



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y LA
CONSTRUCCIÓN**

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**TRABAJO DE TITULACIÓN, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO CIVIL**

**TEMA: “MAMPUESTOS CON CONCHA DE OSTIÓN PARA LA
COMUNIDAD DE TAMBILLO, PROVINCIA DE ESMERALDAS”**

AUTOR: CALDERÓN BENÍTEZ, VERÓNICA ALEXANDRA

DIRECTOR: ING. BONIFAZ GARCÍA, HUGO FABIAN

SANGOLQUÍ

2018



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y LA CONSTRUCCION

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación “MAMPUESTOS CON CONCHA DE OSTIÓN PARA LA COMUNIDAD DE TAMBILLO, PROVINCIA DE ESMERALDAS” fue realizado por la señorita *Calderón Benítez, Verónica Alexandra* el mismo que ha sido revisado en su totalidad, analizado por las herramientas de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Sangolquí, 19 de julio del 2018

Firma:

Una firma manuscrita en tinta azul que parece decir 'Hugo Bonifaz'.

Ing. Hugo Fabian Bonifaz García

C.C. 060178645-2



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y LA CONSTRUCCION

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, *Calderón Benítez, Verónica Alexandra*, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: “MAMPUESTOS CON CONCHA DE OSTIÓN PARA LA COMUNIDAD DE TAMBILLO, PROVINCIA DE ESMERALDAS” es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Consecuentemente el contenido de la investigación mencionando es veraz.

Sangolquí, 19 de julio del 2018

Firma:

Una firma manuscrita en tinta azul que parece decir 'Verónica Benítez', escrita sobre una línea horizontal.

Verónica Alexandra Calderón Benítez

C.C. 100346844-2



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y LA CONSTRUCCION

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

AUTORIZACIÓN

Yo, *Calderón Benítez, Verónica Alexandra*, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: “MAMPUESTOS CON CONCHA DE OSTIÓN PARA LA COMUNIDAD DE TAMBILLO, PROVINCIA DE ESMERALDAS” en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Sangolquí, 19 de julio del 2018

Firma:

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Verónica B.', written over a horizontal line.

Verónica Alexandra Calderón Benítez

C.C. 100346844-2

DEDICATORIA

A mi Madre Piedad.

Por haberme apoyado incondicionalmente y haber creído siempre en mí, por sus consejos y palabras de aliento cuando casi desistí, por su ejemplo de vida que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

A mi Padre Marcelino.

Por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan y que siempre me ha infundido, por nunca dejarme decaer, por enseñarme que soy capaz de todo si me lo propongo, por formar mi carácter y personalidad, y enseñarme a defender mis pensamientos y convicciones.

A mi hermano Julio

Por su apoyo incondicional, por sus palabras de aliento, y llamadas de atención, por estar siempre a una llamada de distancia solo para mí.

A mi hermano Mateo

Por permitirme ser tu hermana mayor, por darme esa sonrisa y abrazo cada fin de semana, que me dieron la fuerza suficiente para estar lejos de todos. Por ser simplemente tú y quererme de la forma que lo haces.

A mi Abuelito Segundito que, aunque ya no se encuentre con nosotros físicamente, siempre estará presente en mi corazón, por haber creído en mi hasta el último momento ¡Ya soy su Ingenierita!

Verónica Alexandra Calderón Benítez

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a todas las personas que han sido parte de este proyecto de investigación especialmente a:

A la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE, por permitirme ser parte de su educación de excelencia.

Al Ing. Hugo Bonifaz, director de este proyecto, por la guía para su ejecución, por su constante apoyo y por brindarme su amistad.

Al Ing. Juan Haro, por estar siempre al pendiente de los avances de este trabajo, por ayudarme con ideas fundamentales para realizarlo con éxito, y brindarme su amistad

Al Ing. Jorge Zúñiga, por su apoyo incondicional durante toda mi trayectoria en la universidad y por su colaboración en la revisión de este proyecto.

A todos aquellos que, con su ayuda en el laboratorio, lograron que este gran esfuerzo se volviera realidad.

A esa persona incondicional que siempre estuvo dispuesto a ayudarme en el laboratorio, que me apoyo en los momentos definitivos de este trabajo, muchas gracias por tu apoyo incondicional.

Verónica Alexandra Calderón Benítez

ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICACIÓN	i
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD.....	ii
AUTORIZACIÓN.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTOS	v
ÍNDICE DE CONTENIDO	vi
INDICE DE TABLAS	x
INDICE DE FIGURAS.....	xiv
RESUMEN.....	xvii
ABSTRACT	xviii
CAPITULO I GENERALIDADES	1
1.1.Antecedentes.....	1
1.2.Definición del Problema.....	2
1.2.1.Macro.....	2
1.2.2.Meso.....	3
1.2.3.Micro.....	3
1.3.Justificación.....	7
1.4.Objetivos.....	8
1.4.1.Objetivo general	8
1.4.2.Objetivos Específicos.....	8
CAPITULO II MARCO TEÓRICO	9

2.MARCO TEÓRICO.....	9
2.1.Terrocemento.....	9
2.1.1.Generalidades.....	9
2.1.2.Tipos de Terrocemento.....	10
2.1.3.Composición del Terrocemento.....	11
2.2.Mampostería.....	15
2.2.1.Ladrillo.....	15
2.3.Arcilla.....	18
2.3.1.Generalidades.....	18
2.3.2.Tipos de arcillas.....	19
2.3.3.Propiedades de las arcillas.....	19
2.4.Arena.....	21
2.4.1.Generalidades.....	21
2.4.2.Clasificación de la arena.....	22
2.5.Concha de Ostión (CACO3).....	23
CAPITULO III CARACTERIZACION DE MUESTRAS.....	25
3.CARACTERIZACION DE MUESTRAS.....	25
3.1.Lugar de recolección de muestras de limo arcilloso, arena y concha de ostión.....	25
3.2.Clasificación de muestras.....	27
3.2.1.Ensayos en Arcilla.....	27

3.2.2.Ensayos en Arena	45
3.2.3.Ensayos en Concha Molida	50
3.3.Análisis de muestras.....	55
3.3.1.Limo - Arcilloso	55
3.3.2.Arena.....	56
3.3.3.Concha.....	56
CAPÍTULO IV: ELABORACIÓN DE MAMPUESTO.....	57
4.ELABORACIÓN DE MAMPUESTO.....	57
4.1.Procesos de preparación de materiales para la elaboración de mampuestos.....	57
4.1.1.Arcilla.....	57
4.1.2.Arena.....	58
4.1.3.Concha.....	58
4.2.Dosificación de mezcla para la elaboración de mampuestos.	64
4.2.1.Dosificación Arcilla- Concha Calcinada.....	64
4.2.2.Dosificación Arcilla – Arena.....	66
4.2.3.Dosificación Arcilla – Arena – Concha Molida.....	67
4.2.4.Dosificación Arcilla – Arena – Concha Molida, bloques compactados y cocidos	69
4.2.5.Dosificación Arcilla – Arena – Concha Molida, bloques compactados.	70
4.2.6.Dosificación Arcilla – Arena – Concha Molida - Cemento Blanco.....	71
4.2.7.Dosificación Arcilla – Arena – Concha Molida – Carbonato de calcio + Resina.....	72

4.2.8.Dosificación Arcilla – Arena – Concha Molido – Cemento Gris	72
4.3.Elaboración de mampuestos.....	73
4.4.Propiedades Índice de la mezcla dosificación Tabla 54.....	80
CAPÍTULO V: ENSAYOS.....	85
5.ENSAYOS.	85
5.1.Ensayos de compresión	85
5.2.Ensayos de absorción de humedad.....	86
5.3.Ensayo de degradación en presencia de agua.....	86
CAPÍTULO VI: ANÁLISIS DE RESULTADOS	88
ANÁLISIS DE RESULTADOS	88
5.4.Resultados de ensayos de resistencia a la compresión	88
5.5.Resultados de ensayos de absorción de humedad	90
5.6.Resultados de ensayos de degradación en presencia del agua	91
5.7.Propuesta de solución según dosificación más apropiada.....	91
5.8.Elaboración de una guía práctica y capacitación a la comunidad	92
CONCLUSIONES	93
RECOMENDACIONES	96
BIBLIOGRAFÍA.....	97

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: <i>Costos de transportación</i>	1
Tabla 2: <i>Población de la Parroquia Tambillo</i>	4
Tabla 3: <i>Índice de pobreza de la Parroquia de Tambillo</i>	4
Tabla 4: <i>Análisis de Riegos de la parroquia Tambillo</i>	4
Tabla 5: <i>Tipo de servicio higiénico o escusado</i>	5
Tabla 6: <i>Procedencia principal del agua recibida</i>	6
Tabla 7: <i>Eliminación de la basura.</i>	6
Tabla 8: <i>Requerimientos típicos de cantidad de cemento para varios tipos de suelo</i>	12
Tabla 9: <i>Dimensiones de ladrillos cerámicos en cm.</i>	16
Tabla 10: <i>Resistencia mecánica y absorción de la humedad de ladrillos cerámicos</i>	18
Tabla 11: <i>Coordenadas Georreferenciadas</i>	26
Tabla 12: <i>Datos del Contenido de Humedad de la Arcilla.</i>	29
Tabla 13: <i>Resultados de la granulometría por lavado de la arcilla</i>	32
Tabla 14: <i>Resultados de ensayo de limite liquido</i>	35
Tabla 15: <i>Resultados de limite plástico</i>	38
Tabla 16: <i>Ensayo de Limite de contracción</i>	40
Tabla 17: <i>Resultados ensayo peso específico</i>	42
Tabla 18: <i>Resultados ensayo peso volumétrico</i>	44
Tabla 19: <i>Datos de humedad de la Arena</i>	45
Tabla 20: <i>Calculo de granulometría</i>	46
Tabla 21: <i>Calculo de Peso Específico de arena</i>	48

Tabla 22: <i>Peso Volumétrico Arena</i>	49
Tabla 23: <i>Contenido de Humedad del Polvo de concha</i>	50
Tabla 24: <i>Granulometría del Polvo de concha de ostión</i>	52
Tabla 25: <i>Calculo de Peso Específico de Concha</i>	54
Tabla 26: <i>Peso volumétrico</i>	55
Tabla 27: <i>Resultados de Ensayos de Laboratorio de suelo arcilloso</i>	55
Tabla 28: <i>Resultados de ensayos de laboratorio en Arena</i>	56
Tabla 29: <i>Resultados de ensayos de laboratorio en Concha.</i>	56
Tabla 30: <i>Calcinación de Concha de ostión</i>	59
Tabla 31: <i>Dosificación Arcilla – Concha calcinada</i>	64
Tabla 32: <i>Esfuerzos a la compresión de muestras Arcilla – Concha Calcinada</i>	65
Tabla 33: <i>Dosificación Arcilla – Arena</i>	66
Tabla 34: <i>Dosificación en volumen Arcilla – Arena – Concha Molida</i>	67
Tabla 35: <i>Dosificación Arcilla – Arena – Concha, bloques compactados y cocidos.</i>	69
Tabla 36: <i>Dosificación en volumen – Arena – Concha, bloques compactados.</i>	70
Tabla 37: <i>Dosificación en volumen Arcilla – Arena – Cemento Blanco</i>	71
Tabla 38: <i>Dosificación Arcilla – Arena – Concha Molida – Carbonato de Calcio + Resina</i>	72
Tabla 39: <i>Dosificación en volumen Arcilla - Arena - Concha Molida - Cemento Gris</i>	73
Tabla 40: <i>Dosificación Arena- Arcilla 3/7, 2% de cemento</i>	75
Tabla 41: <i>Dosificación Arena- Arcilla 3/7, 4% de cemento</i>	75
Tabla 42: <i>Dosificación Arena- Arcilla 3/7, 6% de cemento</i>	75
Tabla 43: <i>Dosificación Arena- Arcilla 3/7, 8% de cemento</i>	76
Tabla 44: <i>Dosificación Arena- Arcilla 3/7, 10% de cemento</i>	76

Tabla 45: <i>Dosificación Arena- Arcilla 2/8, 2% de cemento</i>	76
Tabla 46: <i>Dosificación Arena- Arcilla 2/8, 4% de cemento</i>	77
Tabla 47: <i>Dosificación Arena- Arcilla 2/8, 6% de cemento.</i>	77
Tabla 48: <i>Dosificación Arena- Arcilla 2/8, 8% de cemento</i>	77
Tabla 49: <i>Dosificación Arena- Arcilla 2/8, 10% de cemento</i>	78
Tabla 50: <i>Dosificación Arena – Arcilla 3/7, 8% de cemento</i>	78
Tabla 51: <i>Dosificación Arena- Arcilla, 30% de concha molida, 6% de cemento</i>	79
Tabla 52: <i>Dosificación Arena - Arcilla, 20% de concha molida, 6% de cemento</i>	79
Tabla 53: <i>Dosificación Arena - Arcilla, 20% de concha molida, 8% de cemento</i>	79
Tabla 54: <i>Dosificación Arena - Arcilla, 30% de concha molida, 8% de cemento</i>	80
Tabla 55: <i>Contenido de humedad de la mezcla.</i>	80
Tabla 56: <i>Granulometría de la mezcla</i>	81
Tabla 57: <i>Calculo de Peso Específico de la mezcla</i>	82
Tabla 58: <i>Peso volumétrico</i>	82
Tabla 59: <i>Limite liquido de la mezcla</i>	83
Tabla 60: <i>Limite plástico de la mezcla</i>	83
Tabla 61: <i>Resultados del Límite de contracción mezcla</i>	84
Tabla 62: <i>Resultados Ensayo de Resistencia a la compresión dosificación tabla 50</i>	89
Tabla 63: <i>Resultados Ensayo de Resistencia a la compresión dosificación tabla 54</i>	90
Tabla 64: <i>Resultados Ensayo de Absorción de humedad dosificación tabla 50</i>	90
Tabla 65: <i>Resultados Ensayo de Absorción de humedad dosificación tabla 54</i>	90
Tabla 66: <i>Resultados Ensayo de degradación en presencia del agua dosificación tabla 54</i>	91
Tabla 67: <i>Resultados Ensayo de degradación en presencia del agua dosificación tabla 50</i>	91

Tabla 68: *Requisitos de dosificación*.....91

INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1:</i> Población de Tambillo.....	7
<i>Figura 2:</i> Concha de Ostión	23
<i>Figura 3:</i> Taxonomía de la concha de ostión	24
<i>Figura 4:</i> Ruta pluvial San Lorenzo- Tambillo	25
<i>Figura 5:</i> Parroquia Tambillo, vista desde el estero.....	25
<i>Figura 6:</i> Parroquia Tambillo, parque central marea alta	26
<i>Figura 7:</i> Ubicación de lugares de extracción de muestras.....	26
<i>Figura 8:</i> Zona de recolección de Concha, ver Tabla 11.	27
<i>Figura 9:</i> Zona de recolección de Arcilla, ver Tabla 11.	27
<i>Figura 10:</i> Toma de masa de muestra seca, Contenido de humedad	29
<i>Figura 11:</i> Lavado de muestra de arcilla.....	31
<i>Figura 12:</i> Granulometría de suelo Arcilloso.....	32
<i>Figura 13:</i> Curva Granulométrica Limo Arcilloso.....	33
<i>Figura 14:</i> Ensayo de Limite liquido	34
<i>Figura 15:</i> Toma de muestra para contenido de humedad	35
<i>Figura 16:</i> Gráfico Limite liquido.....	36
<i>Figura 17:</i> Ensayo de Plasticidad.....	37
<i>Figura 18:</i> Muestra para limite plástico	38
<i>Figura 19:</i> Muertas de Limite de contracción	40
<i>Figura 20:</i> Pastilla de suelo	40
<i>Figura 21:</i> Ensayo de peso volumétrico.....	44

Figura 22: Muestra húmeda, Contenido de humedad	46
Figura 23: Resultados tamización	47
Figura 24: Curva granulométrica de la Arena.....	47
Figura 25: Ensayo peso específico.....	49
Figura 26: Tamización por lavado	52
Figura 27: Resultados de tamización polvo de concha.....	53
Figura 28: Curva Granulométrica del Polvo de concha.....	53
Figura 29: Terrones de arcilla	57
Figura 30: Arcilla triturada	58
Figura 31: Resultado del XRD, muestra No. 1	59
Figura 32: Resultados del XRD, muestra No. 2.....	60
Figura 33: Resultados del XRD, muestra No. 3.....	60
Figura 34: Resultado del XRD, muestra No. 4	61
Figura 35: Resultado del XRD, muestra No. 5	61
Figura 36: Calcinación concha de ostión.....	62
Figura 37: Ensayo de compresión muestra con concha de ostión	62
Figura 38: Molino metálico	63
Figura 39: Concha de ostión triturada.....	63
Figura 40: Ensayo de compresión, Arcilla- Concha	64
Figura 41: Dosificación Arcilla – Arena.....	66
Figura 42: Resistencia a la compresión, Dosificación Arcilla – Arena	67
Figura 43: Resistencia a la compresión, Dosificación Arcilla – Arena- Concha molida.....	68
Figura 44: Ensayo de compresión, Dosificación Arcilla – Arena- Concha molida.....	68

Figura 45: Bloques en horno de alta temperatura	69
Figura 46: Resistencia a compresión, Bloques compactados y cocidos a 900°C.	70
Figura 47: Resistencia a la compresión, bloques compactados	71
Figura 48: Ensayo de Compresión, Arcilla – Arena – Cemento Blanco	72
Figura 49: Maquina Compactadora de bloques	73
Figura 50: Estabilización granulométrica de la mezcla	81
Figura 51: Grafica del límite liquido de la mezcla	83
Figura 52: Bloque compactado refrentado.....	85
Figura 53: Muestra desecada en el horno por 24 horas.	86
Figura 54: Bloques compactados sumergidos en agua	87
Figura 55: Resultados de compresión, Arcilla – Arena 3/7 y % de cemento	88
Figura 56: Resultados de compresión, Arcilla – Arena 2/8 y % de cemento	88
Figura 57: Resultados de compresión, Arcilla – Arena 3/7, Cemento Gris y % de concha	89
Figura 58: Resistencia a compresión de mampuestos con y sin adhesión de concha.....	93
Figura 59: Resistencia a la compresión. Comparación de muestras	95

RESUMEN

Debido a la problemática de la comunidad de Tambillo con respecto a los costos altos de producción y transportación de materiales para la construcción, ha hecho que se busquen alternativas de elaboración de mampuestos con materiales propios de la zona. La siguiente investigación presenta resultados de elaboración de mampuestos tipo bloque compactado de tierra como una alternativa sustentable para la construcción de viviendas y obras civiles en la comunidad. En la alternativa estudiada se plantea el uso de suelo arcilloso, arena de mar, polvo de concha de ostión y cemento, para la elaboración de mampuestos compactados de suelo tipo bloque. El estudio consiste en elaborar un bloque compactado de tierra o terrocemento que cumpla con los parámetros de resistencia a la compresión y absorción de un ladrillo común, dadas en la norma (INEN 297, 2005). El proyecto se planteó como una investigación de tipo experimental. La investigación se desarrolló en cinco fases fundamentales: la recopilación de muestras, la caracterización de las muestras mediante ensayos de propiedades índices, la elaboración de los mampuestos con las diferentes dosificaciones, la realización de los ensayos de compresión, absorción y resistencia a la degradación en presencia del agua de los bloques compactados, el análisis de los datos y la presentación del informe final. Los resultados demuestran que la alternativa planteada como solución de la investigación es positiva y los bloques compactados cumplen con la resistencia mínima y absorción máxima requeridas en la norma (INEN 297, 2005).

