((D-A)/A)x100	0.70	0.65

P.e. Bulk (Base Seca) : 2.905
 P.e. Bulk (Base Saturada) : 2.924
 P.e. Aparente (Base Seca) : 2.962
 Absorción (%) : 0.67

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
 Mg Miguel Solar Jara
 JEFE



PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO

SOLICITA : BACH. QUENHUA VASQUEZ MIGUEL ANGEL
 TESIS : EVALUACION DEL USO DE LA ARCILLA Y LA CONCHA DE ARAN CO (ARGOPECTEN PURPURATUS)
 COMO MATERIALES CEMENTICOS SUPLEMENTARIOS EN CONCRETO, CHIMBOTE - 2020
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 CANTERA : RUBEN
 MATERIAL : ARENA GRUESA
 FECHA : 05/10/2020

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	7800	7600	7900
Peso de molde	3360	3360	3390
Peso de muestra	4440	4240	4240
Volumen de molde	2788	2788	2788
Peso unitario (Kg/m ³)	1593	1521	1521
Peso unitario prom. (Kg/m ³)	1545		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1529		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	8200	8300	8300
Peso de molde	3390	3390	3390
Peso de muestra	4840	4940	4940
Volumen de molde	2788	2788	2788
Peso unitario (Kg/m ³)	1736	1772	1772
Peso unitario prom. (Kg/m ³)	1760		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1742		


 UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 LIZ VILLALBA
 Mg Miguel Solar Jara
 JEFE



PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO

SOLICITA : BACH. QUENHUA VASQUEZ MIGUEL ANGEL
 TESIS : EVALUACION DEL USO DE LA ARCILLA Y LA CONCHA DE ABANICO (ARGOPECTEN PURPURATUS)
 COMO MATERIALES CEMENTICIOS SUPLEMENTARIOS EN CONCRETO - CHIMBOTE - 2020
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 CANTERA : RUBEN
 MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
 FECHA : 05/06/2020

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	19200	18050	18350
Peso de molde	5100	5100	5100
Peso de muestra	13100	12950	12950
Volumen de molde	9354	9354	9354
Peso unitario (Kg/m ³)	1400	1384	1384
Peso unitario prom. (Kg/m ³)	1390		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1364		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	19150	19400	19400
Peso de molde	5100	5100	5100
Peso de muestra	14050	14300	14300
Volumen de molde	9354	9354	9354
Peso unitario (Kg/m ³)	1502	1529	1529
Peso unitario prom. (Kg/m ³)	1520		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1514		


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



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO
(ASTM C 136-06)

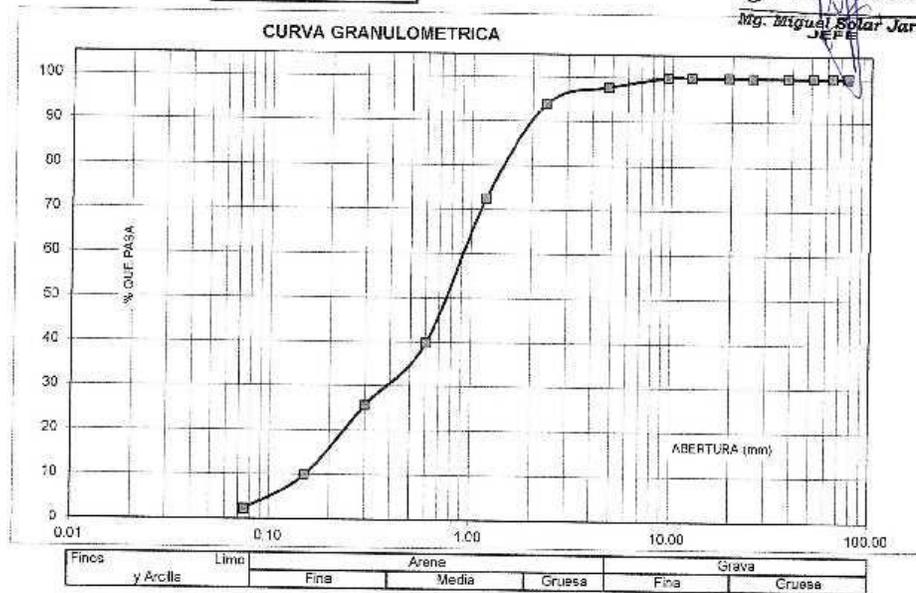
SOLICITA : BACH. QUENHUA VASQUEZ MIGUEL ANGEL
 TESIS : EVALUACIÓN DEL USO DE LA ARCILLA Y LA CONCHA DE ABANICO (ARGOPECTEN PURPURATUS)
 COMO MATERIALES CEMENTICIOS SUPLEMENTARIOS EN CONCRETO, CHIMBOTE - 2020
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DE - SANTA - ANCASH
 CANTERA : RUBEN
 MATERIAL : ARENA GRUESA
 FECHA : 05/10/2020

TAMIZ	Abert.(mm)	Peso retenido (gr.)	% ret. Parcial (%)	% ret. Acumu. (%)	% Que pasa (gr.)
Nº 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
Nº 4	4.76	21.0	2.2	2.2	97.8
Nº 8	2.36	35.7	3.8	6.0	94.0
Nº 16	1.18	204.0	21.5	27.5	72.5
Nº 30	0.60	309.0	32.6	60.1	39.9
Nº 50	0.30	135.0	14.2	74.2	25.8
Nº 100	0.15	149.0	15.7	90.1	9.9
Nº 200	0.08	72.0	7.6	97.7	2.3
PLATO	ASTM C-117-04	22	2.3	100.0	0.0
TOTA.		947.7	100.0		

PROPIEDADES FÍSICAS	
Módulo de Fineza	2.60

OBSERVACIONES
La Muestra tomada identificada por el solicitante.

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 Los Rios de Chimbote - Chicla - Ancash
 Mg. Miguel Solar Jara
 JEFE





ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO GRUESO
(ASTM C 136-05)

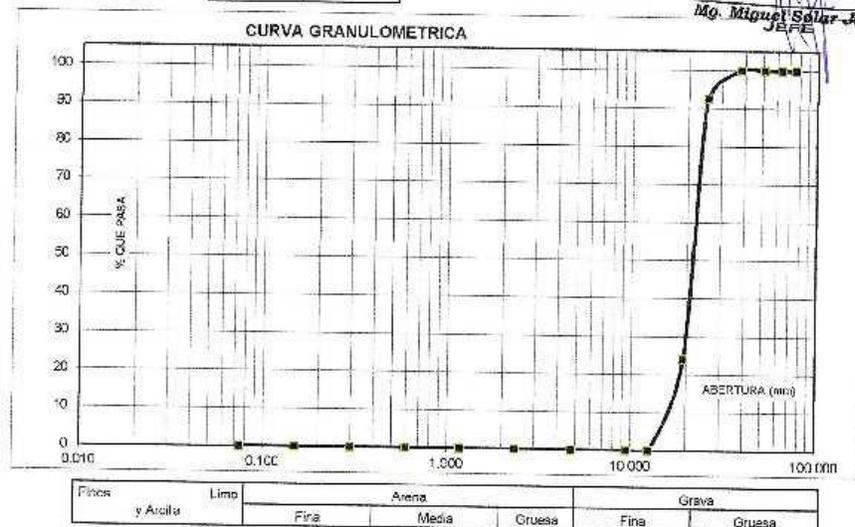
SOLICITA : BACH. OLENHUA VASQUEZ MIGUEL ANGEL
 T.C.SIS : EVALUACION DEL USO DE LA ARCILLA Y LA CONCHA DE ARANICO (ARGOPECTEN PURPURATUS)
 COMO MATERIALES CEMENTICIOS SUPLEMENTARIOS EN CONCRETO, CHIMBOTE - 2020
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCA3H
 CANTERA : RUBEN
 MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
 FECHA : 05/10/2020

TAMIZ	Abert.(mm)	Peso retenido (gr.)	% ret. Parcial (%)	% ret. Acumu. (%)	% 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	85.0	7.5	7.5	92.5
3/4"	19.000	772.0	68.6	76.1	23.9
1/2"	12.500	269.0	23.9	100.0	0.0
3/8"	9.500	0.0	0.0	100.0	0.0
Nº 4	4.750	0.0	0.0	100.0	0.0
Nº 8	2.360	0.0	0.0	100.0	0.0
Nº 16	1.180	0.0	0.0	100.0	0.0
Nº 30	0.600	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-117-02	0	0.0	100.0	0.0
TOTAL		1126.0	100.0		

PROPIEDADES FISICAS	
Tamaño Máximo Nominal	1"
Huec	Nº 5
	Ref. (ASTM C-33)

OBSERVACIONES
1ª Muestra tomada identificada por el solicitante.