PALABRAS CLAVES:

- BLOQUES COMPACTADOS**
- TERROCEMENTO**
- MAMPOSTERIA**
- SUELO ARCILLOSO**
- CONCHA DE OSTIÓN**

ABSTRACT

Due to the problems of the community of Tambillo with respect to the high costs of production and transportation of materials for construction, has made to find alternatives for elaboration of masonry with materials typical of the area. The following investigation presents results of elaboration of blocks of compacted earth block as a sustainable alternative for the construction of houses and civil works in the community. In the studied alternative the use of clayey soil, sea sand, oyster shell dust and cement is proposed, for the elaboration of compacted blocks of block soil. The study consists in elaborating a compacted block of earth or terrocement that complies with the parameters of resistance to compression and absorption of a common brick, given in the norm (INEN 297, 2005). The project was proposed as an experimental research. The investigation was developed in five fundamental phases: the collection of samples, the characterization of the samples by means of tests of index properties, the elaboration of the masonry with the different dosages, the performance of compression tests, absorption and resistance to degradation in presence of the water of the compacted blocks, the analysis of the data and the presentation of the final report. The results show that the alternative proposed as a research solution is positive and the compacted blocks comply with the minimum resistance and maximum absorption required in the standard (INEN 297, 2005).

KEYWORDS :

- COMPACTED BLOCKS**
- TERROCEMENT**
- MASONRY**
- CLAY FLOOR**
- OSTION CONCH**

CAPITULO I

GENERALIDADES

1.1. Antecedentes

La ubicación de la parroquia de Tambillo ha hecho que los materiales de construcción sean de difícil obtención. Los habitantes de la comunidad de Tambillo tienen que transportar mediante vía marítima - pluvial todos los materiales para la construcción de viviendas y obras civiles, elevando sus precios unitarios. Por ello la mayor parte de las viviendas son construidas con madera y se encuentran en mal estado. Se realizó una comparación de los materiales de construcción en el continente con el costo de los mismos en la comunidad de Tambillo.

Tabla 1

Costos de transportación

Materiales de Construcción	Unidad	Costo en el Continente	Costo en Tambillo	% en trasportación
Cemento Alegre Selva	Saco	7.20	9.20	21.7%
Arena	M3	10.25	20.00	48.8%
Ripio	M3	15.38	25.00	38.5%
Bloque alivianado de 10x15x40	u	0.33	0.50	34%
Ladrillo	u	0.24	0.50	52%

Los costos por transportación de los materiales de construcción son elevados para la situación económica de los habitantes de la comunidad.

En las zonas aledañas a la comunidad de Tambillo, tenemos materiales como arcilla, arena de mar y concha de ostión, agregados que pueden ser utilizados para la elaboración de mampuestos.

Según el Ing. Candelario Ramón de los Santos (2016) acota en la publicación del artículo de la Revista Espacio ID+ que *“El tratamiento que favorece la utilización de la concha de ostión como material para agregado de mortero para la restauración de antiguos edificios, es el obtenido mediante el tratamiento térmico a la concha de ostión a 900°C. A esta temperatura se obtiene óxido de calcio, compuesto utilizado en la industria de la construcción. Por otra parte, la concha que se calcina a esta temperatura es más fácil de triturar y presenta un tamaño de partícula de 0.74 mm, que es capaz de adherirse a las paredes húmedas a restaurar. La textura del polvo obtenido con este tratamiento térmico en este trabajo de investigación, es más fino y de color blanco, lo que favorece que reflejen la luz, aumentando la reflectancia de la luz en el rango del visible. Es por estas características, que este material se puede utilizar como mortero para la restauración de edificios antiguos y zonas arqueológicas, al ser el material utilizado desde la antigüedad y mucho antes del descubrimiento del cemento tipo portland que se utiliza en la actualidad.”*, se concluye que es factible realizar los mampuestos con concha de ostión para la comunidad de Tambillo.

1.2. Definición del Problema

1.2.1. Macro

Uno de los mayores problemas que afecta al mundo hoy en día es el calentamiento global, que nos ha llevado a un efecto invernadero provocado por las grandes emisiones de dióxido de carbono, este fenómeno que afecta directamente a la población mundial, se ha hecho más notable en ciudades desarrolladas o en proceso de industrialización.

Este problema ha llevado a la búsqueda de procesos de industrialización que sean respetuosos con el planeta. La industria de la construcción tiene altos costos en el punto de

vista ambiental y energético, porque se necesita obtener materiales como cemento y acero, por eso se busca que los nuevos materiales usados en edificaciones tengan un bajo impacto ambiental y contribuyan a disminuir el efecto invernadero. Uno de ellos es sustituir la elaboración del ladrillo convencional con otro material que no necesite cocción, como reciclados de vidrio o plástico y otros que parten de prensados naturales de tierra cemento, que evite la emanación de gases que afectan al ambiente. (Roberto Martínez Kraushaar, 2011)

1.2.2. Meso

En Ecuador, provincia de Esmeraldas se ha visto la necesidad de buscar nuevas alternativas de obtención de materiales pétreos, ya que las minas de agregados se encuentran alejados de las poblaciones y por los altos costos de adquisición de los materiales como el acero y el cemento, las técnicas ancestrales han logrado poder reducir el costo de los materiales de construcción con respecto a la mampostería, con el desarrollo de ladrillos de suelo- cemento, un ladrillo que se fabrica mezclando agua, tierra y cemento, utilizando la tierra rojiza que predomina en la provincia. Con este proceso, se evita el uso de materiales como arena y ripio para la elaboración de mampuesto. (Corral, 2008)

1.2.3. Micro

Se pudo observar con una visita a la comunidad de Tambillo que en su mayoría las casas son construidas con madera y que algunas se encuentran ya en mal estado.

Su principal vía de transporte es marítimo - fluvial, la comunidad se encuentra a treinta minutos del puerto de San Lorenzo de la provincia de Esmeraldas. Para la construcción de casas y obras civiles se necesita traer materiales pétreos del continente, subiendo los precios de los

mismos, y siendo complicada su adquisición por la situación económica de los pobladores de la comunidad.

Para la parroquia de Tambillo según el censo del 2010, realizado por El Instituto Nacional de Estadística y Censos, tenemos los datos de la comunidad desde la tabla 2 hasta la tabla 4:

Tabla 2

Población de la Parroquia Tambillo

Parroquia	Mujer	Hombre	Total
Tambillo	817	926	1743

Fuente: (Instituto Nacional de Estadística y Censos , 2010)

En la tabla 3, podemos ver los índices de pobreza por necesidades básicas insatisfechas en los pobladores de la parroquia Tambillo.

Tabla 3

Índice de pobreza de la Parroquia de Tambillo

Parroquia	No Pobres (Número)	Pobres (Número)	Total (Número)	No Pobres (%)	Pobres (%)	Total (%)
Tambillo	25	1718	1743	1.4	98.6	100

Fuente: (Instituto Nacional de Estadística y Censos , 2010)

Tabla 4

Análisis de Riesgos de la parroquia Tambillo

Variables	Potenciales	Problemas
Red nacional de asentamientos humanos	Lo concentrado y nucleado de los asentamientos humanos del cantón, manifiesta una dinámica transformación urbana integrada con la naturaleza.	El crecimiento desordenado de la zona urbana. Invasión de zonas de protección, zonas de riesgo, acompañado de migración de nuestros vecinos del norte colombianos.
Infraestructura y acceso a servicios básicos	El recurso hídrico del territorio	Las viviendas de la zona rural no cuentan con un adecuado sistema de eliminación de aguas servidas además no cuenta con sistema de agua potable solo reciben agua entubada No contar con el servicio de recolección de la basura incrementa la proliferación de moscar y roedores que

		pueden afectar la salud de la población.
Acceso a servicio de educación y salud		El alto porcentaje de no asistir a escolaridad
Acceso a vivienda	En la zona urbana existe territorio que se puede ocupar como área de expansión urbana, y planes de vivienda	<p>La baja calidad de las edificaciones</p> <p>No poder titularizar las tierras por estar en zona de reserva es un factor de inseguridad para la inversión en viviendas.</p> <p>No contar con áreas de expansión poblacional para la construcción de nuevas viviendas genera hacinamiento.</p> <p>No se ejecutan planes de vivienda en el territorio, lo que no permite mejorar las condiciones de acceso a la vivienda.</p> <p>La mayor parte de las viviendas en el territorio son muy precarias, lo que afecta la seguridad y el bienestar de la familia.</p>
Localización de asentamientos humanos		Los asentamientos irregulares de la ribera del brazo de mar, zona considerada de riesgo, en costado de la vía tanto la vía a Esmeraldas como la vía a Ibarra

Fuente: (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2015)

Los servicios básicos existentes en la parroquia de Tambillo se ven reflejados en la tabla 5

hasta la tabla 7:

Tabla 5

Tipo de servicio higiénico o escusado

Tipo de servicio higiénico o escusado	Casos	%
Conectado a red pública de alcantarillado	9	2.19
Conectado a pozo séptico	52	12.65
Conectado a pozo ciego	37	9.00
Con descarga directa al mar, río lago o quebrada	49	11.92
Letrina	6	1.46
No tiene	258	62.77
Total	411	100

Fuente: (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2010)

Tabla 6*Procedencia principal del agua recibida*

Procedencia principal del agua recibida	Casos	%
De red publica	82	19.95
De pozo	112	27.25
De rio, vertiente, acequia o canal	96	23.36
Otro (Agua lluvia/albarrada)	121	29.44
Total	411	100

Fuente: (Instituto Nacional de Estadística y Censos , 2010)

Tabla 7*Eliminación de la basura*

Eliminación de la basura	Casos	%
Por carro recolector	5	1.22
La arrojan en terreno bladio o quebrada	95	23.11
La queman	121	29.44
La entierran	15	3.65
La arrojan al rio, acequia o canal	150	36.50
De otra forma	25	6.08
Total	411	100.00

Fuente: (Instituto Nacional de Estadística y Censos , 2010)

El problema de adquisición de materiales pétreos para los pobladores ha hecho que las viviendas de la comunidad sean construidas de madera y se encuentren en mal estado.



Figura 1: Población de Tambillo

Por lo anterior, mediante esta investigación se pretende dar una solución a este problema de altos costos de materiales pétreos para la construcción y usar materiales propios de la zona para obtener un mampuesto sin ocasionar daños al ambiente y de bajo costo.

1.3. Justificación

Siendo difícil la obtención de materiales de construcción, por costos altos de transportación, se pretende dar solución a este problema que es común en la comunidad de Tambillo y proveer de mampuestos elaborados in situ, además se pretende disminuir los costos de elaboración de elementos de mampostería con agregados endémicos de la zona para construcción de viviendas y obras civiles para la comunidad de Tambillo.

Por antes mencionado, se investigarán los tipos de agregados que se encuentren más próximos a la comunidad, y que su extracción no cause altos costos de explotación y transporte. Además, se elaborará una dosificación específica con dichos agregados para la fabricación de mampuestos, que cumplan con requisitos de resistencia a la compresión y además un estado de inmersión bajo agua durante varios días. (ASTM D 5313-92, 1997)

El proyecto arrojará resultados para procedimiento de elaboración de mampostería, los cuales servirán para la fabricación in situ de los mampuestos, por la comunidad, previa a su capacitación, para la construcción de viviendas y obras civiles de la Comunidad de Tambillo, zona de pobreza extrema en la provincia de Esmeraldas.

1.4.Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Obtener la dosificación de arcilla, arena, concha de ostión molida y cemento para la elaboración de mampuestos de terrocemento con resistencia mayor a 4 MPA.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Determinar la resistencia a la compresión y degradación en agua de los bloques de terrocemento y concha de ostión prensados, por medio de ensayos en el laboratorio para diferentes dosificaciones.
- Comparar resultados de bloques de terrocemento y concha de ostión molida con bloques de terrocemento sin adhesión de concha de ostión y establecer la mejor dosificación.
- Establecer la metodología para fabricar mampuestos de terrocemento a base de concha de ostión molida.

CAPITULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Terrocemento

2.1.1. Generalidades

La terminología del concreto de la ACI define al suelo- cemento o terrocemento como *“Una mezcla de suelo con cantidades medidas de cemento Portland y agua, compactada a una alta densidad. El suelo cemento puede ser además definido como un material. El suelo cemento puede ser además definido como un material que se produce mezclando, compactando y curando una combinación de suelo/agregado, cementos portland, agua y posiblemente adiciones incluyendo puzolanas, para formar un material endurecido con propiedades específicas para de ingeniería.”* (American Concrete Institute, 2016)

Suelo cemento es una mezcla que consiste de 70% de arena y 30% de suelo de grano fino no cohesivo. El cemento portland está agregado en un 4 a 15% del peso, para ser económicamente rentable. A la mezcla se le adiciona una cierta cantidad de agua para su fraguado y posteriormente se compacta. Una vez curado o fraguado debe cumplir con determinadas condiciones de susceptibilidad al agua (impermeabilidad, insolubilidad), resistencia, durabilidad y apariencia. (Berglund, 1986)

El suelo cemento tiene varias aplicaciones en obras civiles como:

- Bases de carreteras, calles, aeropuertos y estacionamientos
- Protección de taludes
- Bancos de Protección en vías

- Estabilización de cimentación
- Construcción de casas con muros apisonados de tierra
- Construcción de pisos en áreas de almacenamiento
- Protección contra la erosión de playas por corrientes y oleajes del mar.
- Revestimiento de canales
- Construcción de cortinas de presas
- Construcción de atajías para protección de terraplenes en la construcción de presas.
- Construcción de gaviones

2.1.2. Tipos de Terrocemento

Según (De La Fuente, 2013) los suelos cemento se pueden clasificar según las porciones añadidas a la mezcla de cemento, agua y suelo se pueden clasificar en:

- Suelo cemento compacto
- Suelo cemento
- Suelo cemento plástico
- Suelo modificado con cemento

El suelo cemento requiere cantidades entre 4 y 25% de cemento aproximadamente, para hacer suelo cemento compactado. El suelo cemento principalmente puede estar hecho con:

- Suelo granular limpio
- Mezcla de suelos granulares y finos, predominantemente limosos

- Mezcla de suelos granulares y finos, predominantemente arcillosos
- Suelos limosos
- Suelos arcillosos

Se debe tener en cuenta que mientras más finos tenga el suelo se deberá incrementar el porcentaje de cemento, esto incrementa su costo de producción.

2.1.3. Composición del Terrocemento

Los principales compuestos del terrocemento son:

- Cemento
- Suelo
- Cal apagada
- Agua
- Materia Orgánica

2.1.3.1. Cemento

Para la mezcla de terrocemento o suelo cemento la Portland Cement Association (PCA) determina que cualquier tipo de cemento portland que cumpla con los requisitos de las normas (ASTM C 150, 2007), (ASTM C595, 2018), (ASTM 1157), o (ASTM C91, 2012), puede ser utilizado.

La cantidad de cemento puede variar por el tipo de suelo utilizado para la mezcla, puede ir del 2% hasta el 25% del peso de suelo seco, por razones económicas se recomienda que será no

más de 15%. La (ACI 230.1R-09, 2009) nos muestra una tabla de cantidades de cementos dependiendo del tipo de suelo.

Tabla 8

Requerimientos típicos de cantidad de cemento para varios tipos de suelo

Clasificación del Suelo AASHTO	Clasificación del Suelo ASTM	Rango típico de cemento requerido en porcentaje de peso	Contenido típico de cemento para la prueba de densidad de humedad (ASTM D558), porcentaje en peso	Contenido típico de cemento para pruebas de durabilidad (ASTM D559 y D560), porcentaje en peso
A-1-a	GW, GP, GM, SW, SP, SM	3 a 5	5	3-5-7
A-1-b	GM, GP, SM, SP	5 a 8	6	4-6-8
A-2	GM, GC, SM, SC	5 a 9	7	5-7-9
A-3	SP	7 a 11	9	7-9-11
A-4	CL, ML	7 a 12	10	8-10-12
A-5	ML, MH, CH	8 a 13	10	8-10-12
A-6	CL, CH	9 a 15	12	10-12-14
A-7	MH, CH	10 a 16	13	11-13-15

Fuente: (ACI 230.1R-09, 2009)

Según (Teng, T.C., & Fuiton, 1974) explica la reacción del cemento con los suelos finos, experimenta un incremento notable en la resistencia:

- Rápida floculación y acercamiento de las partículas de arcilla o limo.
- Hidratación del cemento con el establecimiento de vínculos entre partículas y paquetes de ellas.
- Cristalización del carbonato de calcio con partículas de cemento, que por el mezclado se encontraran disminuidas discretamente en el medio.

En suelos donde predominan la cantidad de arcilla, se ha visto que la resistencia a la compresión puede no aumentar e incluso disminuir. Este efecto se presenta en suelos tratados con 3 a 5% de peso en cemento, sucede porque las partículas de arcilla se encapsulan sobre las

partículas de cemento, dando una estructura débil, a veces menos resistente que la estructura de suelo sin cemento. (De La Fuente, 2013).

2.1.3.2. Agua

El agua en la mezcla de suelo-cemento es necesaria para la hidratación del cemento y producir la aglutinación de las partículas y para conseguir la máxima compactación de la mezcla. El contenido de humedad recomendable para mezclas con suelos de alta plasticidad es del 10 y 20% y para suelos granulares es de 10%. El agua para la mezcla se recomienda que sea relativamente limpia, evitando acides y materia orgánica. Cuando no es posible usar agua dulce, el uso de agua con gran cantidad de sales ha dado resultados satisfactorios. (ACI 230.1R-09, 2009).