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 Los Pinos de la Universidad San Pedro
 Mg. Miguel Solar Jara
 JEFE





DISEÑO DE MEZCLA

SOJICITA : BACH. QUENHLA VÁSQUEZ MIGUEL ANGEL
 TESIS : EVALUACION DEL USO DE LA ARCILLA Y LA CONCHA DE ABANCO (ARGOPECTEN PURPURATUS)
 COMO MATERIALES CEMENTICIOS SUPLEMENTARIOS EN CONCRETO, CHIMBOTE - 2020
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 FECHA : 05/10/2020

ESPECIFICACIONES

- La selección de las proporciones se hará empleando el método 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 3.10

B.- Agua :

- Potable, de la zona.

C.-Agregado Fino :

CANTERA : RUBEN

- Peso específico de masa 2.68
- Peso unitario suelto 1529 kg/m³
- Peso unitario compactado 1742 kg/m³
- Contenido de humedad 1.03 %
- Absorción 0.77 %
- Módulo de fineza 2.60

D.- Agregado grueso

CANTERA : RUBEN

- Piedra, perfil angular
- Tamaño Máximo Nominal 1"
- Peso específico de masa 2.90
- Peso unitario suelto 1384 kg/m³
- Peso unitario compactado 1514 kg/m³
- Contenido de humedad 0.40 %
- Absorción 0.67 %


 UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 del Mecanismo, Geotecnia y Energía de Materiales
Mig. Miguel Solar Jara
 JEFE



DISEÑO DE MEZCLA

(16% SUSTITUCION DEL CEMENTO)

SOLICITA : BACH. QUENHUA VASQUEZ MIGUEL ANGEL
 TESIS : EVALUACION DEL USO DE LA ARCILLA Y LA CONCHA DE ADANICO (ARGOPECTEN PURPURATUS)
 COMO MATERIALES CEMENTICOS SUPLEMENTARIOS EN CONCRETO, CHIMBOTE - 2020
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 FECHA : 5/10/2020

ESPECIFICACIONES

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

MATERIALES

A.- Cemento :

- Tipo I "Pacasmayo"
- Peso específico 3.75

B.- Agua :

- Potable, de la zona.

C.-Agregado Fino :

CANTERA : RUBEN

- Peso específico de masa 2.68
- Peso unitario suelto 1529 kg/m³
- Peso unitario compactado 1742 kg/m³
- Contenido de humedad 1.03 %
- Absorción 0.77 %
- Módulo de fineza 2.60

D.- Agregado grueso

CANTERA : RUBEN

- Piedra, perfil angular 1"
- Tamaño Máximo Nominal
- Peso específico de masa 2.90
- Peso unitario suelto 1384 kg/m³
- Peso unitario compactado 1514 kg/m³
- Contenido de humedad 0.40 %
- Absorción 0.67 %


 UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 Los Hornos de Chila y Centro de Estudios
 Mg. Miguel Salar Jara
 JEFE



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION-EXPERIMENTAL-16%

SOLICITA : BACH. QUEN-HUA VASO, JEZ MIGUEL ANGEL
TESIS : EVALUACION DEL USO DE LA ARCILLA Y LA CONCHA DE ABANICO (ARGOPECTEN PURPURATUS)
COMO MATERIALES CEMENTICIOS SUPLEMENTARIOS EN CONCRETOS, CHIMBOTE - 2020
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
FECHA : 05/10/2020

f'c : 2.0 Kg/cm²

N°	TESTIGO ELEMENTO	SLUMP (%)	FECHA		EDAD DIAS	f'c Kg/Cm ²	FCF (%)
			MOLDEO	ROTURA			
01	EXPERIMENTAL	3.60	08/11/2018	15/11/2018	7	157.85	75.17
02	EXPERIMENTAL	3.60	08/11/2018	15/11/2018	7	149.20	71.65
03	EXPERIMENTAL	3.60	08/11/2018	15/11/2018	7	157.43	74.91
04	EXPERIMENTAL	3.60	08/11/2018	22/11/2018	14	165.26	84.79
05	EXPERIMENTAL	3.60	08/11/2018	22/11/2018	14	189.66	90.31
06	EXPERIMENTAL	3.60	08/11/2018	22/11/2018	14	182.25	86.79
07	EXPERIMENTAL	3.60	06/12/2018	06/12/2018	28	223.73	106.06
08	EXPERIMENTAL	3.60	06/12/2018	06/12/2018	28	216.72	107.96
09	EXPERIMENTAL	3.60	06/12/2018	06/12/2018	28	220.98	105.23

ESPECIFICACIONES : Los ensayos responden 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 INGENIERIA
Los Pinos Mz. B s/n - Chimbo
Mg. Miguel Solar Jara
JEFE



DETERMINACION DE PESO ESPECIFICO

(Frasco de Le Chatelier)

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

SOLICITA : BACH. QUENHUA VASQUEZ MIGUEL ANGEL
TESIS : EVALUACION DEL USO DE LA ARCILLA Y LA CONCHA DE ABANICO (ARGOPECTEN PURPURATUS)
COMO MATERIALES CEMENTICOS SUPLEMENTARIOS EN CONCRETO, CHIMBOTE - 2020
MATERIAL : 100% ARCILLA
FECHA : 05/10/2020

PRUEBA N°		01	02
FRASCO N°			
LECTURA INICIAL	(ml)	0,00	0,00
LECTURA FINAL	(ml)	21,00	21,00
PESO DE MUESTRA	(gr)	64,00	64,00
VOLUMEN DESPLAZADO	(ml)	21,00	21,00
PESO ESPECIFICO		3,048	3,048
PESO ESPECIFICO PROMEDIO	(gr / cm ³)	3,048	


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
Dr. Mercedes de Galarza - Director del Laboratorio
Mg. Miguel Solar Jara
JEFE



DETERMINACION DE PESO ESPECIFICO

(Frasco de Le Chalestoir)

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

SOLICITA : BACH. QUENHUA VASQUEZ MIGUEL ANGEL
TESIS : EVALUACION DEL USO DE LA ARCILLA Y LA CONCHA DE ABANICO (ARGOPECTEN PURPURATUS)
COMO MATERIALES CEMENTICIOS SUPLEMENTARIOS EN CONCRETO CHIMBOTE - 2020
MATERIAL : 3% ARCILLA+ 9% DE CONCHA DE ABANICO-88% DE CEMENTO
FECHA : 05/10/2020

PRUEBA N°		01	02
FRASCO N°			
LECTURA INICIAL	(ml)	0.00	0.00
LECTURA FINAL	(ml)	17.20	17.20
PESO DE MUESTRA	(gr)	54.00	54.00
VOLUMEN DESPLAZADO	(ml)	17.20	17.20
PESO ESPECIFICO		3.721	3.721
PESO ESPECIFICO PROMEDIO	(gr / cm3)	3.721	

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
CALLE VASCO DE GAMA 1000 - CHIMBOTE
Mg Miguel Solor Jara
JEFE



DETERMINACION DE PESO ESPECIFICO

(Frasco de Le Chatelier)

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

SOLICITA : BACH. QUENHUA VASQUEZ MIGUEL ANGEL
 TESIS : EVALUACION DEL USO DE LA ARCILLA Y LA CONCHA DE ABANICO (ARGOPECTEN PURPURATUS)
 COMO MATERIALES CEMENTICIOS SUPLEMENTARIOS EN CONCRETO, CHIMBOTE - 2020
 MATERIAL : 100% CONCHA DE ABANICO
 FECHA : 05/10/2020

PRUEBA N°		01	02
FRASCO N°			
LECTURA INICIAL	(ml)	0.00	0.00
LECTURA FINAL	(ml)	17.80	17.80
PESO DE MUESTRA	(gr)	64.00	64.00
VOLUMEN DESPLAZADO	(ml)	17.80	17.80
PESO ESPECIFICO		3.596	3.596
PESO ESPECIFICO PROMEDIO	(gr / cm3)	3.596	

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FAC. II TERC. DE INGENIERIA
 Los Molinos Surco - Distrito de Newasa
 JI. PUNO
 Mg. Miguel Solís Jara
 JI. PUNO



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 l/m³ .