Para hacer especímenes para pruebas de compactación, humedad optima se recomienda que se use lechada de cemento. En la construcción el proceso de curado se llevará a cabo en suelos plásticos hasta después de 43 días y en suelos granulares hasta 28 días. El contenido de humedad dependerá de la trabajabilidad, manejabilidad de la mezcla, la necesidad de evitar agrietamientos excesivos y para alcanzar la compactación. (De La Fuente, 2013)

2.1.3.3. Materia orgánica

La materia orgánica está presente si la profundidad de toma de la muestra está menos de 1.5m. Para la mezcla de suelo cemento es recomendable que la presencia de materia orgánica no sea más de 2%, el alto contenido de materia orgánica no significa que el cemento tendrá una reacción desfavorable. Si el pH es menor que 12.1 para mezcla de suelo - cemento se rechaza la mezcla. (Corral, 2008)

2.1.3.4.Cal

La adhesión de cal apagada en pequeñas cantidades se usa para bajar la plasticidad en suelos arcillosos, aproximadamente el 2% del peso seco, aumentando la resistencia a la compresión simple de suelos. La adhesión de cal provoca en las arcillas formación de grumos y floculación, ayuda al mezclado del cemento con los finos. (De La Fuente, 2013)

2.1.3.5.Suelo

Casi todo tipo de suelo puede ser utilizado para el suelo- cemento, se tienen algunas excepciones como suelos orgánicos, arcillas altamente plásticas y suelos arenosos pobremente reactivos. Los suelos más utilizados son los suelos granulares, estos pueden ser pulverizados y sus partículas se mezclan más fácilmente con los suelos finos y disminuye el uso de cemento, reduciendo también su costo. (Instituto Ecuatoriano del Cemento y el Concreto, 2007).

Se debe tomar en cuenta que la granulometría adecuada también ayuda a la calidad del suelo cemento, por esto se recomienda que el tamaño máximo de partículas finas que pasan por el tamiz No. 200 debe ser cercano al 50%, con un límite líquido no mayor al 50% e índice de plasticidad debe ser menor de 25%. Se debe evitar los suelos muy plásticos y altamente compresibles. (De La Fuente, 2013).

El instituto Americano del Concreto (ACI) propone que el porcentaje retenido en la malla No. 4 no deberá exceder del 45% y con un tamaño máximo nominal de 3 pulgadas y en clasificación de suelos granulares mal graduados. También recomienda que un suelo no contenga más del 15% de arcillas y la cantidad total del arcilla y limos este entre 20 y 45 % y la arena este entre 55 y 88%. Los suelos con un coeficiente de uniformidad no menor a 5 y no son aceptables

los suelos cohesivos que tengan un límite líquido mayor a 45% y el límite plástico no mayor a 20%.

Los suelos pueden clasificarse en cinco para estabilización con suelo cemento, granulares limpios, granulares con cantidades apreciables de finos, mezclas de finos y granulares, suelos predominantemente arcillosos y suelos predominantemente limosos, muchos autores recomiendan los dos últimos suelos como inapropiados para una mezcla de suelo cemento. (De La Fuente, 2013)

2.2.Mampostería

Almeida S. (2011) explica que la mampostería es un sistema tradicional el cual consiste en la construcción de muros mediante la colocación manual de elementos, que pueden ser ladrillos, bloques de cemento prefabricados o piedras, cuya función es proteger contra agentes externo que puedan afectar a los individuos que habitan en la estructura.

2.2.1. Ladrillo

La norma (NTE INEN 293, 2014) define a los ladrillos como *“Es una pieza de arcilla moldeada y cocida, en formado paralelepípedo o prisma regular, que se emplea en albañilería”*.

Clasifica también a los tipos de ladrillos pueden ser:

- Ladrillo común
- Ladrillo de máquina
- Ladrillo represando
- Ladrillo macizo
- Ladrillo hueco

La materia prima del ladrillo es “*arcilla o tierra arcillosa, a veces con adición de otros materiales, de suficiente plasticidad o consistencia para que puedan tomar forma permanente y secarse sin presentar grietas, nódulos o deformaciones. No deben contener material que pueda causar eflorescencia de carácter destructivo o manchas permanentes en el acabado.*” (NTE INEN 293, 2014).

Las dimensiones de normadas en la (NTE INEN 293, 2014) están dadas en la siguiente tabla.

Tabla 9

Dimensiones de ladrillos cerámicos en cm

Tipo de Ladrillo	Largo	Ancho	Alto
Común	39	19	9
De maquina	39	19	9
	29	14	9
Represado	29	19	9
	29	14	9
Hueco	29	19	19
	29	19	14
	29	19	9

Fuente: (NTE INEN 293, 2014)

La variación de las dimensiones de los ladrillos puede ser hasta el 4% de lo indicado en la tabla 9. También se podrá fabricar ladrillos con una altura de 7cm.

La norma (NTE INEN 297, 2014) clasifica a los ladrillos cerámicos en macizos y huecos dándoles a cada uno un tipo detallado a continuación.

De acuerdo a su calidad los ladrillos macizos se clasifican en:

- Tipo A: será ladrillo repesado, de color rojizo uniforme, con ángulos rectos y aristas rectas. No tendrá machas, eflorescencias, quemados ni desconchados aparentes en caras y aristas.
- Tipo B: será ladrillo de máquina, de color rojizo, con ángulos rectos y aristas rectas, diferenciándose del tipo A en que puede tener pequeñas imperfecciones en sus caras exteriores, así como variaciones de rectitud en sus aristas hasta de 5mm.
- Tipo C: será semejante al tipo B, diferenciándose de él en que puede, además, ser fabricado a mano y tener imperfecciones en sus caras exteriores, así como variaciones de rectitud en sus aristas hasta de 8mm.

De acuerdo a su uso los ladrillos huecos se clasifican en:

- Tipo D: podrá emplearse en la construcción de muros soportantes, tabiques divisorios no soportantes y relleno de losas alivianadas de hormigón armado.
- Tipo E: podrá emplearse únicamente en la construcción de tabiques divisorios no soportantes y rellenos de losas alivianadas de hormigón armado.
- Tipo F: podrá emplearse únicamente en el relleno de losas alivianadas de hormigón armado.

También la norma se refiere a los requisitos que deberán cumplir los ladrillos cerámicos que se detallan en la tabla 10.

Tabla 10

Requisitos de resistencia mecánica y absorción de la humedad que deben cumplir los ladrillos cerámicos

Tipo de Ladrillo	Resistencia mínima a la compresión MPa		Resistencia mínima a la flexión MPa	Absorción máxima de humedad %
	Promedio de 5 unidades	Individual	Promedio de 5 Unidades	Promedio de 5 unidades
Macizo tipo A	25	20	4	16
Macizo tipo B	16	14	3	18
Macizo tipo C	8	6	2	25
Hueco tipo D	6	5	4	16
Hueco tipo E	4	4	3	18
Hueco tipo F	3	3	2	25
Método de ensayo	INEN 294		INEN 295	INEN 296

Fuente: (NTE INEN 297, 2014)

2.3. Arcilla

2.3.1. Generalidades

La terminología del concreto de la ACI define a la arcilla como “*material mineral natural que tiene propiedades plásticas y está compuesto de partículas muy finas; la fracción mineral de arcilla de un suelo se considera generalmente como la porción que consiste en partículas menores de 0.002 mm; los minerales de arcilla son esencialmente silicatos de aluminio hidratados u ocasionalmente silicatos de magnesio hidratados.*” (American Concrete Institute, 2016).

Las arcillas desarrollan plasticidad cuando están en presencia del agua. Pueden caer los suelos no arcillosos en esta clasificación que contienen partículas de cuarzo, feldespato o mica, partículas suficientemente pequeñas para ser clasificadas con suelos arcillosos. Las arcillas tienen la propiedad que al absorber agua pueden hacerlo hasta 200 veces su peso. (Corral, 2008)

Las arcillas al absorber agua se transforman en masas plásticas, perdiendo su cohesión y transformándose en barro, son suaves al tacto y exhalan un olor a tierra húmeda, de colores rojizos y desempeñan un gran papel en la construcción por ser utilizadas en la fabricación de cementos, cerámicas y mampuestos. (Orús Asso, 1981)

2.3.2. Tipos de arcillas

(Orús Asso, 1981) nos presenta una clasificación de los tipos de arcillas que pueden ser utilizados como materiales de construcción, descritos a continuación:

- Las arcillas que contienen carbonatos cálcico y cuarzo se denominan *gredas*.
- Las arcillas plásticas amasadas con agua se les puede moldear y cocer, empleándose en la alfarería.
- La arcilla figulina contiene algo de carbonato de cálcico, es menos compacta que la arcilla plástica, se desmenuza fácilmente y deslíe mejor en agua, empleándose para fabricar loza.
- La arcilla de ladrillos contiene cuarzo, carbonato de calcio y óxido de hierro, cociéndose a menos temperatura y adquiriendo el color rojizo característico.
- La arcilla esmética o tierra de bataneros es compacta, de fractura concoidea, suave al tacto de color amarillento o pardo, no forma pasta con el agua y desleída y golpeada produce espuma, absorbiendo las grasas empleándose para limpiar paños.

2.3.3. Propiedades de las arcillas

Según (Orús Asso, 1981) las arcillas se caracterizan por:

- Por el tamaño de las partículas
- Por el cambio de bases y absorción
- Por la fluidificación
- Por la plasticidad

2.3.3.1. Por el tamaño de las partículas

El tamaño de una partícula de la arcilla es menor a 0.002 mm, dándole una gran superficie que ayuda a sus propiedades de plasticidad, fluidificación y absorción de humedad.

2.3.3.2. Cambio de bases y absorción

El tamaño de las partículas, su forma laminar y su gran superficie específica de contacto tiene reacciones con el caolín y el agua, generando fenómenos como la capilaridad y tensión superficial.

2.3.3.3. Fluidificación

La velocidad en que la arcilla se deposita en estratos después de estar suspendida en el agua, puede ser acelerada o retardada si se añade electrolitos.

El contenido de materia orgánica en las arcillas tiene reacciones alcalinas con $\text{pH} > 7$, esto aumenta la fluidificación y desleimiento, mientras que los electrolitos ácidos provocan la coagulación o floculación.

2.3.3.4. Plasticidad

La plasticidad es un estado entre sólido y líquido, donde un cuerpo puede conservar una deformación permanente. La plasticidad depende de las características morfológicas (tamaño y forma de las partículas), físicas (capilaridad, tensión superficial) y químicas (fenómenos

coloidales y electroquímicos. La plasticidad de las arcillas puede aumentar si su contenido de sustancias inorgánicas (hidróxido, carbonato y silicato sódico) aumenta, y puede disminuir añadiendo desgrasante, exponiéndola al calor y al aire. Se pueden clasificar dependiendo de su grado de plasticidad en grasas, secas, magras.

2.3.3.5. Desecación

Para formar una masa plástica, las arcillas admiten del 15 al 50% de agua en peso. La eliminación de agua produce una retracción y un vacío, teniendo una pasta compuesta del 75% de arcilla y del 25% de agua es del 8% lineal y 22,5% cúbica.

2.3.3.6. Cocción

Durante la cocción de las arcillas sus propiedades físicas y químicas tienen una variación en las estructuras químicas y cristalinas.

2.4. Arena

2.4.1. Generalidades

Son rocas cuyos granos están entre 0.075 mm. – 4.75 mm. Por su yacimiento pueden ser de mina, río marinas y artificiales. Pueden ser arenas gruesas cuando sus granos están entre 4.75 y 2mm., y finas inferiores a 1mm. Pueden ser obtenidas por medio de machaqueo y molienda de rocas duras. La densidad aparente va desde 1.2 g/cm³ a 1.7 g/cm³ y promedio de 1.4 g/cm³, dependiendo de su calidad. La densidad real o peso específico varía entre 2.5 y 2.7. La forma de los granos puede ser esféricos, laminares, aguja y elipsoidales. Las arenas en la práctica están compuestas con 2/3 de granos gruesos y 1/3 de granos finos, teniendo carencia de granos medios. (Orús Asso, 1981).

2.4.2. Clasificación de la arena

Según (Braja, 2014) las arenas pueden ser clasificadas según el tamaño, su composición mineralógica y por su procedencia o yacimiento.

Según (SUCS, ASTM) las arenas por el tamaño de grano, son las que el 50% de la fracción gruesa pasa el tamiz No. 4 de abertura de 4.75mm. Las arenas tienen entre 4.75 mm. – 0.075mm.

2.4.2.1.Composición mineralógica

- Arenas silíceas por su dureza y estabilidad química son las mejores.
- Arenas calizas son duras y son catalogadas como buenas, pero se tiene que rechazar las blandas.
- Arenas graníticas tienen mucho cuarzo, son poco homogéneas y alterables.
- Arenas arcillosas estas se pueden usar siempre y cuando su cantidad de arcilla no sobrepase de 3%.

2.4.2.2.Procedencia o yacimiento

- Arenas de mina son de granos angulosos y por lo general están sucias.
- Arenas de río tienen granos redondeados, soliendo estar lavadas y limpias.
- Arenas de playa se recomienda estas arenas lavarlas en agua dulce.
- Arenas artificiales son de granos angulosos y superficie rugosa.

2.5. Concha de Ostión (CaCO₃)

La concha es una estructura de soporte y protección secretada por glándulas en el borde del manto del animal y consta de 3 capas: Periostracum: Cubierta externa de material orgánico proteico llamado conchiolina. Esta es la capa que da color a la concha, a veces también puede tener pelos o cerdas. (Martha Reguero, 1991).



Figura 2: Concha de Ostión

Ostracum (o capa prismática): Compuesta de cristales de carbonato de calcio del tipo calcita, de forma prismática y moléculas proteicas. La estratificación oblicua de los prismas de carbonato de calcio le da mayor firmeza a la concha. Hypostracum: Revestimiento interno. En algunos grupos forma la llamada "madre perla" constituida por aragonito, otro tipo de carbonato de calcio, y que en algunas especies es secretada alrededor de cuerpos extraños formando una perla nacarada. (Martha Reguero, 1991)

Las capas que forman una concha de ostión tienen un grosor de aproximadamente 1 mm, en la misma podemos encontrar 450 a 5000 capas de carbonato de calcio. La concha de ostión utilizada es una *Cassostrea Virginica*. (Abel Betanzos-Vega, 2016)

Valva externa	Ostión de mangle
Valvas (grosor)	Más gruesas-poco grosor
Forma del ostión en concha	Abanico-semicircular-ovalada
Valva derecha (superior)	Lisa-achatada
Valva izquierda (inferior)	Tipo tasa, cóncava hacia umbo
Concavidad	Pronunciada
Color externo de la valva	Pardo, líneas violáceas
Valva interna	
Color interior de la valva	Blanco, tonos grisáceos
Huella del músculo aductor	Ovalada-alargada
Anatomía cuerpo blando	
Cavidad del manto	Forma alargada a ovoide
Boca	Alargada-semicircular
Tamaño músculo aductor	50-65% de las partes blandas

Figura 3: Taxonomía de la concha de ostión

Fuente: (Abel Betanzos-Vega, 2016)

Su habitat es en superficies duras, como rocas u otros lugares de consistencia firme, situado a 40 metros de profundidad, en manglares (lugares fangosos) o en mar abierto. Si su habitat es escaso los ostiones pueden vivir en zonas fangosas y arenosas. La conglomeración de ostiones adultos da origen a un arrecife de ostión. La salinidad del agua optima según (FAO, 2005) está entre 20% y 25%, también pueden crecer con una salinidad menor al 10% y es muy poco probable que crezcan en salinidad superior al 35%. Las variaciones bruscas de salinidad son causantes de mortalidad alta. La temperatura óptima para su crecimiento y sobrevivencia es de 22-27 grados centígrados. (Rodríguez, 2015)

CAPITULO III

3. CARACTERIZACION DE MUESTRAS

3.1.Lugar de recolección de muestras de limo arcilloso, arena y concha de ostión.

Se tomaron las muestras de la parroquia de Tambillo, cantón San Lorenzo, provincia de Esmeraldas. Esta parroquia se encuentra a 30 minutos del puerto de San Lorenzo, por vía pluvial.



Figura 4: Ruta pluvial San Lorenzo- Tambillo
Fuente: (Google Earth, 2018)



Figura 5: Parroquia Tambillo, vista desde el estero.



Figura 6: Parroquia Tambillo, parque central marea alta

En los siguientes puntos georreferenciados son de las zonas de obtención de muestras.

Tabla 11

Coordenadas Georreferenciadas

Lugar	Zona	Coordenadas Norte	Coordenadas Este
San Lorenzo	17	142913.14m N	740884.94 m E
Tambillo	17	138867.00m N	735296.00 m E
Zona Arena	17	138520.00m N	731411.00 m E
Zona Conchas	17	137318.00m N	733870.00 m E
Zona Arcilla	17	138145.00m N	735271.00 m E

Fuente: (Google Earth, 2018)

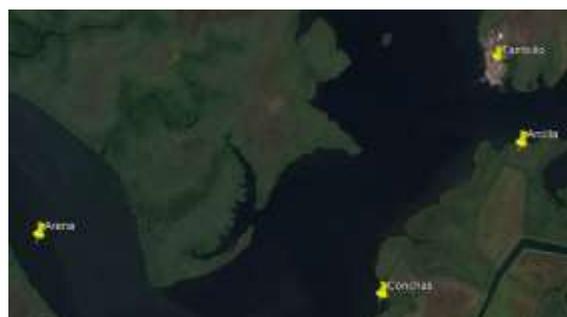


Figura 7: Ubicación de lugares de extracción de muestras

Fuente: (Google Earth, 2018)



Figura 8: Zona de recolección de Concha, ver Tabla 11.



Figura 9: Zona de recolección de Arcilla, ver Tabla 11.

3.2. Clasificación de muestras

3.2.1. Ensayos en Arcilla

Los ensayos a realizarse en la muestra de arcilla son: contenido de humedad, granulometría, límites de consistencia, contracción, gravedad específica y peso unitario, los ensayos se realizaron según las normas INEN o ASTM para suelos finos.

3.2.1.1. Ensayo de Porcentaje de Humedad

Norma a seguir: (ASTM D 2216, 2014).

El ensayo se realizará para conocer la variación de masa de la muestra con la pérdida de agua, por medio del uso de un horno a temperatura determinada y constante.

Objetivo

- Determinar el contenido de agua por masa de la arcilla.

Equipo

- Horno: debe ser de mantener una temperatura de $110\pm 5^{\circ}\text{C}$ constante.
- Balanza: se requiere una precisión de 0.01g.
- Contenedores de especímenes
- Equipos de manipulación: guantes, pinzas y espátulas.