RELACIÓN AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua - cemento de 0.684

FACTOR DE CEMENTO

F.C. : 193 / 0.684 = 282.164 kg/m³ = 6.64 bolsas / m³

VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS

Cemento.....	282.164	kg/m ³
Agua efectiva.....	193.533	lts/m ³
Agregado fino.....	925.052	kg/m ³
Agregado grueso.....	1048.630	kg/m ³

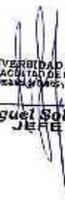
PROPORCIONES EN PESO

$$\frac{282.16}{282.16} : \frac{925.052}{282.16} : \frac{1048.63}{282.16}$$

$$1 : 3.28 : 3.72 : 29.15 \text{ lts / bolsa}$$

PROPORCIONES EN VOLUMEN

$$1 : 3.18 : 4.01 : 29.15 \text{ lts / bolsa}$$


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Las Vegas de Tarma, Escuela de Mecánica
Mg. Miguel Solar Jara
JEFE



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION-EXPERIMENTAL-12%

SOLICITA : BACH. QUENHUA VASQUEZ MIGUEL ANGEL
 TESIS : EVALUACION DEL USO DE LA ARCILLA Y LA CONCHA DE ABANICO (ARGOPECTEN PURPURATUS)
 COMO MATERIALES CEMENTICIOS SUPLEMENTARIOS EN CONCRETO, CHIMBOTE - 2020
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 FECHA : 05/10/2020

F C : 210 Kg/cm²

N°	ELEMENTO	SEÑALP (%)	FECHA		EDAD DIAS	FC Kg/Cm ²	FC (%)
			MOLDEO	ROTURA			
01	EXPERIMENTAL	3.50	05/11/2018	12/11/2018	7	124.44	59.26
02	EXPERIMENTAL	3.50	05/11/2018	12/11/2018	7	118.97	56.63
03	EXPERIMENTAL	3.50	05/11/2018	12/11/2018	7	125.04	59.54
04	EXPERIMENTAL	3.50	05/11/2018	12/11/2018	14	160.48	76.42
05	EXPERIMENTAL	3.50	05/11/2018	12/11/2018	14	166.37	78.20
06	EXPERIMENTAL	3.50	05/11/2018	12/11/2018	14	137.83	65.15
07	EXPERIMENTAL	3.50	05/11/2018	05/12/2018	28	209.55	99.91
08	EXPERIMENTAL	3.50	05/11/2018	05/12/2018	28	222.08	106.23
09	EXPERIMENTAL	3.50	05/11/2018	05/12/2018	28	215.47	102.60

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

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

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote
 Mg. Miguel Solar Jara
 JEFE



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

SOLICITA : BACH. QUENHUA VASQUEZ MIGUEL ANGEL
 TESIS : EVALUACION DEL USO DE LA ARCILLA Y LA CONCHA DE ABANICO (ARGOFECTEN PURPURATUS)
 COMO MATERIALES CEMENTICOS SUPLEMENTARIOS EN CONCRETO, CHIMBOTE - 2020
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 FECHA : 05/10/2020

P.C. : 210 Kg/cm²

N°	ELEMENTO	SLUMP (")	FECHA		EDAD DIAS	FC Kg/Cm ²	FC/F.C
			MOLDEO	ROTURA			
01	PATRON	-	09/10/2018	10/10/2018	7	200.27	95.37
02	PATRON	-	09/10/2018	10/10/2018	7	197.97	94.27
03	PATRON	-	05/10/2018	10/10/2018	7	200.68	95.56
04	PATRON	-	09/10/2018	17/10/2018	14	198.56	94.54
05	PATRON	-	09/10/2018	17/10/2018	14	196.41	93.53
06	PATRON	-	09/10/2018	17/10/2018	14	199.62	95.06
07	PATRON	-	09/10/2018	21/10/2018	28	236.72	112.72
08	PATRON	-	09/10/2018	21/10/2018	28	224.06	106.69
09	PATRON	-	09/10/2018	21/10/2018	28	221.47	105.46

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 INGENIERIA
 Lab. Mec. Estructuras (Carrera de Ingeniería)
 Mg. Miguel Salar Jara
 JEFE



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

VOLUMENES ABSOLUTOS

Cemento.....	(m ³)	0.080
3% ARCILLA+9%CA.....	(m ³)	0.011
Agua efectiva.....	(m ³)	0.193
Agregado fino.....	(m ³)	0.341
Agregado grueso.....	(m ³)	0.360
Aire.....	(m ³)	0.015
		1.000 m³

PESOS SECOS

Cemento.....	248.30	kg/m3
3% ARCILLA+9%CA.....	33.860	kg/m3
Agua efectiva.....	193.00	lts/m3
Agregado fino.....	915.63	kg/m3
Agregado grueso.....	1044.49	kg/m3

PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento.....	248.30	kg/m3
3% ARCILLA+9%CA.....	33.860	kg/m3
Agua efectiva.....	212.16	lts/m3
Agregado fino.....	925.05	kg/m3
Agregado grueso.....	1048.63	kg/m3

PROPORCIONES EN PESO

$$\frac{282.16}{282.16} : \frac{925.052}{282.16} : \frac{1048.63}{282.16} : \text{-----}$$

$$1 : 3.28 : 3.72 : 31.96 \text{ lts / bolsa}$$

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
LAB. DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
Mg. Miguel Soldr Jara
JEFE

PROPORCIONES EN PESO

$$\frac{248.30}{248.30} : \frac{33.860}{248.30} : \frac{925.05}{248.30} : \frac{1048.63}{248.30}$$

$$1 : 0.14 : 3.73 : 4.22 \quad 31.96 \text{ lts / bolsa}$$



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.

RELACION AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua - cemento de 0.684.

VOLUMENES ABSOLUTOS

Cemento.....	(m ³)	0.076
4% ARCILLA+12%CA.....	(m ³)	0.015
Agua efectiva.....	(m ³)	0.193
Agregado fino.....	(m ³)	0.341
Agregado grueso.....	(m ³)	0.360
Aire.....	(m ³)	0.015
		1.000 m³

PESOS SECOS

Cemento.....	237.02 kg/m ³
4% ARCILLA+12%CA.....	45.146 kg/m ³
Agua efectiva.....	193.00 lts/m ³
Agregado fino.....	915.63 kg/m ³
Agregado grueso.....	1044.49 kg/m ³

PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento.....	237.02 kg/m ³
4% ARCILLA+12%CA.....	45.146 kg/m ³
Agua efectiva.....	212.16 lts/m ³
Agregado fino.....	925.05 kg/m ³
Agregado grueso.....	1048.63 kg/m ³

PROPORCIONES EN PESO

$$\frac{282.16}{282.16} : \frac{925.052}{282.16} : \frac{1048.63}{282.16} : \text{---}$$

$$1 : 3.28 : 3.72 : \text{---}$$

31.96 lts / bolsa

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
21 de Noviembre de 2011 / 15:44:11 / 15/11/2011
Mg. Miguel Sblar Jara
JEFE

PROPORCIONES EN PESO

$$\frac{237.02}{237.02} : \frac{45.146}{237.02} : \frac{925.05}{237.02} : \frac{1048.63}{237.02}$$

$$1 : 0.19 : 3.90 : 4.42$$

31.96 lts / bolsa



DISEÑO DE MEZCLA
(12% SUSTITUCION DEL CEMENTO)

SOLICITA : BACH, QUENHUA VASQUEZ MIGUEL ANGEL
 TESIS : EVALUACION DEL USO DE LA ARCILLA Y LA CONCHA DE ABANICO (ARGOPECTEN PURPURATUS)
 COMO MATERIALES CEMENTICOS SUPLEMENTARIOS EN CONCRETO, CHIMBOTE - 2020
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
 FECHA : 5/10/2020

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"
- Peso específico 3.72

B.- Agua :

- Potable, de la zona.

C.-Agregado Fino :

CANTERA : RUBEN

- Peso específico de masa 2.68
- Peso unitario suelto 1529 kg/m³
- Peso unitario compactado 1742 kg/m³
- Contenido de humedad 1.03 %
- Absorción 0.77 %
- Módulo de fineza 2.60

D.- Agregado grueso

CANTERA : RUBEN

- Piedra, perfil angular 1"
- Tamaño Máximo Nominal
- Peso específico de masa 2.90
- Peso unitario suelto 1384 kg/m³
- Peso unitario compactado 1514 kg/m³
- Contenido de humedad 0.40 %
- Absorción 0.67 %


 UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 Los Números 1019001 y 1019002 de Registro
 Mg. Miguel Solar Jara
 JEFE

CARGO

CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO GRUESO

[ASTM D-2216]

SOLICITA : BACH. QUENHUA VASQUEZ MIGUEL ANGLI
TESIS : EVALUACION DEL USO DE LA ARCILLA Y LA CONCHA DE ABANICO (ARGOPECTEN PURPURATUS)
COMO MATERIALES CEMENTICOS SUPLEMENTARIOS EN CONCRETO, CHIMBOTE - 2020
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
CANTERA : RUBEN
MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
FECHA : 05/10/2020

PRUEBA N°	01	02
TARA N°		
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	1280	1255
TARA + SUELO SECO (gr)	1275	1250
PESO DEL AGUA (gr)	5	5
PESO DE LA TARA (gr)	0	0
PESO DEL SUELO SECO (gr)	1275	1250
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.39	0.40
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)	0.40	

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
del MANEJO DE LOS RECURSOS NATURALES
Mg. Miguel Soidr Jara
JEFE



DETERMINACION DE PESO ESPECIFICO

(Frasco de Le Chatelier)

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

SOLICITA : BACH. QUENHUA VASQUEZ MIGUEL ANGEL
TESIS : EVALUACION DEL USO DE LA ARCILLA Y LA CONCHA DE ABANICO (ARGOPECTEN PURPURATUS)
COMO MATERIALES CEMENTICIOS SUPLEMENTARIOS EN CONCRETO, CHIMBOTE - 2020
MATERIAL : 4% ARCILLA+ 12% DE CONCHA DE ABANICO+84% DE CEMENTO
FECHA : 05/10/2020

PRUEBA N°		01	02
FRASCO N°			
LECTURA INICIAL	(ml)	0.00	0.00
LECTURA FINAL	(ml)	17.07	17.07
PESO DE MUESTRA	(gr)	64.00	64.00
VOLUMEN DESPLAZADO	(ml)	17.07	17.07
PESO ESPECIFICO		3.749	3.749
PESO ESPECIFICO PROMEDIO	(gr / cm ³)	3.749	


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
Esc. Nacional de Ingenieros de Recursos
Mg Miguel Salar Jara
JEFE



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

Informe N°152-LAQ/2020

Análisis de cenizas de concha de abanico por FRXDE

Introducción.

Se analizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) de esta muestra de cenizas de concha de abanico a pedido del Sr. Quenhua Vásquez, Miguel Ángel, alumno de la Universidad San Pedro, sede Chimbote, y como parte de su proyecto de tesis titulada:

“Evaluación del uso de arcilla y concha de abanico (*argopecten purpuratus*) como materiales cementicios suplementarios, Chimbote - 2020”

La muestra fue previamente calcinada a 890°C por 3 h y 30 min y está en la 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 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 4460 cts/s.

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

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



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

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

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

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

Resultados.

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

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



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Archeometría

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

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

Óxido	Concentración % masa	Normalizado al 100%
Al ₂ O ₃	3.899	4.134
SiO ₂	0.657	0.697
P ₂ O ₅	0.947	1.004
SO ₂	0.485	0.514
ClO ₂	0.118	0.125
K ₂ O	0.117	0.124
CaO	87.810	93.102
TiO	0.011	0.012
MnO	0.002	0.002
Fe ₂ O ₃	0.007	0.008
Ni ₂ O ₃	0.006	0.007
CuO	0.005	0.005
ZnO	0.010	0.011
SrO	0.240	0.255
Total	94.316	100.00



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

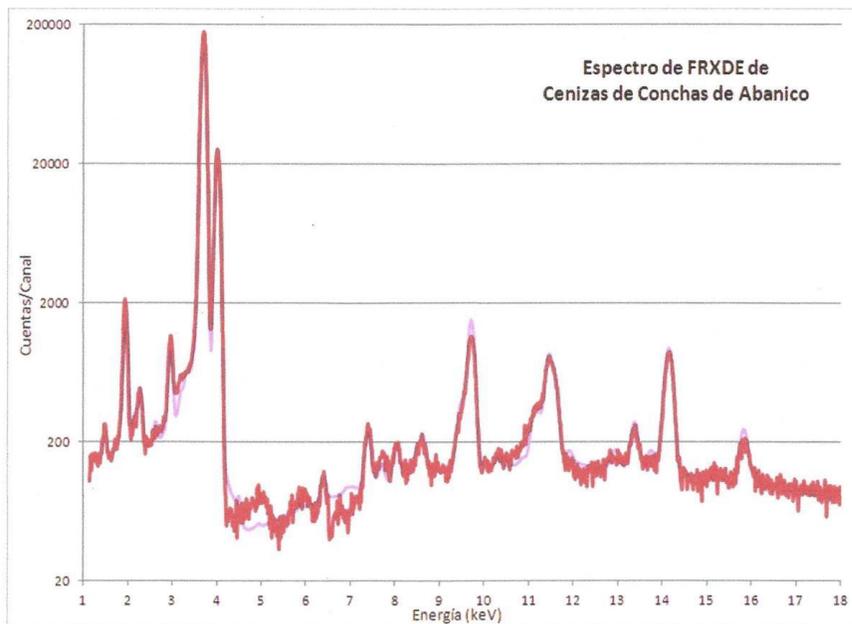


Figura 1. Espectro de FRXDE de cenizas de concha de abanico en escala semi-logarítmica. Incluye el pico de Ar del aire y los picos de rayos-X de Au dispersados por la muestra. La curva en azul muestra el espectro simulado

Investigador Responsable:

Dr. Jorge A. Bravo Cabrejos.....
Laboratorio de Arqueometría

Lima, 18 de Noviembre del 2020





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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

Informe N° 153-LAQ/2020

Análisis de una muestra de arcilla de Marcayop - Shocosh por FRXDE

Introducción.

Se analizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) una muestra de arcilla de Marcayop - Shocosh a pedido del Sr. Quenhua Vásquez, Miguel Ángel, alumno de la Universidad San Pedro, sede Chimbote, y como parte de su proyecto de tesis titulada:

“Evaluación del uso de arcilla y concha de abanico (*argopecten purpuratus*) como materiales cementicios suplementarios, Chimbote - 2020”

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. El espectro se acumuló durante un intervalo neto de 400 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. 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 5610 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 K 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 muestra de los rayos-X característicos de oro de la fuente, y el espectro discreto de los rayos-X característicos emitidos por los elementos que contiene la muestra.

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, selenio y bromo, a menos que se encuentren en altas concentraciones.

El análisis elemental de las muestras 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.

La Figura 1 muestra el espectro de FRXDE de la muestra de arcilla de Marçayop`- Shocosh en línea roja en escala semi-logarítmica. La línea azul representa el espectro simulado. 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. A pesar que las concentraciones de Al y Si son relativamente altas, sus picos característicos son débiles debido a su bajo número atómico y la baja energía de sus rayos-X característicos.