Descripción del ensayo

Se deberá anotar la masa del contenedor, seleccionar los especímenes y colocarlos en los contenedores y tomar la masa del contenedor más la muestra, colocar a los contenedores llenos en el horno durante 24 horas, sacar los contenedores con las muestras y tomar nuevamente la masa del contenedor y la muestra, la diferencia de estos pesos serán el contenido de agua que tiene la muestra. Se deberá tomar todas las masas en la misma balanza.



Figura 10: Toma de masa de muestra seca, Contenido de humedad

Resultados

Para calcular el contenido de humedad de la muestra se tomaron tres muestras representativas. Se realizó el procedimiento que se especifica en la norma y los datos se visualizan en la siguiente tabla 12.

Tabla 12

Datos del Contenido de Humedad de la Arcilla.

Identificación de la Capsula		16A	0A	8A
Peso de la capsula	(g)	120.97	120.33	122.03
Peso de la capsula + Arcilla Húmedo	(g)	133.59	132.96	138.86
Peso de la capsula + Arcilla Seca	(g)	133.14	132.51	138.23
Peso del Agua	(g)	0.45	0.45	0.63
Peso de la Arcilla Seca	(g)	12.17	12.18	16.2
Peso de la Arcilla húmeda	(g)	12.62	12.63	16.83
Contenido de Humedad	(%)	3.70	3.69	3.89
Contenido de Humedad Medio	(%)	3.76		

El contenido de humedad se calcula con la siguiente formula:

$$\%w = \frac{W_w}{W_{ss}} * 100$$

Dónde:

% w= contenido de humedad (%)

W_w = Peso del agua

W_{ss} = Peso del suelo seco

El contenido de humedad de la arcilla aplicando la formula son de 3.70%, 3.69% y 3.89%, de las cuales se realiza un promedio obteniendo 3.76% de contenido de humedad de la arcilla.

3.2.1.2. Ensayo de granulometría por lavado

Norma a seguir: (ASTM C 117)

Este ensayo nos permitirá tener porcentajes retenidos y acumulados de la muestra, eliminando por el lavado el pasante del tamiz N°200, y poder trazar la curva granulométrica.

Objetivo:

- Determinar los tamaños de las partículas de la arcilla.

Equipo:

- Balanza con una precisión de 0.1 g
- Juego de tamices N°4, 10, 40 y 200.

- Agua

Descripción del ensayo

Se toma muestra de arcilla, anotamos la masa de la muestra húmeda, colocando los tamices N°40 y 200, lavando la muestra hasta que el agua salga clara, los porcentajes retenidos en los tamices se colocan en el horno a una temperatura de $100\pm 5^{\circ}\text{C}$ para tener un peso constante de la muestra.



Figura 11: Lavado de muestra de arcilla

Se colocan los tamices en orden desde la mayor abertura al menor, colocar la muestra en el tamiz superior y llevar a la maquina tamizadora y colocarla por al menos un minuto. Tomar los porcentajes de muestra retenidos y pesar.

Resultados

Antes de ser la muestra lavada se tomó 160.75g de muestra húmeda y 154.71g. de muestra seca. Se colocan en el juego de tamices y la masa retenida es pesada, se presentan en la tabla 13 los resultados de las masas retenidas. El porcentaje de arcilla de la muestra es de 63.33 %.

Tabla 13*Resultados de la granulometría por lavado de la arcilla*

Tamices	Peso Retenido (g)	%Retenido	%Retenido acumulado	% Pasante
N°10	0.34	0.22	0.22	99.78
N°40	7.74	5.00	5.22	94.78
N°200	6.13	3.96	9.19	90.81
Pasante de N°200	140.50	90.81	100.00	0.00
Total	154.71			

**Figura 12:** Granulometría de suelo Arcilloso

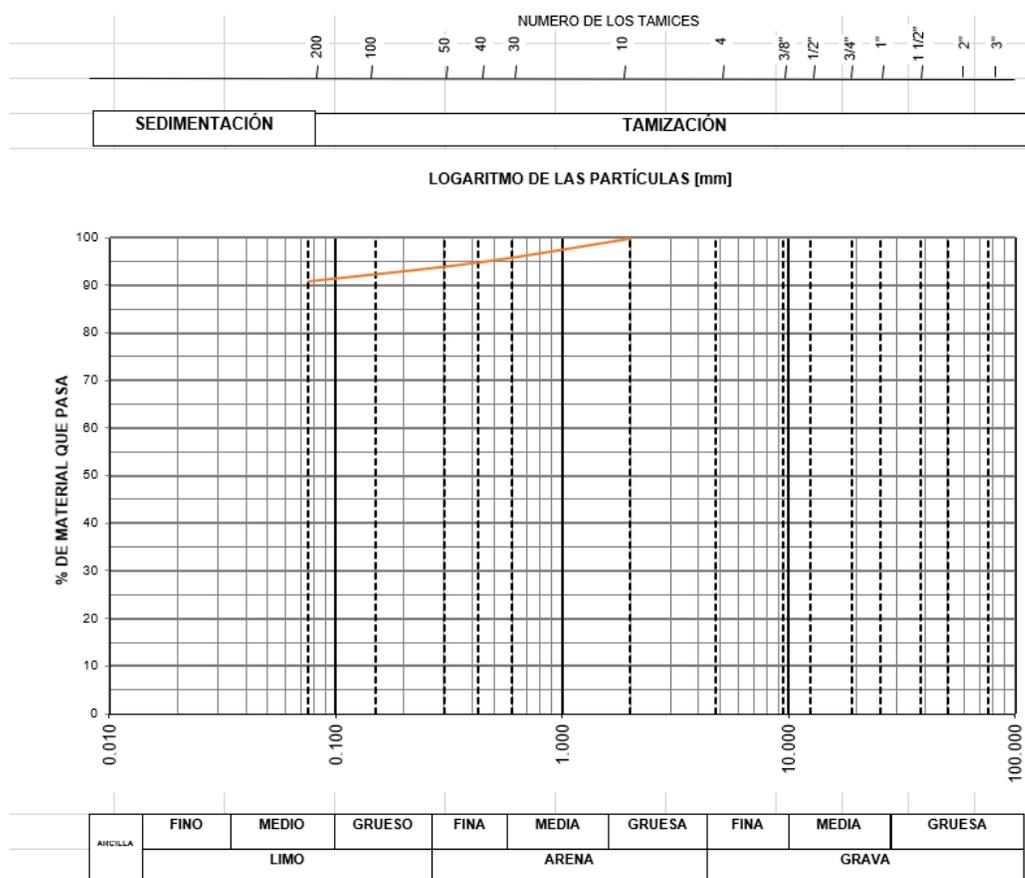


Figura 13: Curva Granulométrica Limo Arcilloso

3.2.1.3. Ensayo de Límites líquido, límite plástico e índice de plasticidad

Límite líquido

Norma a seguir: (ASTM D 4318, 2006)

Este ensayo nos ayuda a determinar si el suelo se encuentra en el límite del comportamiento líquido y plástico, mediante la curva de flujo, se necesita de 150 – 200 g de suelo pasante del tamiz No. 40.

Objetivo

- Determinar el límite líquido de la arcilla

Equipo

- Copa de Casagrande: con las dimensiones que se indican en la figura 11, se deberá calibrar previamente.
- Acanaladores: de acero o bronce como se indica en la figura 12.
- Recipiente de mezclado
- Espátulas de acero
- Horno y recipientes para contenido de humedad.

Descripción del Ensayo

La muestra deberá tener entre 150 -200 g, pasada previamente por el tamiz No 40, colocar agua hasta que la muestra pueda ser moldeada con los dedos. Colocar la pasta en la copa de la casa grande, nivelada paralelamente a la base con un espesor de 10mm. Con el acanalador realizar un corte en el centro de la pasta, fuerte y una sola vez.



Figura 14: Ensayo de Limite liquido

Los golpes dados por la copa de Casagrande deberán ser 2 golpes por minuto, cuando la muestra se junte 10mm se pararán los golpes y se deberán contar cuantos. Se tomará al menos 10g del sector donde la muestra se unió y se realizara el cálculo de contenido de humedad de la muestra.



Figura 15: Toma de muestra para contenido de humedad

Resultados

A la muestra de arcilla se le incremento la humedad gradualmente hasta cumplir con 17, 25 y 45 golpes en la copa de caza grande, y que la ranura se junte 10mm. Los resultados se muestran en la tabla 14.

Tabla 14

Resultados de ensayo de límite líquido

Numero de Golpes	Tara	Tara+ Peso Húmedo	Tara + Peso seco	Peso Tara	Humedad (%)
45	R9	25.98	21.00	11.62	53.09%
25	B29	22.84	18.50	11.52	62.18%
17	A1	25.87	21.00	13.54	65.28%

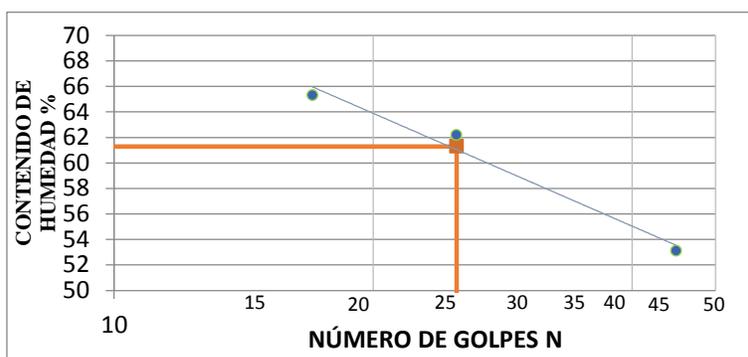


Figura 16: Gráfico Límite líquido

Como resultado tenemos que la muestra de arcilla tiene un límite líquido de 63.42 % a los 25 golpes que nos indica la norma que debemos calcular.

Límite plástico

Norma a seguir: (ASTM D 4318, 2006)

Este ensayo nos ayuda a determinar si el suelo se encuentra en el límite del comportamiento plástico a sólido, mediante el rolado de la muestra hasta que se fisure, se necesita suelo pasante del tamiz No. 40.

Objetivo

- Determinar el límite plástico de la arcilla

Equipo

- Espátula
- Recipiente de mezclado
- Placa de rolado: de un material no absorbente con superficie lisa puede ser de vidrio.

- Horno y recipientes para contenido de humedad.

Descripción del Ensayo

Tomar 250 g de muestra pasante por el tamiz No. 40, añadir agua dependiendo en las condiciones que se encuentre la mezcla uniforme, hasta poder formar una bola con los dedos. Tomar muestra formar una bola y rodarla hasta que se forme un rollo de 3mm de diámetro sobre el vidrio o la superficie no absorbente, el rollo debe tener la consistencia que a los 3mm de diámetro se fisure, en caso de no hacerlo aumentar agua o dejar secar la muestra.



Figura 17: Ensayo de Plasticidad

Los rollos fisurados se colocan en los recipientes y se colocan en el horno. Posteriormente se calcula el contenido de humedad de la muestra.



Figura 18: Muestra para limite plástico**Resultados**

Se moldeó la muestra hasta obtener un diámetro de 3mm de diámetro y se fisuraron, se colocó en el horno y se tomó su masa antes y después del ingreso al horno. Los resultados de este ensayo se muestran en la tabla 15.

Tabla 15*Resultados de límite plástico*

No. CÁPSULA	P CÁP+S HÚMEDO	P CÁP+S SECO	P CÁP	% HUMEDAD	% HUMEDAD PROMEDIO
LN	8.05	7.5	6.26	44.35	46.89
21	8.87	8	6.24	49.43	

Podemos concluir que la muestra llega a su límite plástico cuando su contenido de humedad se encuentra en el 46.89%.

3.2.1.4. Ensayo de Contracción

Norma a seguir: (ASTM D 4318, 2006)

Este ensayo determina la contracción del suelo, mediante el cálculo del límite de contracción, mediante el cambio de suelo húmedo a suelo seco, se necesita suelo pasante del tamiz No. 40 con humedad más arriba del límite líquido.

Objetivo

- Determinar el límite de contracción del suelo arcilloso

Equipo

- Espátula
- Recipiente de mezclado
- Tara de contracción.
- Mercurio.
- Capsula de vidrio
- Horno.

Descripción del Ensayo

Las taras de contracción se deben llenar con muestra que tenga humedad más arriba del límite líquido, lo que evitara vacíos en las pastillas de suelo. Las taras de contracción con la muestra se podrán a secar 12 horas a temperatura ambiente para evitar que la humedad baje rápidamente y se generen fisuras, después se colocaran en el horno durante 12 horas más.



Figura 19: Muertas de Limite de contracción

Se tomará la masa de mercurio que ocupe la tara de contracción y la masa del mercurio que sale de la capsula de vidrio con la pastilla de suelo dentro.



Figura 20: Pastilla de suelo

Resultados

Se realizó el procedimiento del ensayo y los resultados se expresan en la tabla 16.

Tabla 16:
Ensayo de Limite de contracción

		Límite de Contracción					
1	Tara de contracción	1	2	3	4	5	6
2	Peso de Tara+ Peso suelo Húmedo [g]	46.20	46.10	46.60	46.40	46.90	46.80
3	Peso de Tara+ Peso suelo Seco [g]	36.60	36.50	36.90	36.80	37.00	37.00

4	Peso agua contenida (2-3), [g]	9.60	9.60	9.70	9.60	9.90	9.80
5	Peso Tara de contracción, [g]	20.30	20.20	19.90	20.00	19.80	20.10
6	Peso Suelo seco, $W_u = (3-5)$, [g]	16.30	16.30	17.00	16.80	17.20	16.90
7	Contenido de Humedad $w = (4/6) * 100$, [%]	58.90	58.90	57.06	57.14	57.56	57.99
8	Volumen de tara de contracción, V , [cm ³]	16.19	15.94	16.00	15.88	16.30	15.97
9	Volumen de Pastilla de Suelo Seco, V_o , [cm ³]	12.85	12.85	12.75	12.10	12.99	12.90
10	$(V-V_o) = (8-9)$, [cm ³]	3.34	3.09	3.25	3.78	3.31	3.07
11	$(V-V_o) * 100 / W_u = 10/6 * 100$, [cm ³]	20.51	18.93	19.10	22.53	19.22	18.17
12	Límite de contracción (7-11), [%]	38.39	39.97	37.96	34.61	38.34	39.82
13	Relación de contracción, (6/9)	1.27	1.27	1.33	1.39	1.32	1.31
	Límite de contracción promedio, [%]				38.18		
	Relación de contracción promedio				1.32		

El límite de contracción de la arcilla es 38.18% y la relación de contracción es 1.32.

3.2.1.5. Ensayo de Peso Específico del limo arcilloso

Norma a seguir: (NTE INEN 856, 2010)

Este ensayo da como resultado la densidad sin incluir en el volumen los vacíos de una porción de arcilla.

Objetivo

- Determinar el peso específico promedio de la arcilla.

Equipo

- Picnómetro: contenedor donde se pueda introducir la muestra.

- Horno: capaz de mantener temperatura de $110^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$ de manera uniforme.
- Balanza: se requiere una precisión de 0.1g.
- Bomba de vacíos.

Descripción del Ensayo

Se deberá colocar al menos 200g de muestra en el horno por 24 horas seguidas y a temperatura de $110^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$ de manera uniforme. Se tomarán las masas del picnómetro vacío, lleno hasta la línea de aforo con agua destilada, se tomará también el peso del picnómetro más la muestra seca y la masa del picnómetro más suelo y agua destilada hasta la marca de aforo. Este último deberá pasar por la bomba de vacíos para que no contenga aire.

Resultados

Se realizó el procedimiento para el cálculo del peso específico de la arcilla y se obtuvo los resultados expresados en la tabla 17.

Tabla 17

Resultados ensayo peso específico

Ensayo Peso específico			
A	PESO DEL PICNÓMETRO + MUESTRA SECA	(g)	264.52
B	PESO DEL PICNÓMETRO + MUESTRA SECA + AGUA DESTILADA	(g)	731.43
C	PESO DEL PICNÓMETRO	(g)	184.61
D	PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA DESTILADA	(g)	683.06
E = A - C	PESO DE LA MUESTRA SECA	(g)	79.91
F = D - C	VOLUMEN DEL FRASCO	(cm³)	498.45

G = B - A	VOLUMEN DEL FRASCO - VOLUMEN DE LOS GRANOS DE LA MUESTRA	(cm³)	466.91
H = F - G	VOLUMEN DE LOS GRANOS DE LA MUESTRA	(cm³)	31.54
= E / H	PESO ESPECÍFICO DE LOS GRANOS	(g/cm³)	2.53

El peso específico de la arcilla es de 2.53 g/cm³.

3.2.1.6. Ensayo de Peso Volumétrico de limo arcilloso

Norma a seguir: (NTE INEN 858, 2010)

Objetivo

- Determinar la masa unitaria (peso volumétrico) de la arcilla

Equipo

- Balanza: deberá tener una precisión de 0.05kg
- Varilla de compactación: deberá ser lisa, de acero, recta, de 16mm de diámetro y aproximadamente de 600mm.
- Molde: de 150 mm de diámetro y de 150 mm de alto.
- Cucharon o pala: del tamaño adecuado para llenar el molde con la muestra.

Descripción del Ensayo

Se deberá llenar el molde en tres capas, con 25 golpes de la varilla de compactación distribuidos uniformemente sobre la superficie en cada capa. No se debe permitir que la varilla penetre hasta la capa anterior. Al finalizar la tercera capa se deberá enrazar la muestra y tomar la masa del molde más la muestra.



Figura 21: Ensayo de peso volumétrico

Resultados

Se realizó el procedimiento para el cálculo del peso volumétrico de la arcilla y se obtuvo los resultados expresados en la tabla 18.

Tabla 18

Resultados ensayo peso volumétrico

Ensayo Peso volumétrico			
A	PESO DEL MOLDE + MUESTRA	(g)	5680.5
B	PESO DEL MOLDE	(g)	2599.5
C	DIAMETRO DEL MOLDE	(cm)	15.14
D	ALTURA DEL MOLDE	(cm)	15.28
E	VOLUMEN DEL MOLDE	(cm³)	2750.84

F	PESO MUESTRA	(g)	3081.0
G=F/E	MASA UNITARIA (PESO VOLUMETRICO)	(g/cm³)	1.12

El peso volumétrico de la arcilla es de 0.845 g/cm³.

3.2.2. Ensayos en Arena

3.2.2.1. Ensayo de Porcentaje de Humedad de Arena

Este ensayo se desarrolló como lo explica la norma (NTE INEN 296, 2015) y los resultados se pueden ver en la tabla 19.