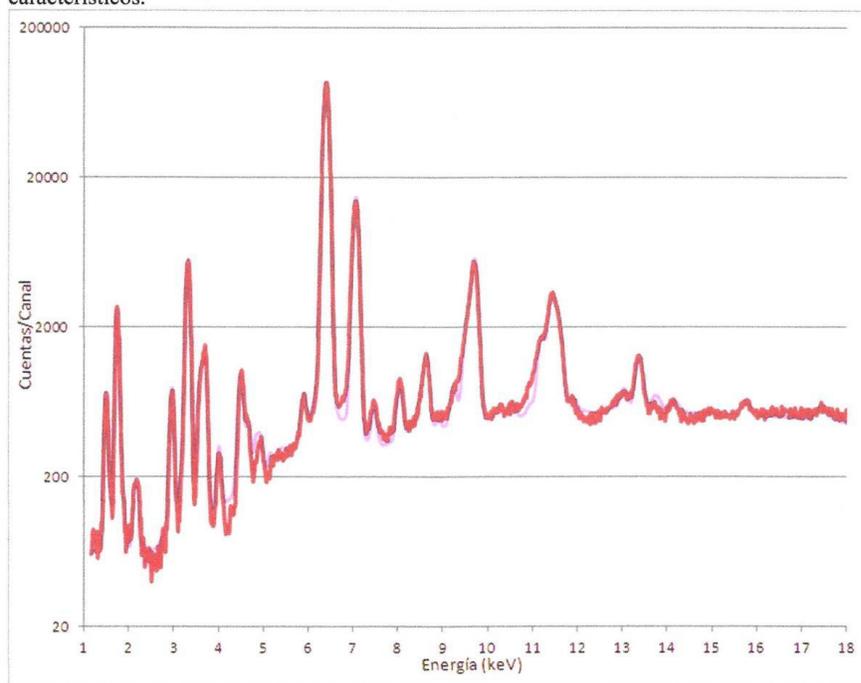


Figura 1. Espectro de FRXDE de una muestra de arcilla de Marçayop – Shocosh en escala semi-logarítmica.. Incluye el pico de Ar del aire y los picos de rayos-X de Au dispersados por la muestra. La curva azul representa el espectro simulado.

La Tabla 1 muestra los resultados del análisis elemental de la muestra de arcilla. Las concentraciones están dadas en % de la masa total en términos de los óxidos de los elementos presentes y normalizadas al 100%. Pero debe de recalcar que la técnica da directamente la



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

Laboratorio de Arqueometría

concentración de los elementos químicos. Estos resultados se utilizan luego para determinar la concentración de los óxidos.

La suma de las concentraciones de los óxidos es ligeramente mayor que 100% indicando que presenta una deficiencia en la calibración del instrumento. Merece mencionar que esta muestra contiene más Al_2O_3 que una muestra típica de arcilla.

Tabla 1. Composición elemental de la muestra de arcilla de Marçayop - Shocosh en % de masa.

Óxido	% masa	Normalizado
Al_2O_3	35.778	35.261
SiO_2	57.893	57.058
K_2O	2.321	2.287
CaO	0.388	0.383
TiO_2	0.118	0.116
V_2O_5	0.005	0.005
Cr_2O_3	0.004	0.004
MnO	0.021	0.021
Fe_2O_3	4.760	4.692
Ni_2O_3	0.009	0.009
CuO	0.009	0.009
ZnO	0.020	0.019
Ga_2O_3	0.012	0.012
As_2O_3	0.004	0.004
Rb_2O	0.006	0.005
SrO	0.003	0.003
ZrO_2	0.006	0.005
MoO_2	0.007	0.007
BaO	0.100	0.099
Totales	101.464	100.00

Investigador Responsable:

Dr. Jorge A. Bravo Cabrejos
Laboratorio de Arqueometría

Lima, 18 de Noviembre del 2020





VºBº MSc. Danny Chávez N.

Trujillo, 03 de noviembre del 2020

INFORME N° 02 - NOV-20

Solicitante: ~~Quenhu~~ Vásquez Miguel A. – Universidad San Pedro

RUC/DNI:

Supervisor:

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

Nº de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	CA-224S	35 mg

2. ENSAYOS A APLICAR

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

3. EQUIPO EMPLEADO Y CONDICIONES

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

Jefe de Laboratorio: ~~Quenhu~~

Ing. Danny Chávez Novoa

Analista responsable:

Ing. Danny Chávez Novoa



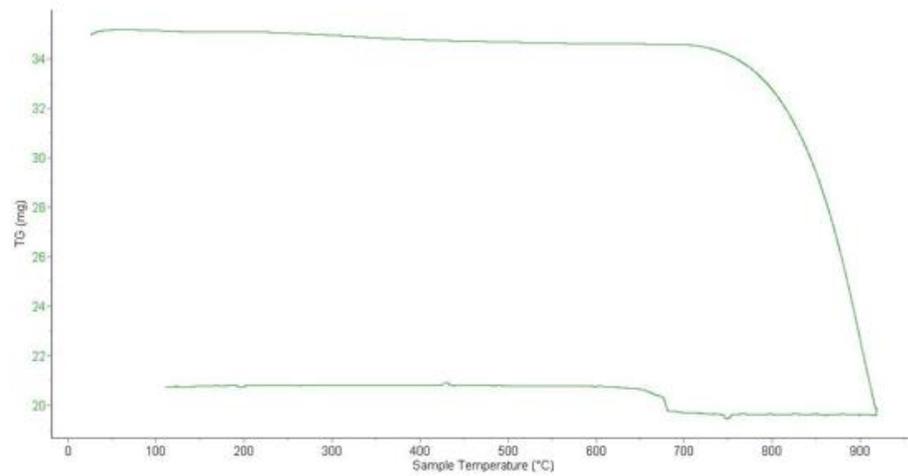
Trujillo, 03 de noviembre del 2020

INFORME N° 02 - NOV-20

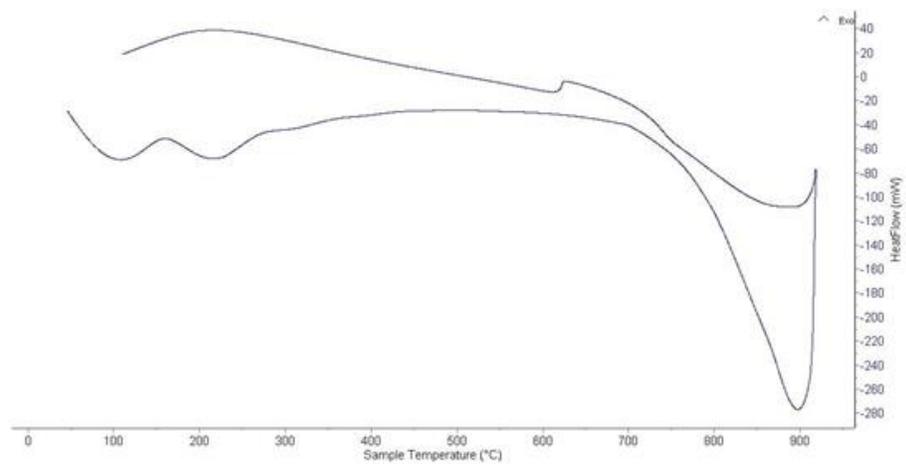
V°B° MSc. Danny Chávez N.

4. Resultados:

I- Curva de pérdida de masa - Análisis Termogravimétrico.



II- Curva Calorimétrica ATD





VºBº MSc. Danny Chávez N.

Trujillo, 03 de noviembre del 2020

INFORME N° 02 - NOV-20

5. CONCLUSION:

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

Trujillo, 03 de noviembre del 2020



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



Trujillo, 03 de noviembre del 2020

INFORME N° 03 - NOV-20

VºBº MSc. Danny Chávez N.

Solicitante: Quenhua Vásquez Miguel – Universidad San Pedro

RUC/DNI:

Supervisor:

1. MUESTRA: Arcilla (1 gr)

N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	A-239O	39.8 mg	Marcayop-Shocosh

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: 39.8 mg.

Jefe de Laboratorio: Ing. Danny Chávez Novoa

Analista responsable: Ing. Danny Chávez Novoa



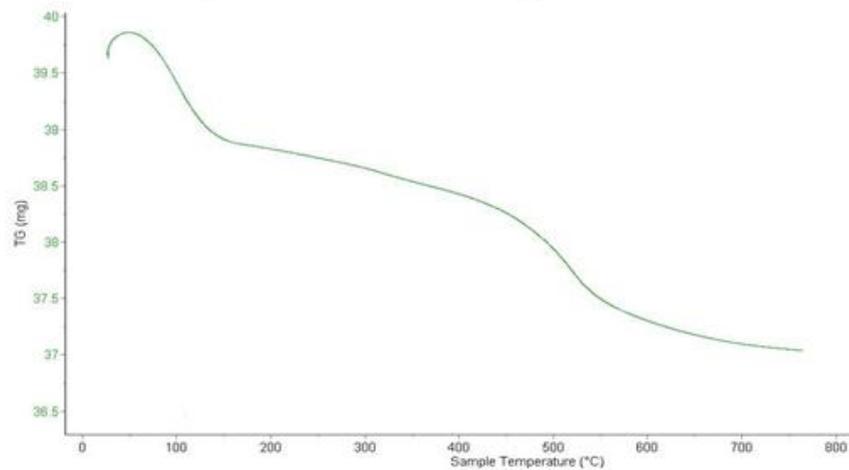
Trujillo, 03 de noviembre del 2020

VºBº MSc. Danny Chávez N.