Tabla 19

Datos de humedad de la Arena

Identificación de la Capsula		24A	21A	17A
Peso de la capsula	(g)	119.97	119.23	121.71
Peso de la capsula + Arena Húmedo	(g)	218.82	216.46	188.83
Peso de la capsula + Arena Seca	(g)	217.91	215.56	188.16
Peso del Agua	(g)	0.91	0.9	0.67
Peso de la Arena seca	(g)	97.94	96.33	66.45
Peso de la Arena Húmeda	(g)	98.85	97.23	67.12
Contenido de Humedad	(%)	0.93	0.93	1.01
Contenido de Humedad Medio	(%)	0.96		

El contenido de humedad de la arena aplicando la norma (NTE INEN 296, 2015) son de 0.93%, 0.93% y 1.01%, de las cuales se realiza un promedio obteniendo 0.96% de contenido de humedad de la arena.



Figura 22: Muestra húmeda, Contenido de humedad

3.2.2.2. Ensayo de granulometría de Arena

El ensayo de granulometría se llevó a cabo bajo la reglamentación de la norma (NTE INEN 696:2011, 2011) y los resultados se expresan en la tabla 20.

Tabla 20

Calculo de granulometría

Tamices	Peso Retenido (g)	%Retenido	%Retenido acumulado	% Pasante
N°10	0.00	0.00	0.00	100.00
N°40	64.68	18.48	18.48	81.52
N°200	276.15	78.89	97.37	2.63
Pasante de N°200	9.21	2.63	100.00	0.00
Total	350.04			



Figura 23: Resultados tamización

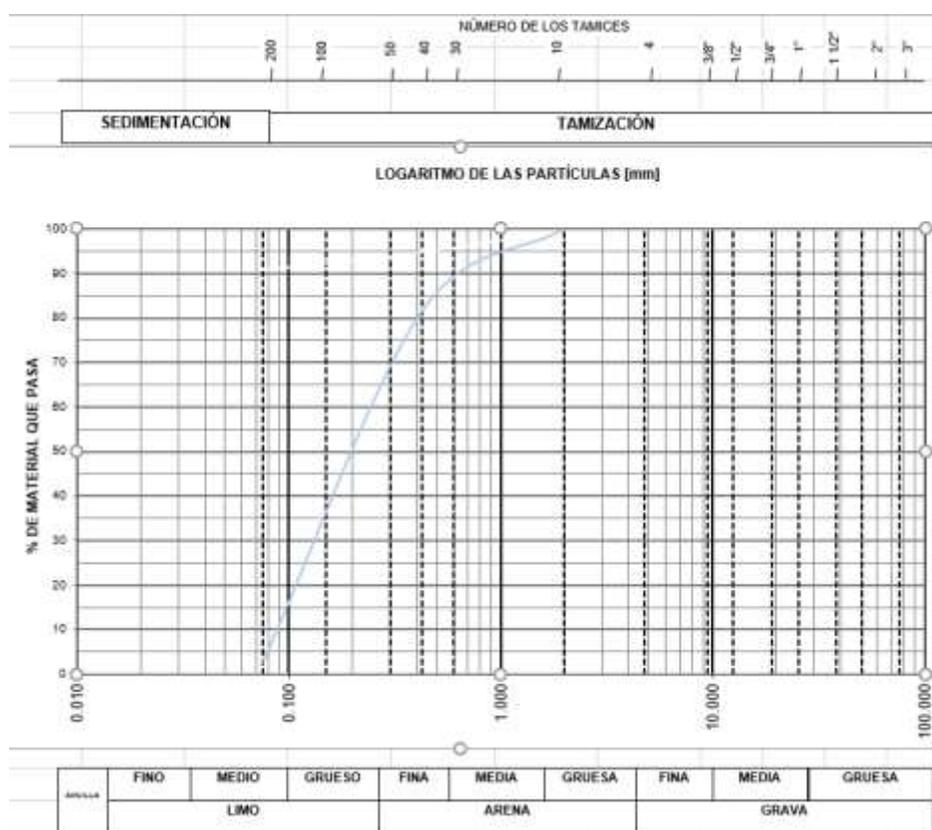


Figura 24: Curva granulométrica de la Arena

3.2.2.3. Ensayo de Peso Específico Arena

El peso específico de la arena se calculó con la normativa (NTE INEN 856:2010, 2010) y se realizaron los cálculos que están descritos en la tabla 21.

Tabla 21

Calculo de Peso Específico de arena

Ensayo de Peso Especifico			
A	PESO DEL PICNÓMETRO + MUESTRA SECA	(g)	312.94
B	PESO DEL PICNÓMETRO + MUESTRA SECA + AGUA DESTILADA	(g)	752.41
C	PESO DEL PICNÓMETRO	(g)	146.90
D	PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA DESTILADA	(g)	645.85
E = A - C	PESO DE LA MUESTRA SECA	(g)	166.04
F = D - C	VOLUMEN DEL FRASCO	(cm³)	498.95
G = B - A	VOLUMEN DEL FRASCO - VOLUMEN DE LOS GRANOS DE LA MUESTRA	(cm³)	439.47
H = F - G	VOLUMEN DE LOS GRANOS DE LA MUESTRA	(cm³)	59.48
= E / H	PESO ESPECÍFICO DE LOS GRANOS	(g/cm³)	2.79



Figura 25: Ensayo peso específico

El peso específico de la arena es de 2.79 g/cm³.

3.2.2.4. Ensayo de Peso Volumétrico de Arena

Se realizó el procedimiento para el cálculo del peso volumétrico siguiendo la norma (NTE INEN 858, 2010), y se llegó a los resultados expresados en la tabla 22.

Tabla 22
Peso Volumétrico Arena

Ensayo Peso Volumétrico

A	Masa del árido más el molde	(g)	7486.2
B	Masa del Molde	(g)	2599.5
C	Diámetro del Molde	(cm)	15.14
D	Altura del Molde	(cm)	15.28
E	Volumen del Molde	(cm³)	2750.84
F	Masa del árido	(g)	4886.70
G=F/E	Masa Unitaria (peso volumétrico) del árido	(g/cm³)	1.776

La masa unitaria o peso volumétrico de la arena es 1.776 g/cm³.

3.2.3. Ensayos en Concha Molida

La concha de ostión obtenida de la comunidad de Tambillo, se realizó un proceso de trituración manual con un martillo de 5 libras y molienda en un molino casero metálico para que se transforme en polvo.

3.2.3.1. Ensayo de Porcentaje de Humedad en concha molida

Se realizó el ensayo de contenido de humedad y los resultados se colocan en la tabla 23.

Tabla 23

Contenido de Humedad del Polvo de concha

Identificación de la Capsula		R9	1JO	B29
Peso de la capsula	(g)	11.65	11.03	11.55

Peso de la capsula + Arena Húmedo	(g)	30.45	23.46	31.59
Peso de la capsula + Arena Seca	(g)	30.23	23.33	31.39
Peso del Agua	(g)	0.22	0.13	0.2
Peso de la Arena seca	(g)	18.58	12.3	19.84
Peso de la Arena Húmeda	(g)	18.8	12.43	20.04
Contenido de Humedad	(%)	1.18	1.06	1.01
Contenido de Humedad Medio	(%)	1.08		

Se realizó el ensayo de contenido de humedad siguiendo la norma (ASTM D 2216, 2014), teniendo como resultado 1.18%, 1.06% y 1.01% y teniendo como promedio 1.08% de contenido de humedad del polvo de concha de ostión.

3.2.3.2. Ensayo de granulometría en concha molida

Los datos del ensayo de granulometría se realizaron con la norma (ASTM C 117) y los resultados se presentan en la tabla 24.



Figura 26: Tamización por lavado

Tabla 24

Granulometría del Polvo de concha de ostión

Tamices	Peso Retenido (g)	%Retenido	%Retenido acumulado	% Pasante
N°10	0.00	0.00	0.00	100.00
N°40	19.35	5.53	5.53	94.47
N°200	67.82	19.37	24.90	75.10
Pasante de N°200	3.89	1.11	26.01	73.99
Total	91.06			



Figura 27: Resultados de tamización polvo de concha

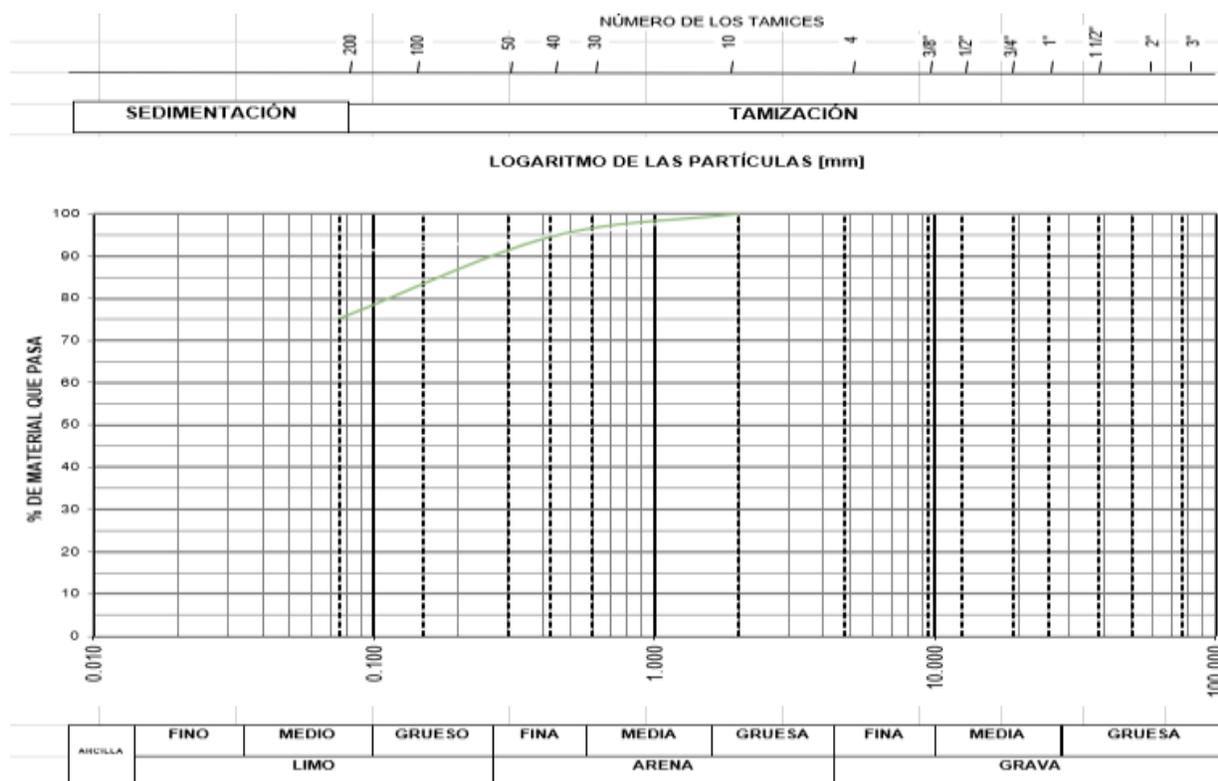


Figura 28: Curva Granulométrica del Polvo de concha

3.2.3.3. Ensayo de Peso Específico en concha molida

Se realizó el ensayo para la obtención del peso específico siguiendo la norma (NTE INEN 856, 2010) y se muestran los resultados en la tabla 25.

Tabla 25

Calculo de Peso Específico de Concha

Ensayo de Peso Especifico			
A	PESO DEL PICNÓMETRO + MUESTRA SECA	(g)	268.54
B	PESO DEL PICNÓMETRO + MUESTRA SECA + AGUA DESTILADA	(g)	735.89
C	PESO DEL PICNÓMETRO	(g)	184.61
D	PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA DESTILADA	(g)	683.06
E = A - C	PESO DE LA MUESTRA SECA	(g)	83.93
F = D - C	VOLUMEN DEL FRASCO	(cm³)	498.45
G = B - A	VOLUMEN DEL FRASCO - VOLUMEN DE LOS GRANOS DE LA MUESTRA	(cm³)	467.35
H = F - G	VOLUMEN DE LOS GRANOS DE LA MUESTRA	(cm³)	31.10
= E / H	PESO ESPECÍFICO DE LOS GRANOS	(g/cm³)	2.70

El peso específico del polvo de concha de ostión es de 2.70 g/cm³.

3.2.3.4. Ensayo de Peso Volumétrico de concha molida

Se realizó el ensayo de peso volumétrico se llevó a cabo bajo la norma (NTE INEN 858, 2010) y los cálculos se pueden visualizar en la tabla 26.

Tabla 26*Peso volumétrico*

Ensayo Peso Volumétrico			
A	Masa del árido más el molde	(g)	6048.5
B	Masa del Molde	(g)	2599.5
C	Diámetro del Molde	(cm)	15.14
D	Altura del Molde	(cm)	15.28
E	Volumen del Molde	(cm³)	2750.84
F	Masa del árido	(g)	3449.00
G=F/E	Masa Unitaria (peso volumétrico) del árido	(g/cm³)	1.254

Fuente: (Autor)

El peso volumétrico o masa unitaria del polvo de concha es de 1.254 g/cm³.

3.3. Análisis de muestras

3.3.1. Limo - Arcilloso

Los resultados de los diferentes ensayos a la muestra obtenida en la comunidad de Tambillo se muestran en la tabla 27.

Tabla 27*Resultados de Ensayos de Laboratorio de Suelo Arcilloso*

Ensayo en Arcilla	
Limite líquido	63.42%
Limite Plástico	46.89%
Límite de contracción	38.18%
Humedad	3.76%
Peso Especifico	2.53
Peso volumétrico	1.12 g/cm ³

La muestra se clasifico mediante el sistema de clasificación AASHTO y se encuentra dentro del grupo A-7-6, que es un suelo arcilloso de alta plasticidad, y por la clasificación de la norma ASTM es un suelo tipo MH, limo elástico con arena.

3.3.2. Arena

Los resultados de los diferentes ensayos a la muestra de arena obtenida en la comunidad de Tambillo se muestran en la tabla 28.

Tabla 28

Resultados de ensayos de laboratorio en Arena

Ensayo en Arena	
Humedad	0.96%
Peso Especifico	2.79 g/cm ³
Peso volumétrico	1.776 g/cm ³

La muestra se clasifico mediante el sistema de clasificación AASHTO y se encuentra en el grupo A-3, arena fina, y por la clasificación de la norma ASTM es un suelo tipo SP, arena mal graduada.

3.3.3. Concha

La concha molida presenta las propiedades índices que se muestran en la tabla 29.

Tabla 29

Resultados de ensayos de laboratorio en Concha.

Ensayo en Concha de Ostión	
Humedad	1.08%
Peso Especifico	2.70
Peso volumétrico	1.254 g/cm ³

CAPÍTULO IV

4. ELABORACIÓN DE MAMPUESTO

4.1. Procesos de preparación de materiales para la elaboración de mampuestos

4.1.1. Arcilla

El proceso que se debe seguir para preparar la muestra de limo arcilloso para la elaboración de mampuestos debe ser el siguiente:

1. Después de la extracción de la arcilla se deberá dejar secar, disgregando la masa arcillosa para evitar grandes terrones de arcilla.



Figura 29: Terrones de arcilla

2. Posteriormente se deberá moler, machacar o triturar los terrones de arcilla hasta que la muestra tenga un tamaño máximo nominal sea de 0.425 mm. Tomado de la granulometría.
3. La muestra de arcilla deberá tener un contenido de humedad de 3.76 %.



Figura 30: Arcilla triturada

4.1.2. Arena

El proceso para la preparación de la muestra de arena será:

1. Se deberá dejar secar la arena para que su contenido de humedad no exceda el 0.96%.
2. Se deberá tamizar la muestra por el tamiz No. 40 de tal forma que se retiren los trozos de conchas más grandes o material extraño a la muestra.

4.1.3. Concha

La concha de ostión se sometió a varios procesos para obtener mejores resultados.

4.1.3.1. Calcinación

La concha de ostión se sometió a un proceso de calcinación en diferentes temperaturas en el horno, durante un tiempo determinado. Con el proceso de calcinación se pretende eliminar de las muestras el dióxido carbónico que contiene el carbonato de calcio, el componente principal de la concha de ostión y poder obtener oxido carbónico que es conocido como cal viva en la industria de la construcción. En la tabla se muestra los resultados de los ensayos de XRD que identifica los componentes químicos la muestra.