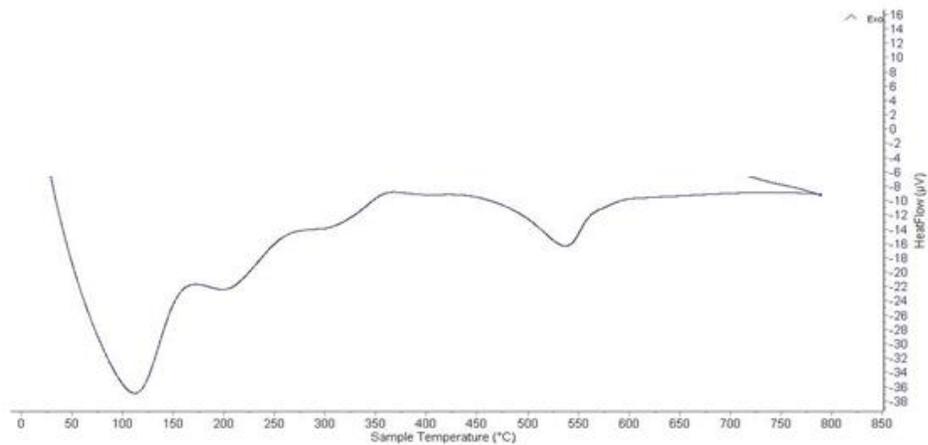
INFORME N° 03 - NOV-20

4. Resultados:

I- Curva de pérdida de masa - Análisis Termogravimétrico.



II- Curva Calorimétrica ATD





Trujillo, 03 de noviembre del 2020

VºBº MSc. Danny Chávez N.

INFORME N° 03 - NOV-20

5. CONCLUSION:

1. Según el análisis Termo gravimétrico se muestra dos importantes caída del material, la primera entre un rango de 70°C hasta 130°C, posteriormente se muestra una caída más intensa entre el rango de 450 y 530° posteriormente la caída es más leve, y se evidencia una pérdida total de aproximadamente 11 % de su masa inicial.
2. De acuerdo al análisis calorimétrico, se puede mostrar una primera banda endotérmica, aproximadamente a 120, luego a 200°C y más adelante un pequeño pico a aproximadamente 540 °C, todas estas temperaturas podrían indicar cambio estructural y cambio en las características en el material.

Trujillo, 03 de noviembre del 2020



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

Pág. 1 de 1

INFORME DE ENSAYO N° 20201012-041

SOLICITADO POR
DIRECCIÓN

QUENHUA VASQUEZ MIGUEL ANGEL

Esperanza Baja Calle Ramón Castilla Mz. S Lt. 21 - Chimbote

PRODUCTO DECLARADO
CANTIDAD DE MUESTRA

ABAJO INDICADO.
05 muestras.

PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA

En bolsa de polietileno cerrada.

FECHA DE RECEPCIÓN

2020-10-22

FECHA DE INICIO DEL ENSAYO

2020-10-22

FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO

2020-10-23

CONDICIÓN DE LA MUESTRA

En buen estado.

ENSAYOS REALIZADOS EN

Laboratorio de Físico Químico.

CÓDIGO COLECBI

SS 181018-19

RESULTADOS

MUESTRAS	ENSAYO
	pH
ARCILLA DE MARCAYOP-SHOCOSH	7,12
CONCHA DE ABANICO	13,26
CEMENTO TIPO I	13,51
COMBINACION 3 ELEMENTOS CON UN 3% DE ARCILLA Y 9% DE CONCHA DE ABANICO Y 88% CEMENTO TIPO I	13,76
COMBINACION 3 ELEMENTOS CON UN 4% DE ARCILLA Y 12% DE CONCHA DE ABANICO Y 84% CEMENTO TIPO I	13,53

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, Noviembre 13- e 2020

GVR/jms

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

LC-MP-HRIE
 Rev. 04
 Fecha 2020-10-30

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE INFORME SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DE COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 | Etapa - Nuevo Chimbote - Telefax: 043-310752
 Nextel: 839*2893 - RPM # 902995 - Apartado 127
 e-mail: colecbi@speedy.com.pe/ medioambiente_colecbi@speedy.com.pe
 Web: www.colecbi.com

PANEL

FOTOGRAFICO

METODOLOGIA DEL TRABAJO

- ✓ Primero recolectamos los materiales de mi proyecto, las conchas de abanico (Foto 1) fueron compradas frente al Muelle “La Caleta” (Foto 2).

DETALLES

PRONVINCIA:
DEL SANTA
DEPARTAMENTO:
ANCASH
LONGITUD :
78° 36' 4.143'' W
LATITUD :
9° 4' 34.558'' S

FOTO 1



FOTO 2



Y la arcilla (Foto 3), la cual fue extraída de Marçayop Shocosh (Foto 4)

DETALLES

PRONVINCIA:
YUNGAY
DEPARTAMENTO:
ANCASH
LONGITUD :
77° 39' 12.275'' W
LATITUD :
9° 10' 48.23'' S

FOTO 3



FOTO 4



✓ Luego realizamos el lavado de la concha de abanico, en un recipiente (Foto 5) totalmente purificado, al cual le retiramos todo tipo de impureza utilizando una escobilla (Foto 6), luego remojamos la concha de abanico (Foto 7) por un periodo de 3 a 4 días para luego dejarlos secar a temperatura ambiente (Foto 8) (procurar no dejarlo expuesto al sol)

FOTO 5



FOTO 6



FOTO 7



FOTO 8



- ✓ Luego seleccionamos las conchas de abanico de un tamaño de 7.5 cm. (Foto 9)

FOTO 9



- ✓ Procedemos a moler las conchas de abanico, utilizando un batan para reducirlos a trozos pequeños (Foto 10), hasta volverlo polvo para luego llevarlo al laboratorio de la Universidad San Pedro (Foto 11) y pasarlo por el TAMIS (malla número 200) (Foto 12) y con el material obtenido realizarle su ensayo ATD en la ciudad de Trujillo.

FOTO 10



FOTO 11



FOTO 12



✓ La arcilla se recolecto a 40 min de Mancos (situados exactamente entre los pueblos de Shocosh y Marçayop) (Foto 13), el cual procedimos a extenderlo (Foto 14) para cuartearlo y poder tomar una muestra de 5 cm para realizarle el ensayo de botella (Foto 15) para luego dejarle reposar como mínimo 1 hora (Foto 16)

FOTO 13



FOTO 14



FOTO 15



FOTO 16



✓ Posteriormente continuamos con el lavado de la arcilla en un recipiente (para este proyecto se utilizó una tina libre de impurezas) (Foto 17), después de realizar el lavado correcto llenamos en un recipiente transparente para lo cual se coloca una organza (Foto 18) el cual se dejará reposar el contenido de 4 a 5 días (para ello se le coloca una cinta métrica) (Foto 19) para que la arcilla se asiente y así poder retirar el exceso de agua lo cual se realiza con una jeringa (Foto 20).

FOTO 17



FOTO 18



FOTO 19



FOTO 20



✓ Después de dejar reposar la arcilla en el balde, se debe colocar en un recipiente plano para que se pueda secar a temperatura ambiente (Foto 21), después de que la arcilla esta seca (Foto 22) se procede a molerlo utilizando un batan (Foto 23) y luego se lleva al laboratorio de la Universidad San Pedro para realizarle el tamizado (por la malla de número 50, 100, 140 y 200) (Foto 24) para finalmente realizarle su ensayo de ATD en la Universidad Nacional de Trujillo.

FOTO 21



FOTO 22



FOTO 23



FOTO 24



- ✓ Recolección del agregado fino (Foto 25) en la Cantera de Besique (Foto 26)

DETALLES

PRONVINCIA:
DEL SANTA
DEPARTAMENTO:
ANCASH
LONGITUD :
78° 27' 38.3. '' W
LATITUD :
9° 11' 15.13'' s

FOTO 25



FOTO 26



- ✓ Y el agregado grueso (Foto 27) fue extraído en la Cantera de Rubén (Foto 28)

DETALLES

PRONVINCIA:
DEL SANTA
DEPARTAMENTO:
ANCASH
LONGITUD :
78° 36' 54.6'' W
LATITUD :
9° 02' 26.3'' s

FOTO 27



FOTO 28



✓ Después de la recolección de los agregados fino y grueso se lleva al laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad San Pedro para realizarle sus respectivos ensayos. Se procede a cuartear los agregados finos (Foto 29) y grueso (Foto 30)

FOTO 29



FOTO 30



✓ Contenido de Humedad: en este proceso se prepara 3 taras de agregados fino y grueso para pesarlos (Foto 31a y 31b), solo se pesarán 2 taras de agregado fino y grueso y los cuales se colocarán en el horno (Foto 32), con los restantes se realiza la granulometría.

FOTO 31^a



FOTO 31b



FOTO 32



- ✓ Contenido de humedad seco: después de retirar del horno las taras del día anterior (este paso se realizó después de Contenido de Humedad) y lo pesamos (FOTO 33)
- ✓ Granulometría: en este proceso se pasa el agregado fino por las mallas (Foto 34)

FOTO 33



FOTO 34





✓ La granulometría del agregado grueso también se le realizara el tamizado por la malla y se pesa lo retenido en cada malla (Foto 35) y se toma nota.

FOTO 35





✓ Peso unitario suelto: para este ensayo se cuartea los agregados fino y grueso para poder pesarlos respectivamente (Foto 36) (este paso se realiza 3 veces)

FOTO 36





✓ **Peso unitario compactado:** en este ensayo realizaremos el cuarteo de los agregados fino y grueso para luego llenarlos en los moldes (Figura 37), se llena en 3 capas tanto para el agregado fino y grueso ya que cada capa se le chusea con una varilla (realizando 25 golpes) y se le pesa 3 veces.

FOTO 37



MOLDE





✓ Peso específico y absorción: para este ensayo de los 2 baldes que contienen el agregado fino y grueso se pasa a secar el agregado fino en una cocina (Foto 38)

FOTO 38



✓ Después de secar el agregado fino utilizaremos las herramientas del cono y procedemos a pisonar, luego pesamos la fiala para tomar sus medidas sin agua y con agua (la fiala se llenó hasta el nivel 0) y finalmente se comprime el aire para pesarlo. (Foto 39)

FOTO 39



CONO Y PIZONA



FIOLA



- ✓ Con el agregado grueso se prosigue a retirarlo del balde y se coloca en 2 taras, se le seca con un trapo para luego pesarlo y así mismo se le coloca en el horno hasta el día siguiente y se también realizamos otra vez el pesado del agregado grueso. (Foto 40)

FOTO 40



✓ LIMITE DE CONSISTENCIA DE ATTERBERGD: Limite Liquido para este ensayo se necesita material y equipo, muestra alterada, copa de Casagrande (Foto 41), balanza, vidrio plano, espátula, agua destilada y una pizeta.

✓ Se prepara en una tara la muestra unos 200 gr y se le agrega el agua destilada con la pizeta unos 30 gr (Foto42) luego se mescla hasta obtener una mezcla

Homogénea.

FOTO 41



FOTO 42



- ✓ Con la espátula se dispone del material en la copa de casa grande cuidando que la superficie superior quede plana con espesor máximo del orden de 1 cm.

- ✓ Se coloca la punta del ranurador en la parte superior y al centro de la muestra colocándolo perpendicular a la superficie de la copa casa grande y hacer la ranura, se da vuelta a la manija a razón de dos vueltas por segundo contando el número de golpes requeridos para cerrar el fondo de la ranura esta operación se realiza tres veces y cada vez se le agrega un poco de agua con la peseta luego cada muestra se pesa en la balanza y se introduce al horno a 110 grados durante 24 horas (Foto 43)

FOTO 43



- ✓ Limite Plástico: de la muestra anterior se toma una porción se rueda con la mano sobre una superficie limpia y lisa no absorbente como es la placa de vidrio hasta formar un cilindro de 3.2mm de diámetro por 15 cm de longitud aproximadamente.
Se a masa la tira y se vuelve a rodar repitiendo esto tantas veces como sea necesario para reducir gradualmente la humedad por evaporación hasta que el rollo empieza a endurecer.

El límite plástico se alcanza cuando el cilindro se agrieta al ser reducidos divide la tira y se coloca en proporciones en una pequeña tara para luego pesarla (Foto 44) y colocarlas en el horno (Foto 45) durante 24 horas este paso se repite tres veces.

Al día siguiente se retira del horno (Foto 46) y se les pesa a todas las muestras y se toma nota (Foto 47)

FOTO 44



FOTO 45



FOTO 46



FOTO 47



- ✓ Con los Resultados obtenidos en el laboratorio de suelos de la USP podemos saber qué tipo de arcilla es la que estamos utilizando y también nos indicara si está en el rango permitido para realizar este proyecto. (FOTO 48a)

LIMITE LIQUIDO:

53.53 %

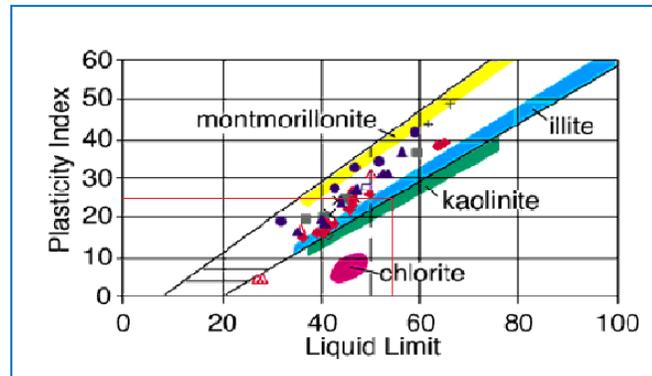
LIMITE PLASTICO:

28.39 %

INDICE DE PLASTICIDAD:

25.14 %

FOTO 48a



- ✓ Realice el estudio de mi ATD en la ciudad de Trujillo (Universidad Nacional de Trujillo) para saber el grado de calcinación de mis materiales (arcilla y concha de abanico) (Adjunto Documento de los Resultados) (FOTO 48b)

FOTO 48b



- ✓ Diseño de muestra patrón: para saber la cantidad de materiales a utilizar deberemos de realizar los cálculos respectivos. Después de obtener los resultados, pesamos la cantidad obtenida (tanto para agregado fino y grueso, cemento y el agua) (Foto 49),

FOTO 49



- ✓ Después de pesar los materiales procedemos a mezclar, para esto necesitamos un trompo (Foto 50) al cual lo llenamos el agregado grueso y el 30% de agua, después echamos el agregado fino con el agua restante y posteriormente el cemento. Esperamos de 3 a 4 minutos para que la mezcla sea homogénea y luego hacemos el vaciado (Foto 51) en las probetas de muestra (Foto 52) y realizar mi diseño de SLUMP (Foto 53)

FOTO 50



TROMPO

FOTO 51



FOTO 52



MOLDE PARA PROBETAS

FOTO 53



- ✓ Después de llenar mis moldes para probetas en 3 capas y cada capa se le chusea con 25 golpes (Foto 54), esperamos a que sequen (Foto 55)

FOTO 54



FOTO 55



- ✓ Después de esperar que seque las probetas, realizamos el paso del desencofrado (Foto 56). para posteriormente pesarlos (Foto 57)

FOTO 56



FOTO 57



- ✓ Una vez pesado las probetas, pasaremos a realizarle el CURADO durante 7, 14 y 28 días (Foto 58)

FOTO 58



- ✓ Ensayo a compresión: después de retirar del agua las probetas (7 días después) volvemos a pesarlo antes de someterle a compresión, también tomaremos nota del diámetro de cada probeta (3 veces) (Foto 59)

FOTO 59



- ✓ Ahora colocamos la probeta en la máquina para su compresión (Foto 60) y observaremos la rotura de tres probetas a los 7 días de la muestra **PATRON** (Fecha 10-10-2018) (Foto 61)

FOTO 60



FOTO 61



- ✓ Tomamos medidas del peso y diámetro de cada una de las probetas, luego realizamos la rotura de las tres probetas a los 14 días de la muestra **PATRON** (Fecha día 17-10-2018) (3 probetas) (FOTO 62)

FOTO 62



- ✓ Tomamos medidas del peso y diámetro de cada una de las probetas, luego realizamos la rotura de las tres probetas a los 28 días de la muestra **PATRON** (Fecha día 31-10-2018) (3 probetas) (FOTO 63)