Tabla 30
Calcinación de Concha de ostión

Muestra	Tiempo de calcinación (min)	Temperatura (°C)	Componentes químicos, Nombre químico	
1	60	600	$C_1Ca_1O_3$, Calcita	Carbonato de calcio
2	60	500	$C_1Ca_1O_3$, Calcita	Carbonato de calcio
3	60	700	$C_1Ca_1O_3$, Calcita	Carbonato de calcio
4	70	800	$Ca_1Na_2O_4Si_1$, Silicato de calcio	Arena de mar
5	60	900	$H_2Ca_1O_2$, Portlandita	Cal Apagada

El examen de refracción de rayos X (XRD) tiene como objeto establecer la presencia de algún elemento, compuesto, o fase en una muestra. Este examen se realizó en las diferentes muestras mencionadas en la tabla 30, y se obtuvo como resultado las siguientes gráficas

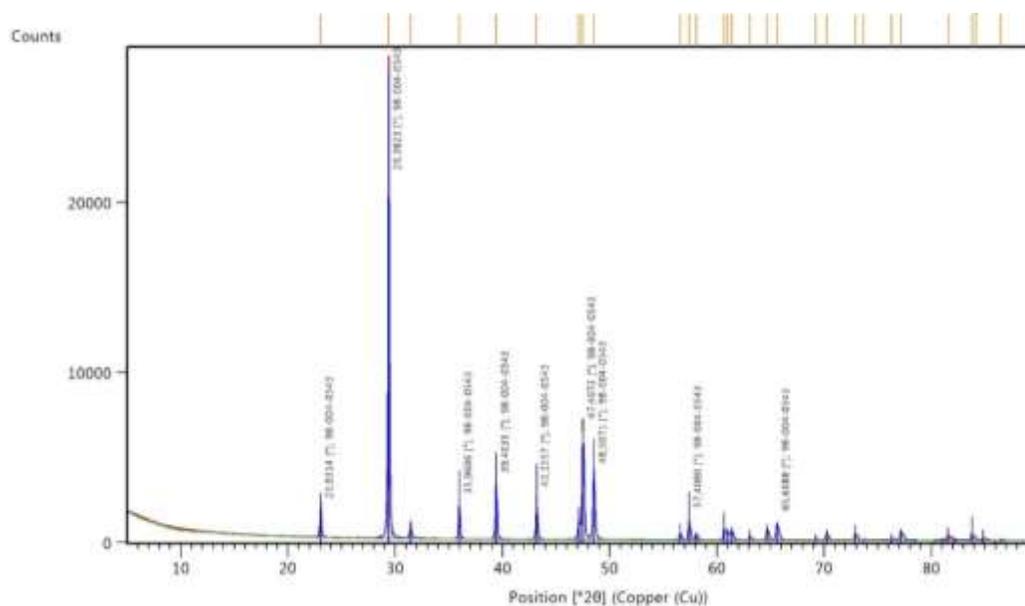


Figura 31: Resultado del XRD, muestra No. 1

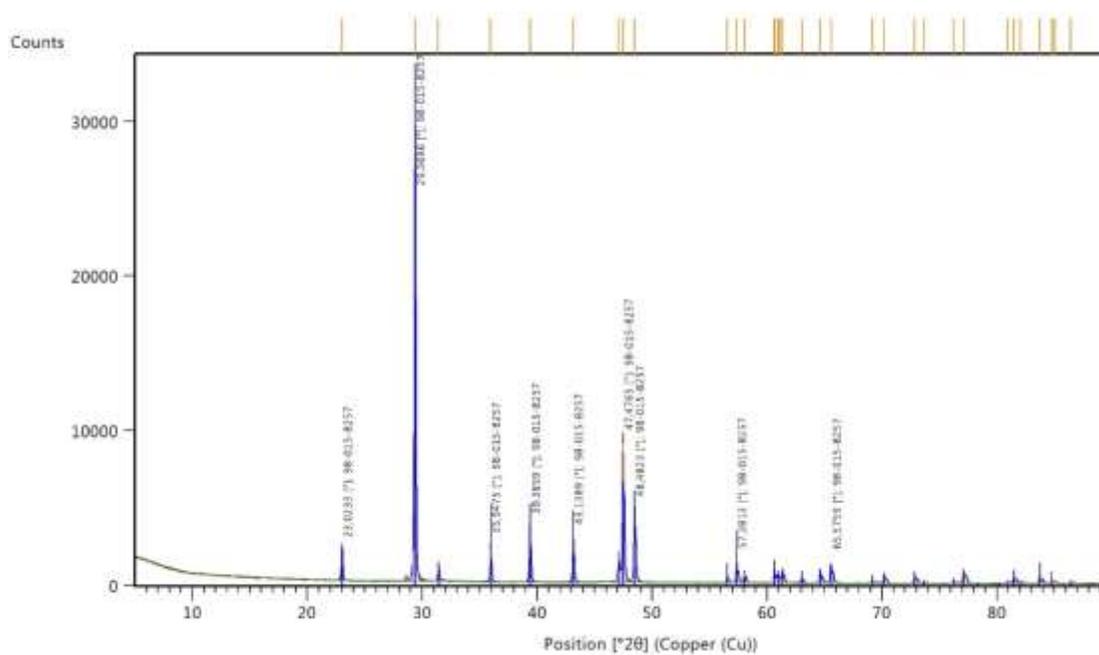


Figura 32: Resultados del XRD, muestra No. 2

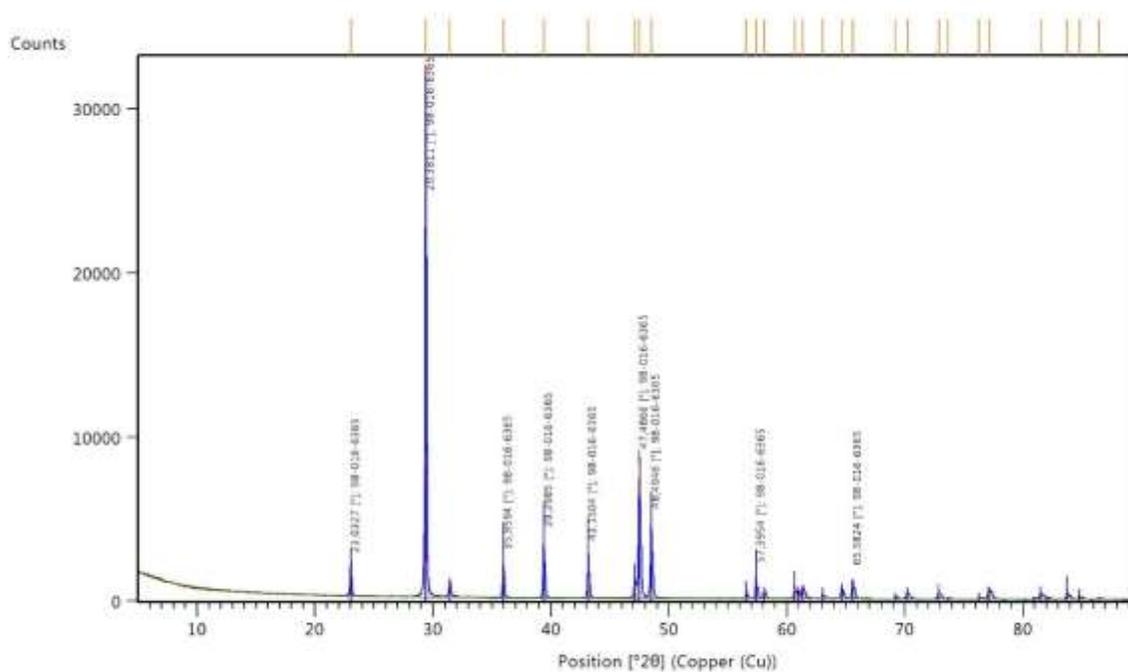


Figura 33: Resultados del XRD, muestra No. 3

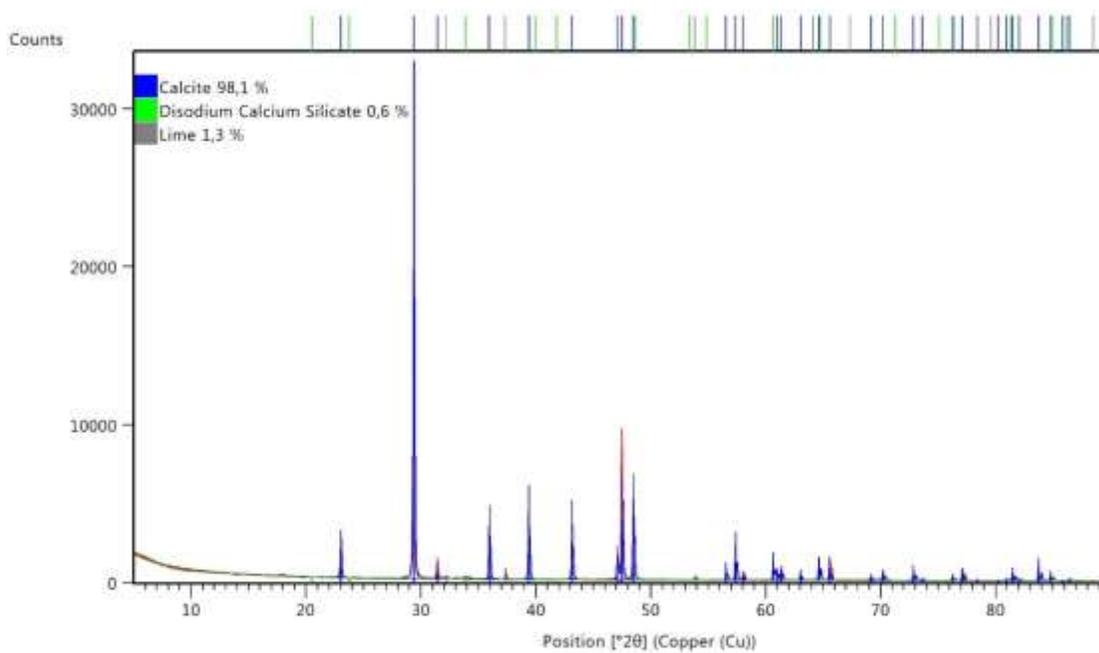


Figura 34: Resultado del XRD, muestra No. 4

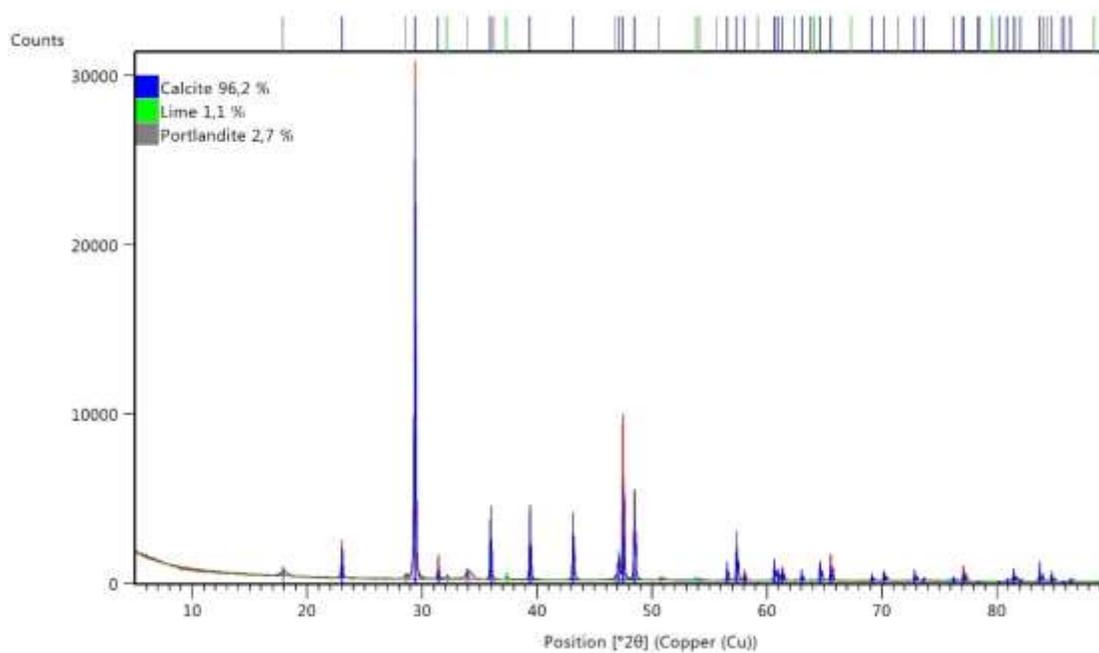


Figura 35: Resultado del XRD, muestra No. 5



Figura 36: Calcinación concha de ostión

Se elaboró muestras con las muestras No. 4 y No. 5 y se evidencio que la propiedad aglomerante no se desarrolló y que la resistencia es mínima a la compresión.



Figura 37: Ensayo de compresión muestra con concha de ostión

4.1.3.2.Molienda y trituración

El proceso de trituración se lo realizo con un martillo de 4 libras de peso para poder reducir la muestra de concha de ostión para que sea molida en un molido casero metálico. La muestra de concha de ostión fue molida hasta que tenga un tamaño máximo nominal sea de 0.425 mm. Previamente deberá estar libre de arena u otros residuos que puedan alterar la composición de la muestra o a su vez contaminarla.



Figura 38: Molino metálico



Figura 39: Concha de ostión triturada

4.2. Dosificación de mezcla para la elaboración de mampuestos.

4.2.1. Dosificación Arcilla- Concha Calcinada

Se realizó diferentes dosificaciones con las muestras de conchas trituradas, molidas y calcinadas que se indican en la tabla 31.

Tabla 31

Dosificación Arcilla – Concha calcinada

Muestra	Temperatura (°C)	Tiempo en el horno (min)	% de arcilla	% de concha	Agua (ml)	Peso inicial de la concha antes del horno (g)	Peso final de la concha después del horno (g)	% de pérdida de peso en concha
M1	900	60	60	40	500	645	605	6%
M2	800	60	60	40	600	645	624	3%
M3	700	60	60	40	600	645	631	2%
M4	600	60	60	40	600	645	634	2%
M5	500	60	60	40	600	645	637	1%

Se elaboró cilindros con cada una de las dosificaciones y se procedió a realizar ensayos de compresión de las muestras y los resultados se muestran en la tabla 32.



Figura 40: Ensayo de compresión, Arcilla- Concha

Tabla 32*Esfuerzos a la compresión de muestras Arcilla – Concha Calcinada.*

													Resistencia a la Compresión		
Fecha de elaboración	Muestra	Peso (g)	Edad (Días)	Diámetro Superior (cm)	Diámetro Inferior (cm)	Diámetro Medio (cm)	Diámetro Promedio (cm)	Altura (cm)	Fecha de Ruptura	Carga (kg)	Área cm ²	Esfuerzo kg/cm ²	Promedio 7 Días (kg/cm ²)	Promedio 21 Días (kg/cm ²)	Promedio 28 Días (kg/cm ²)
14-nov	M1-1	296.00	9	5.10	4.90	5.10	5.03	10.10	23-nov	260.02	19.90	13.07	12.48	16.59	17.30
14-nov	M1-2	292.00	9	4.90	5.10	5.00	5.00	10.10	23-nov	233.5	19.63	11.89			
14-nov	M1-3	275.00	20	4.79	4.82	4.90	4.84	10.10	4-dic	304.88	18.37	16.59			
14-nov	M1-4	286.78	28	4.85	4.90	4.79	4.85	9.89	12-dic	319.16	18.45	17.30			
16-nov	M2-1	278.00	7	5.10	4.90	5.00	5.00	10.50	23-nov	199.86	19.63	10.18	9.11	17.06	10.07
16-nov	M2-2	279.00	7	5.10	5.10	5.10	5.10	10.10	23-nov	164.16	20.43	8.04			
16-nov	M2-3	269.00	18	4.72	4.50	4.76	4.66	10.50	4-dic	196.8	17.06	11.54			
16-nov	M2-4	265.32	28	4.78	4.79	4.59	4.72	9.58	14-dic	132.56	17.50	7.58			
16-nov	M2-5	267.88	28	4.75	4.85	4.70	4.77	9.71	14-dic	224.32	17.85	12.57			
17-nov	M3-1	308.00	6	5.10	5.10	4.90	5.03	10.20	23-nov	128.48	19.90	6.46	5.77	9.41	12.06
17-nov	M3-2	306.00	6	5.00	5.00	5.10	5.03	10.20	23-nov	100.94	19.90	5.07			
17-nov	M3-3	273.00	17	4.76	4.70	4.72	4.73	10.10	4-dic	165.18	17.55	9.41			
17-nov	M3-4	267.73	28	4.78	4.58	4.58	4.65	9.85	15-dic	184.56	16.96	10.88			
17-nov	M3-5	267.83	28	4.70	4.72	4.58	4.67	9.62	15-dic	226.36	17.10	13.23			
17-nov	M4-1	299.00	6	5.10	4.70	5.10	4.97	10.20	23-nov	163.14	19.37	8.42	10.46	12.84	7.68
17-nov	M4-2	305.00	6	5.00	5.00	5.10	5.03	10.40	23-nov	248.72	19.90	12.50			
17-nov	M4-3	266.00	17	4.66	4.62	4.64	4.64	10.50	4-dic	217.2	16.91	12.84			
17-nov	M4-4	268.30	28	4.73	7.42	4.60	5.58	9.82	15-dic	218.22	24.48	8.91			
17-nov	M4-5	266.07	28	4.72	4.62	4.58	4.64	9.78	15-dic	109.1	16.91	6.45			
23-nov	M5-1	267.00	11	4.66	4.56	4.74	4.65	10.00	4-dic	120.32	17.01	7.07	7.07	12.03	14.98
23-nov	M5-2	279.00	11	4.62	4.72	4.74	4.69	10.10	4-dic	149.88	17.30	8.66			
23-nov	M5-3	267.81	21	4.60	4.58	4.62	4.60	9.78	14-dic	199.86	16.62	12.03			
23-nov	M5-4	268.50	28	4.62	4.59	4.74	4.65	10.10	21-dic	250.45	16.98	14.75			

Según los resultados de la tabla 32, la resistencia a la compresión varía entre 7.68 – 17.30 kg/cm², este rango es muy bajo, además se observó contracción en las muestras, dada por la presencia de la arcilla. Las muestras no tienen resistencia a la degradación en presencia del agua.

4.2.2. Dosificación Arcilla – Arena

La adhesión de arena a la mezcla ayuda a disminuir la contracción que existe en los cilindros elaborados, se elaboró una dosificación de arena – arcilla que se indica en la tabla 33.

Tabla 33

Dosificación Arcilla – Arena

Muestra	Arcilla (%)	Arena (%)	Agua (ml)
1	10	90	10
2	20	80	10
3	30	70	15
4	40	60	20
5	50	50	25
6	60	40	30
7	70	30	30
8	80	20	35
9	90	10	40



Figura 41: Dosificación Arcilla – Arena

Según los resultados del ensayo a compresión mostrados en la figura 42, se observó que las dosificaciones 70% de arcilla - 30% de arena y 80% de arcilla – 20% de arena son las muestras que tienen menor contracción y son compactas.

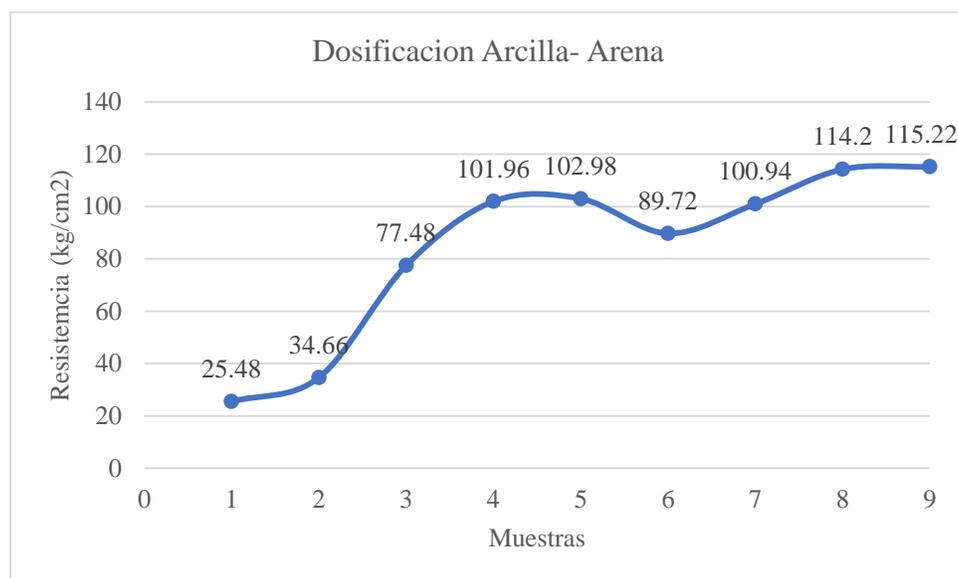


Figura 42: Resistencia a la compresión, Dosificación Arcilla – Arena

4.2.3. Dosificación Arcilla – Arena – Concha Molida

Esta dosificación se le añadió la concha triturada y molida, se tomó los pesos volumétricos para poder sacar los porcentajes de la mezcla. Además, se tomó la dosificación de arcilla – arena de 70/30 y 80/20 en porcentajes, y se añadió en diferentes porcentajes la concha triturada y molida, como se indica en la tabla

Tabla 34

Dosificación en volumen Arcilla – Arena – Concha Molida

Muestra	Arcilla (%)	Arena (%)	Concha (%)	Agua (ml)
1	70	30	20	45
2	70	30	40	45
3	70	30	60	55
4	80	20	20	50
5	80	20	40	60
6	80	20	60	70
7	80	20	10	47.5

Las muestras fueron ensayadas a compresión y los resultados se ven expresados en la figura 41, donde podemos ver que existe un incremento de la resistencia a la compresión relacionada con el incremento del porcentaje de concha. Las muestras no son resistentes a la degradación en presencia del agua.

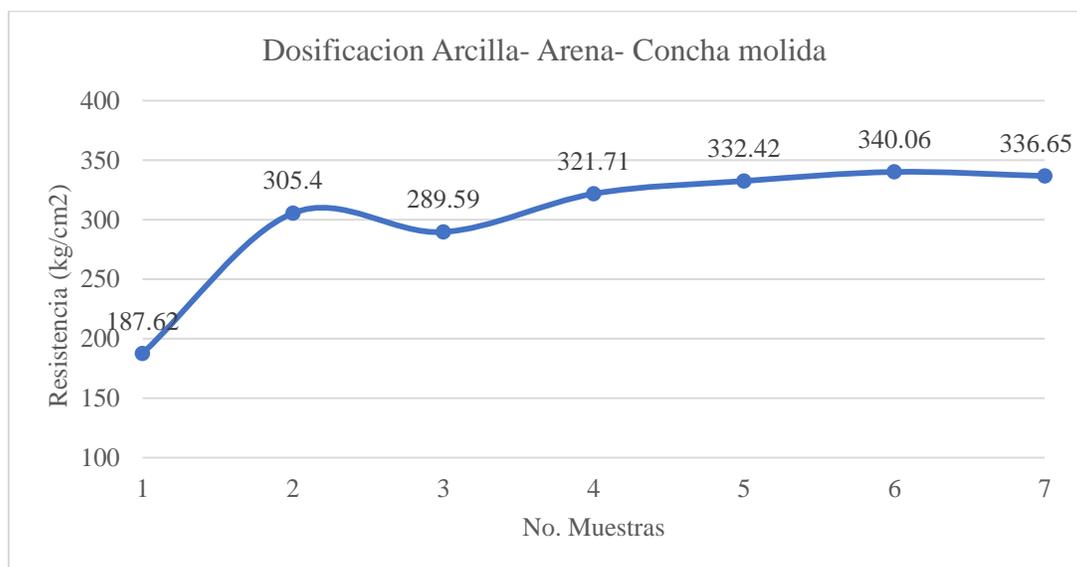


Figura 43: Resistencia a la compresión, Dosificación Arcilla – Arena- Concha molida



Figura 44: Ensayo de compresión, Dosificación Arcilla – Arena- Concha molida

4.2.4. Dosificación Arcilla – Arena – Concha Molida, bloques compactados y cocidos

Una vez probados las muestras se procedió a elaborar bloques compactados con la dosificación en porcentajes de volumen que se muestra en la tabla 35, y se procedió a cocer los bloques en el horno a 800 °C durante una hora, siguiendo el procedimiento de elaboración de ladrillos. En la dosificación de las muestras 7 y 8 se utilizó concha previamente calcinada a 900 °C durante una hora, en las demás muestras se utilizó concha triturada y molida.

Tabla 35

Dosificación en volumen Arcilla – Arena – Concha, bloques compactados y cocidos.

Muestra	Arcilla	Arena	Concha
1	70	30	20
2	70	30	20
3	80	20	10
4	80	20	10
5	70	30	10
6	70	30	10
7	80	20	10C
8	70	30	10C



Figura 45: Bloques en horno de alta temperatura

Los bloques se ensayaron a compresión después de ser cocidos y estar a temperatura ambiente, dejando que lleguen a la temperatura ambiente dentro del horno. Los resultados del ensayo a compresión se muestran en la figura 44. Los bloques cocidos son resistentes a la degradación en presencia del agua.

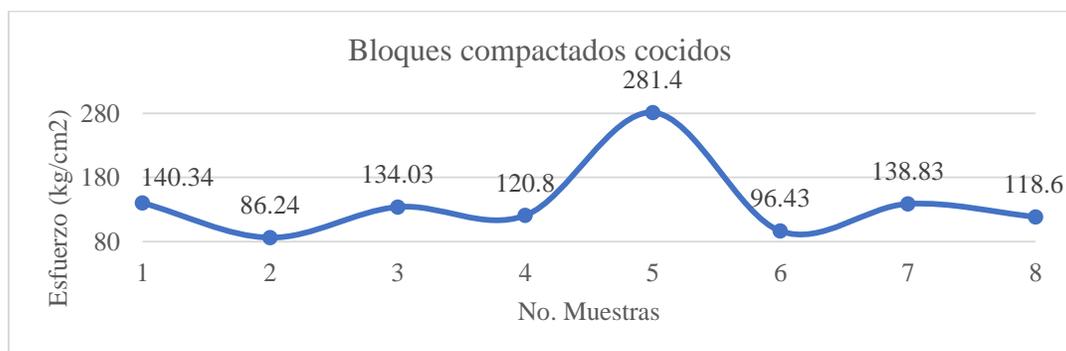


Figura 46: Resistencia a compresión, Bloques compactados y cocidos a 900°C.

4.2.5. Dosificación Arcilla – Arena – Concha Molida, bloques compactados.

Los bloques fueron realizados con la dosificación en porcentajes de la mezcla que se muestra en la tabla 36, y se ensayaron a los 14 días de edad, los resultados se muestran en la figura 45. Los bloques no son resistentes a la degradación de la presencia del agua.

Tabla 36

Dosificación en volumen Arcilla – Arena – Concha, bloques compactados.

Muestra	Arcilla (%)	Arena (%)	Concha (%)
1	70	30	20
2	70	30	20
3	80	20	10
4	80	20	10
5	70	30	10
6	70	30	10
7	80	20	20
8	80	20	20



Figura 47: Resistencia a la compresión, bloques compactados

Frente a la dificultad de hallar

4.2.6. Dosificación Arcilla – Arena – Concha Molida - Cemento Blanco

Se procedió a añadir cemento blanco a la mezcla en busca de que los bloques sean resistentes a la degradación en presencia del agua. El cemento blanco se utilizará como material aglutinante. La dosificación está dada en porcentajes y se muestra en la tabla 37. Los bloques son compactados.

Tabla 37

Dosificación en volumen Arcilla – Arena – Cemento Blanco

Arcilla (%)	Arena (%)	Cemento Blanco (%)
70	30	10
70	30	20
80	20	20

Se realizó ensayos de resistencia a la compresión, los resultados se muestran en la figura 46, también se realizó ensayos de resistencia a la degradación de en presencia del agua. Los bloques se ensayaron siete días posteriores a su elaboración.

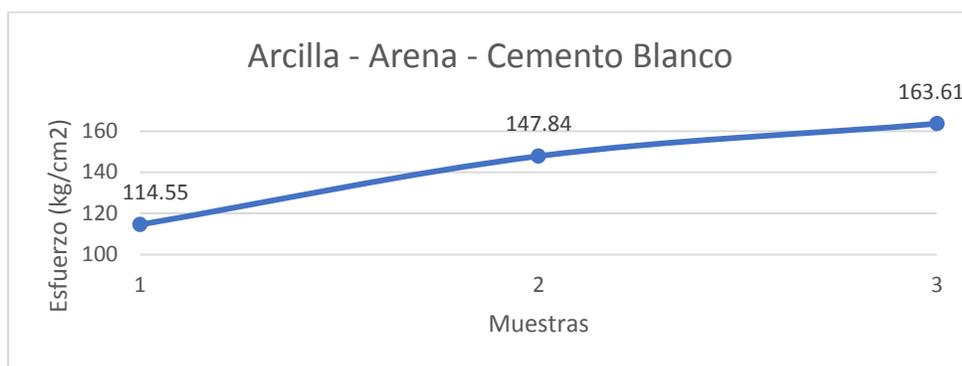


Figura 48: Ensayo de Compresión, Arcilla – Arena – Cemento Blanco

4.2.7. Dosificación Arcilla – Arena – Concha Molida – Carbonato de calcio + Resina

Esta dosificación se hizo pensando que la concha de ostión molida tenga alguna reacción con el carbonato de calcio y la resina. Se realizó la dosificación en porcentajes, se especifica en la tabla 38, se realizó ensayos de resistencia a la compresión y resistencia a la degradación en presencia del agua.

Tabla 38

Dosificación en volumen Arcilla – Arena – Concha Molida – Carbonato de Calcio + Resina

Muestra	Arcilla (%)	Arena (%)	Carbonato (%)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Área (mm ²)	Peso (g)	Esfuerzo (kg/cm ²)
1	70	30	20	196.5	97.5	19158.75	1535.6	51.5
2	80	20	20	196	96.5	18914	1540.7	40.88

Los bloques son compactados y no presentan resistencia a la degradación en presencia del agua. La resistencia a la compresión bajo a comparación de otras dosificaciones.

4.2.8. Dosificación Arcilla – Arena – Concha Molida – Cemento Gris

La dosificación se realizó en porcentajes de volumen se muestran en la tabla 39 los resultados de los ensayos de resistencia a la compresión. Los bloques son compactados, el ensayo de resistencia a la degradación en presencia del agua es positivo.

Tabla 39*Dosificación en volumen Arcilla - Arena - Concha Molida - Cemento Gris*

Muestra	Arcilla (%)	Arena (%)	Cemento (%)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Área (mm ²)	Peso (g)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Edad (Días)
1	70	30	20	198.2	98.6	19542.52	1702.8	109.03	14
2	80	20	20	198.2	98.4	19502.88	1735.8	160.69	14

4.3.Elaboración de mampuestos

Se tomó la dosificación de Arcilla – Arena – Concha Molida - Cemento Gris para la elaboración de los mampuestos. Los bloques serán compactados en la máquina que se muestra en la figura 49, con una energía de compresión de hasta 20T, tendrán unas dimensiones de 20 x 10 centímetros de base y de 5 centímetros de espesor. Se elaborarán también bloques sin adicionar la concha de ostión.



Figura 49: Máquina Compactadora de bloques

La elaboración de los bloques compactados se realizó siguiendo el procedimiento experimental de fabricación detallado a continuación:

- Obtenida la dosificación se procede a pesar las muestras de arcilla, arena, concha y cemento. En taras por separado.
- Utilizando la mezcladora de morteros, se unificará las muestras de arcilla, arena y concha.
- Se medirá la cantidad de agua calculada con la relación agua cemento y esta se mezclará de forma apartada conjunto con el cemento, formando una especie de lechada.
- Se incorporará la lechada a la mezcla de arcilla, arena y concha, de a poco y buscando uniformidad en la mezcla final. Se deberá parar la mezcladora de mortero para incorporar los residuos dejados fuera de la mezcla.
- Cuando la mezcla se vea uniforme se parará la mezcladora de mortero y se procederá a colocar la mezcla en la maquina compactadora de bloques y se presionara hasta que el bloque tenga un espesor de 5 centímetros.
- Se desmolda los bloques y se dejaran secar bajo sombra y manteniendo su humedad durante un mínimo de 14 días.

Las dosificaciones se realizaron con los pesos volumétricos, previamente obtenidos, la relación agua cemento de 0.4, y se varía el porcentaje de cemento en 2%, 4%, 6%, 8% y 10%. Se elaboraron los bloques sin adicionar la concha molida de ostión con la relación 3/7 arena – arcilla, las dosificaciones se muestran en las tablas 40 a la tabla 44. Las dosificaciones se realizaron con relación al volumen del bloque compactado. De cada una de las dosificaciones se realizó tres especímenes.

Tabla 40*Dosificación Arena- Arcilla 3/7, 2% de cemento*

Material	Dosificación	Volumen (cm3)	Masa (kg)
Arcilla	7	686	744.30
Arena	3	294	440.63
Cemento	2%	20	24.29
Agua	19%	325	-

Tabla 41*Dosificación Arena- Arcilla 3/7, 4% de cemento*

Material	Dosificación	Volumen (cm3)	Masa (kg)
Arcilla	7	672	729.11
Arena	3	288	431.64
Cemento	4%	40	48.57
Agua	19%	350	-

Tabla 42*Dosificación Arena- Arcilla 3/7, 6% de cemento*

Material	Dosificación	Volumen (cm3)	Masa (kg)
Arcilla	7	658	713.92
Arena	3	282	422.65
Cemento	6%	60	72.86
Agua	19%	350	-

Tabla 43*Dosificación Arena- Arcilla 3/7, 8% de cemento*

Material	Dosificación	Volumen (cm ³)	Masa (kg)
Arcilla	7	644	698.73
Arena	3	276	413.66
Cemento	8%	80	97.15
Agua	19%	350	-

Tabla 44*Dosificación Arena- Arcilla 3/7, 10% de cemento*

Material	Dosificación	Volumen (cm ³)	Masa (kg)
Arcilla	7	630	683.54
Arena	3	270	404.66
Cemento	10%	100	121.43
Agua	19%	350	-

Se elaboró bloques compactados sin adicionar concha molida de ostión con una relación 2/8 de arena - arcilla con variaciones de cemento del 2% al 10% del volumen del bloque compactado. Estas dosificaciones se muestran en las tablas 45 a la 49. De cada una de las dosificaciones se realizó tres especímenes.

Tabla 45*Dosificación Arena- Arcilla 2/8, 2% de cemento*

Material	Dosificación	Volumen (cm ³)	Masa (kg)
Arcilla	8	800	823.71
Arena	2	200	326.35
Cemento	2%	200	23.00
Agua	19%	285	-

Tabla 46*Dosificación Arena- Arcilla 2/8, 4% de cemento*

Material	Dosificación	Volumen (cm ³)	Masa (kg)
Arcilla	8	688.70	823.71
Arena	2	272.9	326.35
Cemento	4%	38.5	46.00
Agua	19%	250	-

Tabla 47*Dosificación Arena- Arcilla 2/8, 6% de cemento*

Material	Dosificación	Volumen (cm ³)	Masa (kg)
Arcilla	8	675.70	823.71
Arena	2	267.70	342.67
Cemento	6%	56.60	69.00
Agua	19%	250	-

Tabla 48*Dosificación Arena- Arcilla 2/8, 8% de cemento*

Material	Dosificación	Volumen (cm ³)	Masa (kg)
Arcilla	8	663.20	823.71
Arena	2	262.70	326.35
Cemento	8%	74.10	92.00
Agua	19%	250	-

Tabla 49*Dosificación en volumen Arena- Arcilla 2/8, 10% de cemento*

Material	Dosificación	Volumen (cm3)	Masa (kg)
Arcilla	8	651.10	823.71
Arena	2	258.00	326.35
Cemento	10%	90.9	115.01
Agua	19%	275	-

Se realizó la dosificación que se muestra en la tabla 50, tomando en consideración que los únicos materiales que aportan al volumen del bloque compactado son la arcilla y la arena. Sin tomar como aporte de volumen al cemento. Esta dosificación se la realizo con el 8% cemento y con la relación 3/7 de arena y arcilla. Se elaboró cinco especímenes.

Tabla 50*Dosificación Arena – Arcilla 3/7, 8% de cemento.*

Material	Dosificación	Volumen (cm3)	Peso Volumétrico (g/cm3)	Peso (g)	Peso (g) Desperdicio 5%	Agua (ml)
Cemento	8%	-		105.01	110.26	283
Arena	3	300	1.77	531.45	558.02	
Arcilla	7	700	1.11	781.15	820.20	
Concha	0	0	1.25	0.00	0.00	

Se adicionará la concha molida de ostión a las dosificaciones para verificar su aporte en la resistencia a la compresión de los bloques compactados. Las dosificaciones se realizaron con el 6% y el 8% de cemento, adicionando un 20% y 30% de concha molida. Para la adición de la concha en las dosificaciones se tomó en cuenta que aportara en el volumen del bloque compactado. Se muestran las dosificaciones con una relación arena – arcilla de 3/7 y 6% de cemento, en la tabla 51 y la tabla 52. Se realizó también dosificaciones con el 8% de cemento que

se muestran en la tabla 53 y tabla 54. Se realizaron tres especímenes de cada uno de las dosificaciones.

Tabla 51

Dosificación Arena- Arcilla, 30% de concha molida, 6% de cemento.

Material	Dosificación	Volumen (cm3)	Peso Volumétrico (g/cm3)	Peso (g)	Peso (g) Desperdicio 5%	Agua (ml)
Cemento	6		3.15	77.70	81.59	274
Arena	3	210	1.77	372.02	390.62	
Arcilla	7	490	1.12	546.80	574.14	
Concha	30	300	1.25	376.21	395.02	

Tabla 52

Dosificación Arena - Arcilla, 20% de concha molida, 6% de cemento.

Material	Dosificación	Volumen (cm3)	Peso Volumétrico (g/cm3)	Peso (g)	Peso (g) Desperdicio 5%	Agua (ml)
Cemento	6		3.15	78.05	81.96	275
Arena	3	240	1.77	425.16	446.42	
Arcilla	7	560	1.12	624.92	656.16	
Concha	20	200	1.25	250.81	263.35	

Tabla 53

Dosificación Arena - Arcilla, 20% de concha molida, 8% de cemento

Material	Dosificación	Volumen (cm3)	Peso Volumétrico (g/cm3)	Peso (g)	Peso (g) Desperdicio 5%	Agua (ml)
Cemento	8		3.15	104.07	109.27	280
Arena	3	240	1.77	425.16	446.42	
Arcilla	7	560	1.12	624.92	656.16	
Concha	20	200	1.25	250.81	263.35	

Tabla 54

Dosificación Arena - Arcilla, 30% de concha molida, 8% de cemento.

Material	Dosificación	Volumen (cm ³)	Peso Volumétrico (g/cm ³)	Peso (g)	Peso (g) Desperdicio 5%	Agua (ml)
Cemento	8		3.15	103.60	108.78	279
Arena	3	210	1.77	372.02	390.62	
Arcilla	7	490	1.12	546.80	574.14	
Concha	30	300	1.25	376.21	395.02	

4.4. Propiedades Índice de la mezcla dosificación Tabla 54

4.4.1. Ensayo de Porcentaje de Humedad de la mezcla

Se realizó el ensayo de contenido de humedad y los resultados se colocan en la tabla 55.