FOTO 63



✓ Realice el estudio de mi FLUORESCENCIA DE RAYOS X en la ciudad de Lima (Universidad Nacional Mayor De San Marcos) para saber la composición química de mis materiales (arcilla y concha de abanico) (Adjunto Documento de los Resultados) (FOTO 64)

FOTO 64



✓ Realice el estudio de mi PH en Nuevo Chimbote (COLEBI) para saber si mi material es un ácido, neutro o alcalino de mis materiales (cemento, arcilla, concha de abanico y combinación) (Adjunto Documento de los Resultados) (FOTO 65)

FOTO 65



✓ Realice la calcinación de mis materiales en la ciudad de Trujillo (Universidad Nacional de Trujillo), previo a esto se pasó los materiales por la malla organza y posteriormente por los tamices (N°:80, 100, 140 y 200) para poder realizar mis experimentales de 12% y 16% en la relación de 1-3 (FOTO 66)

FOTO 66



✓ Peso Específico: en este proceso realizamos los pesos específicos de mi arcilla, concha de abanico y la combinación de ambas; para mí nueva relación de agua-cemento (Adjunto Documento de los Resultados de Peso Específico) (FOTO 67)

FOTO 67



- ✓ Después del pesado de 0.64 gr. De cada material y combinación se pasa a colocar en la tina de maría por el lapso de 10 min. A 300°; se retira el LE-CHATELIER y la gasolina que contiene se coloca a cero para luego agregar los 0.64 gr. del material para obtener el peso específico (realizar este paso con cada material a utilizar) (FOTO 68)

FOTO 68



- ✓ **Muestra Experimental a un 12%:** Después de pesar los materiales procedemos a mezclar, para esto necesitamos un trompo al cual lo llenamos el agregado grueso y el 30% de agua, después echamos el agregado fino con el agua restante y posteriormente hacemos la mezcla de mi arcilla y concha de abanico en un 12% para el cual se cuartea y se mezcla para agregarlo al cemento. Esperamos de 3 a 4 minutos para que la mezcla sea homogénea y luego hacemos el vaciado en las probetas de muestra y realizar mi diseño de SLUMP (FOTO69)

FOTO 69



SLUMP 3.5"

- ✓ Después de esperar que seque las probetas, realizamos el paso del desencofrado para posteriormente pesarlos y realizar el curado de los 7, 14 y 28 días de la muestra **EXPERIMENTAL 12%** (FOTO70)

FOTO 70



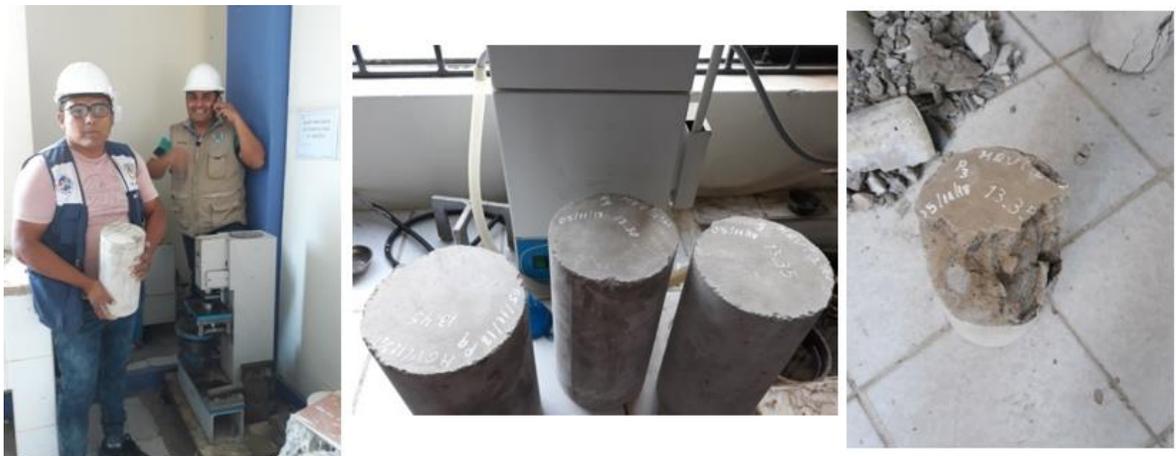
- ✓ Ensayo a compresión de mi **EXPERIMENTAL 12%** a los 7 días: después de retirar del agua las probetas volvemos a pesarlo antes de someterle a compresión, también tomaremos nota del diámetro de cada probeta (3 veces) (Fecha 12-11-2018) (FOTO 71)

FOTO 71



- ✓ Tomamos medidas del peso y diámetro de cada una de las probetas, luego realizamos la rotura de las tres probetas a los 14 días de la muestra **EXPERIMENTAL 12%** (Fecha día 20-11-2018) (3 probetas) (FOTO 72)

FOTO 72



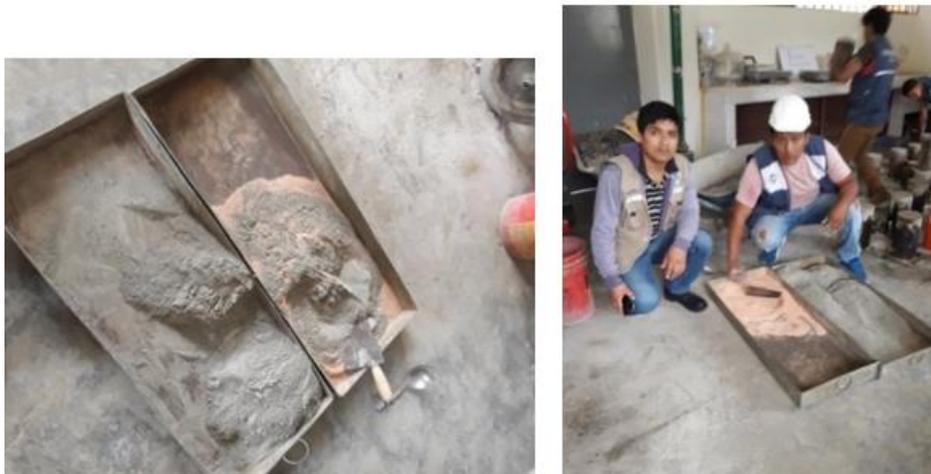
- ✓ Tomamos medidas del peso y diámetro de cada una de las probetas, luego realizamos la rotura de las tres probetas a los 28 días de la muestra **EXPERIMENTAL 12%** (Fecha día 03-12-2018) (3 probetas) (FOTO 73)

FOTO 73



- ✓ **Muestra Experimental a un 16%:** Después de pesar los materiales procedemos a mezclar, para esto necesitamos un trompo al cual lo llenamos el agregado grueso y el 30% de agua, después echamos el agregado fino con el agua restante y posteriormente hacemos la mezcla de mi arcilla y concha de abanico en un 16% para el cual se cuartea y se mezcla para agregarlo al cemento. Esperamos de 3 a 4 minutos para que la mezcla sea homogénea y luego hacemos el vaciado en las probetas de muestra y realizar mi diseño de SLUMP (FOTO74)

FOTO 74





SLUMP 3.60'

- ✓ Después de esperar que seque las probetas, realizamos el paso del desencofrado para posteriormente pesarlos y realizar el curado de los 7, 14 y 28 días de la muestra **EXPERIMENTAL 16%** (FOTO75)

FOTO 75





- ✓ Ensayo a compresión de mi **EXPERIMENTAL 16%** a los 7 días: después de retirar del agua las probetas volvemos a pesarlo antes de someterle a compresión, también tomaremos nota del diámetro de cada probeta (3 veces) (Fecha 16-11-2018) (FOTO 76)

FOTO 76



- ✓ Tomamos medidas del peso y diámetro de cada una de las probetas, luego realizamos la rotura de las tres probetas a los 14 días de la muestra **EXPERIMENTAL 16%** (Fecha día 22-11-2018) (3 probetas) (FOTO 77)

FOTO 77



- ✓ Tomamos medidas del peso y diámetro de cada una de las probetas, luego realizamos la rotura de las tres probetas a los 28 días de la muestra **EXPERIMENTAL 16%** (Fecha día 06-12-2018) (3 probetas) (FOTO 78)

FOTO 78