Tabla 55

Contenido de humedad de la mezcla.

Identificación de la Capsula		JIL	JILIII	POG
Peso de la capsula	(g)	15	13.5	14
Peso de la capsula + Arcilla Húmedo	(g)	39.5	23.5	24
Peso de la capsula + Arcilla Seca	(g)	38.9	22.9	23.8
Peso del Agua	(g)	0.6	0.6	0.2
Peso de la Arcilla seca	(g)	23.9	9.4	9.8
Peso de la Arcilla Humedad	(g)	24.5	10	10
Contenido de Humedad	(%)	2.51	6.38	2.04
Contenido de Humedad Medio	(%)	3.64		

Se realizó el ensayo de contenido de humedad siguiendo la norma (ASTM D 2216, 2014), teniendo como resultado 2.51%, 6.38% y 2.04% y teniendo como promedio 3.64% de contenido de humedad de la mezcla.

4.4.2. Ensayo de granulometría de la mezcla

Los datos del ensayo de granulometría se realizaron con la norma (ASTM C 117) y los resultados se presentan en la tabla 56.

Tabla 56
Granulometría del Polvo de la mezcla

Tamices	Peso Retenido (g)	%Retenido	%Retenido acumulado	% Pasante
N°10	0.00	0.00	0.00	100.00
N°40	11.00	6.52	6.52	93.48
N°200	64.40	38.19	44.72	55.28
Pasante de N°200	93.22	55.28	100.00	0.00
Total	168.62			

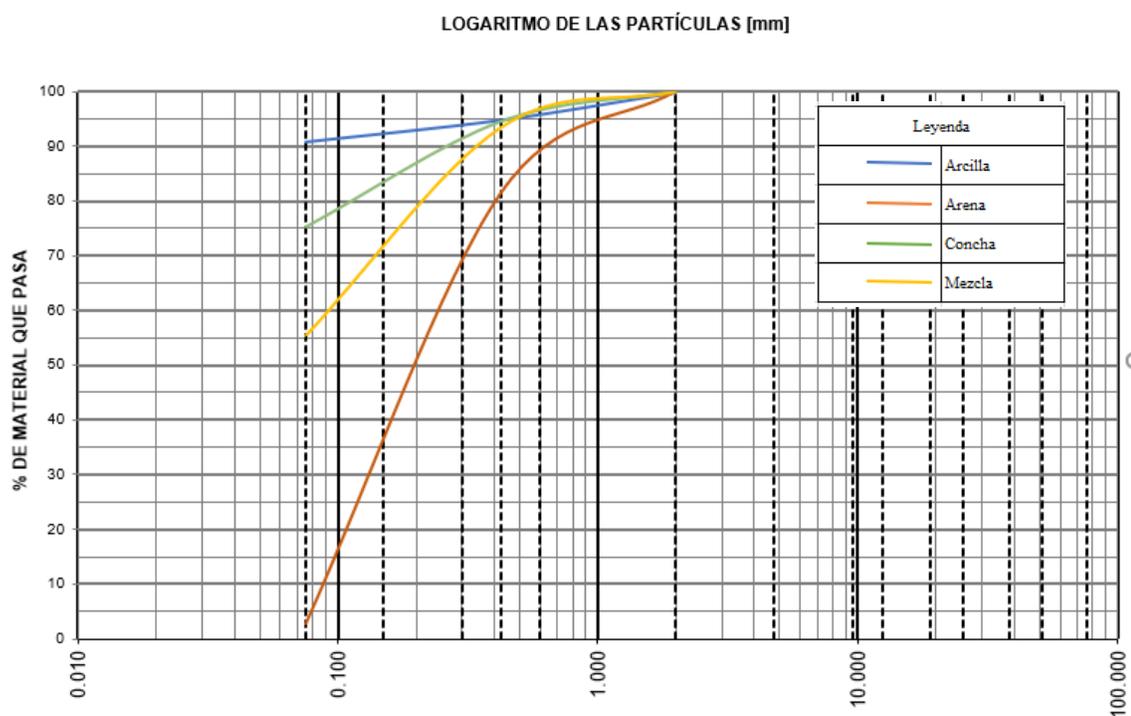


Figura 50: Estabilización granulométrica de la mezcla

4.4.3. Ensayo de Peso Específico

Se realizó el ensayo para la obtención del peso específico siguiendo la norma (NTE INEN 856, 2010) y se muestran los resultados en la tabla 57.

Tabla 57*Calculo de Peso Específico de la mezcla.*

Ensayo de Peso Especifico			
A	PESO DEL PICNÓMETRO + MUESTRA SECA	(g)	282.00
B	PESO DEL PICNÓMETRO + MUESTRA SECA + AGUA DESTILADA	(g)	742.00
C	PESO DEL PICNÓMETRO	(g)	184.00
D	PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA DESTILADA	(g)	683.00
E = A - C	PESO DE LA MUESTRA SECA	(g)	98.00
F = D - C	VOLUMEN DEL FRASCO	(cm³)	499.00
G = B - A	VOLUMEN DEL FRASCO - VOLUMEN DE LOS GRANOS DE LA MUESTRA	(cm³)	460.00
H = F - G	VOLUMEN DE LOS GRANOS DE LA MUESTRA	(cm³)	39.00
= E / H	PESO ESPECÍFICO DE LOS GRANOS	(g/cm³)	2.51

El peso específico de la mezcla es de 2.51 g/cm³.

4.4.4. Ensayo de Peso Volumétrico

Se realizó el ensayo de peso volumétrico se llevó a cabo bajo la norma (NTE INEN 858, 2010) y los cálculos se pueden visualizar en la tabla 58.

Tabla 58*Peso volumétrico de la mezcla*

Ensayo Peso Volumétrico			
A	Masa del árido más el molde	(g)	5997.8
B	Masa del Molde	(g)	2599.5
C	Diámetro del Molde	(cm)	15.14
D	Altura del Molde	(cm)	15.28
E	Volumen del Molde	(cm³)	2750.84
F	Masa del árido	(g)	3398.30
G=F/E	Masa Unitaria (peso volumétrico) del árido	(g/cm³)	1.235

El peso volumétrico o masa unitaria de la mezcla es de 1.235 g/cm³.

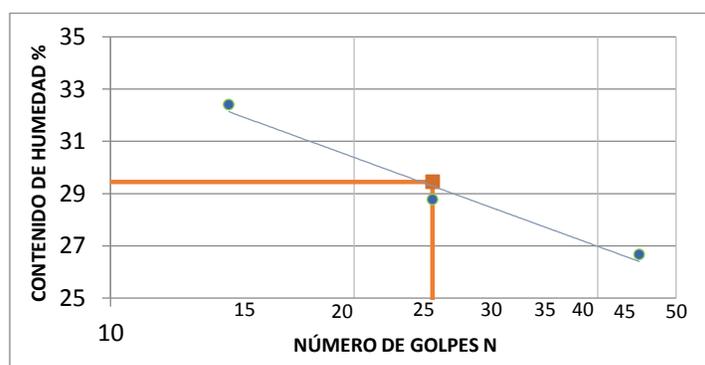
4.4.5. Ensayo de límite líquido

El ensayo de límite líquido se realizó bajo la norma (ASTM D 4318, 2006), los cálculos se encuentran en la tabla 59.

Tabla 59

Limite líquido de la mezcla

	No. GOLPES	P CÁP+S HÚMEDO	P CÁP+S SECO	P CÁP	% HUMEDAD
81	45	25.50	23.1	14.10	26.67
54	25	20.70	18.6	11.30	28.77
H8	14	20.20	17.90	10.80	32.39

**Figura 51:** Grafica del límite liquido de la mezcla

La mezcla tiene un límite líquido se encuentra al tener la muestra un 29.45% de contenido de humedad.

4.4.6. Ensayo de límite plástico

El ensayo de limite plástico de la mezcla se lo realizo con las indicaciones que se muestran en la norma (ASTM D 4318, 2006). Los caculos se muestran en la tabla 60.

Tabla 60

Limite plástico de la mezcla

No CÁPSULA	P CÁP+S HÚMEDO	P CÁP+S SECO	P CÁP	% HUMEDAD	% HUMEDAD PROMEDIO
V20	6.2	6	4.90	18.18	18.17
M	8.2	7.7	5.8	26.32	
P1	7.6	7.5	6.5	10.00	

El límite plástico se encuentra a 18.17% del contenido de humedad de la mezcla.

4.4.7. Ensayo de límite de contracción

El ensayo de límite de contracción se realizó con la norma (ASTM D 4318, 2006). Los resultados se muestran en la tabla 61.

Tabla 61
Resultados del Límite de contracción mezcla

Límite de Contracción							
1	Tara de contracción	1	2	3	4	5	6
2	Peso de Tara+ Peso suelo Húmedo [g]	51.10	49.80	50.70	50.50	50.20	50.70
3	Peso de Tara+ Peso suelo Seco [g]	43.30	42.30	42.90	42.70	42.60	42.90
4	Peso agua contenida, [g]	7.80	7.50	7.80	7.80	7.60	7.80
5	Peso Tara de contracción, [g]	20.30	20.10	19.90	20.00	19.80	20.10
6	Peso Suelo seco, [g]	23.00	22.20	23.00	22.70	22.80	22.80
7	Contenido de Humedad, [%]	33.91	33.78	33.91	34.36	33.33	34.21
	Peso mercurio tara de contracción	219.90	217.70	217.80	217.20	222.20	218.00
8	Volumen de tara de contracción, V, [cm3]	16.19	16.03	16.04	15.99	16.36	16.05
	Peso saliente	191.90	188.00	188.40	190.60	188.40	192.30
9	Volumen de Pastilla de Suelo Seco, Vo, [cm3]	14.13	13.84	13.87	14.04	13.87	14.16
10	$(V-V_0) = (8-9)$, [cm3]	2.06	2.19	2.16	1.96	2.49	1.89
11	$(V-V_0) * 100 / W_u = 10/6 * 100$, [cm3]	8.96	9.85	9.41	8.63	10.92	8.30
12	Límite de contracción (7-11), [%]	24.95	23.93	24.50	25.73	22.42	25.91
13	Relación de contracción, (6/9)	1.63	1.60	1.66	1.62	1.64	1.61
	Límite de contracción promedio, [%]	24.57					
	Relación de contracción promedio	1.63					

El límite de contracción de la muestra es de 24.57% y la relación de contracción promedio es de 1.63.

CAPÍTULO V:

5.ENSAYOS

5.1.Ensayos de compresión

Los ensayos de compresión se llevarán a cabo de acuerdo con la norma (INEN 294, 2005), los bloques deberán estar sin defectos apreciables, tener sus caras libres de estrías o ranuras. Para los bloques que tengan defectos visibles se utilizara el método del refrentado, descrito en la norma (NTE INEN 2619, 2012).

Los bloques compactados se midieron y refrentaron para realizar el ensayo de compresión como se muestra en la figura 49.



Figura 52: Bloque compactado refrentado

Se midieron y ensayaron cada uno de los especímenes realizados con las dosificaciones especificadas en el capítulo anterior.

5.2. Ensayos de absorción de humedad

Los ensayos de absorción se realizaron con la norma (NTE INEN 296, 2015). Se preparó las muestras secándolas hasta que su masa sea constante y posteriormente se sumergió las muestras durante 24 horas en agua. Se tomaron los pesos de cada una de las muestras y se calculó el porcentaje de absorción de humedad que tienen las muestras.



Figura 53: Muestra desecada en el horno por 24 horas.

5.3. Ensayo de degradación en presencia de agua

Este ensayo se tomó como referencia el método experimental que menciona (Alonso, 1986) el cual se basa en la norma (ASTM D 5313-92, 1997) que se usa para determinar la degradación de las rocas en presencia del agua. Es importante tener estos resultados porque los mampuestos estarán sometidos a humedad y sequedad. Se tomará el peso del bloque compactado a temperatura ambiente. Posteriormente el bloque compactado deberá ser sumergido durante 12 horas y puesto a secar en el horno (a 60° o 105°) durante 6 horas, dejándose enfriar por dos horas

para evitar choques térmicos. Este procedimiento deberá tener 24 ciclos. Terminado este proceso se tomará el peso del mampuesto secado a temperatura ambiente durante 12 horas. Se calculará el porcentaje de degradación en presencia del agua con la variación del peso inicial del bloque con el peso final del bloque, en las mismas condiciones.



Figura 54: Bloques compactados sumergidos en agua

CAPÍTULO VI:

ANÁLISIS DE RESULTADOS

5.4.Resultados de ensayos de resistencia a la compresión

Se realizaron ensayos de resistencia a la compresión en todas las dosificaciones mencionadas en el capítulo 4. El resultado de cada dosificación es el promedio de cinco especímenes iguales.

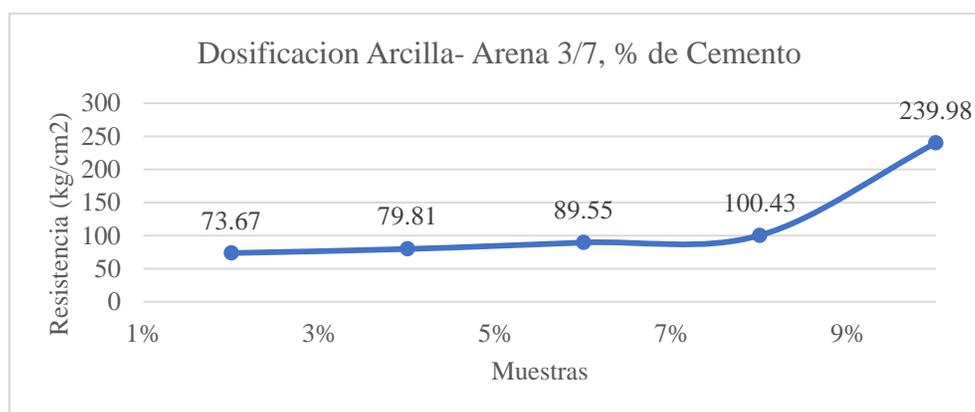


Figura 55: Resultados de compresión, Arcilla – Arena 3/7 y % de cemento

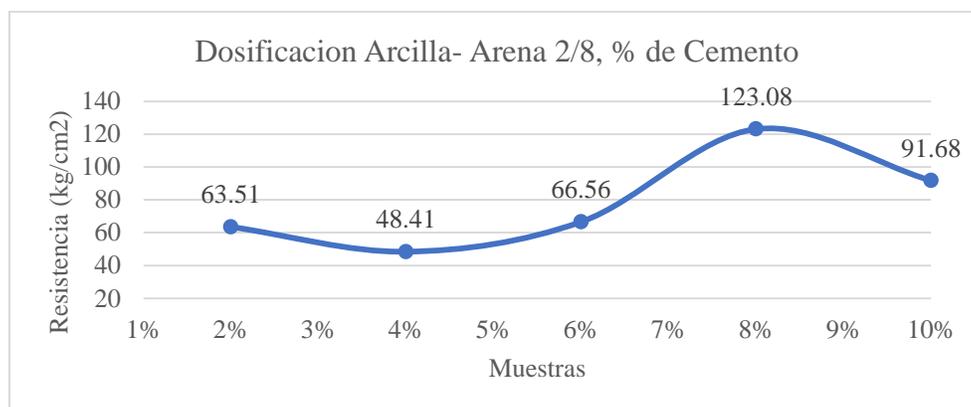


Figura 56: Resultados de compresión, Arcilla – Arena 2/8 y % de cemento

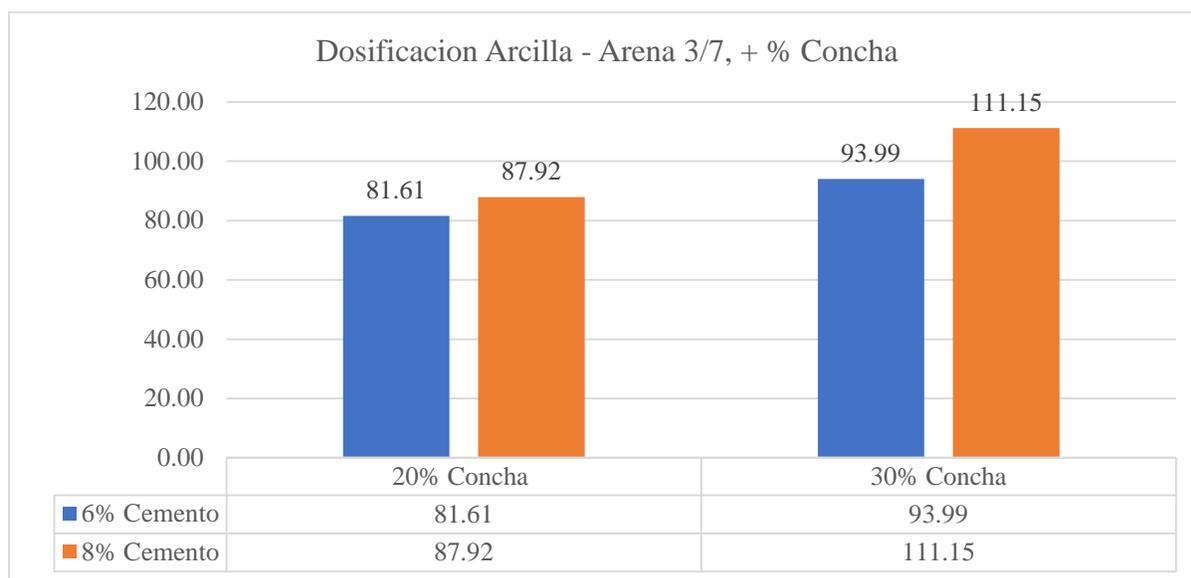


Figura 57: Resultados de compresión, Arcilla – Arena 3/7, Cemento Gris y % de concha

Teniendo los resultados previos se realizó cinco especímenes de cada dosificación mostrada en la tabla 54 y tabla 50, para verificar el porcentaje de variación de resistencia a la compresión que existe con la adhesión de la concha molida a la dosificación.

Tabla 62

Resultados Ensayo de Resistencia a la compresión dosificación tabla 50.

Muestra	Largo (mm)	Ancho (mm)	Área (mm ²)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Esfuerzo Promedio (kg/cm ²)
1	196.8	98.6	19404.48	88.73	74.07
2	198.0	99.4	19681.20	65.60	
3	197.8	98.8	19542.64	63.48	
4	202.4	102.4	20725.76	83.83	
5	196.8	98.7	19424.16	68.70	

Tabla 63

Resultados Ensayo de Resistencia a la compresión dosificación tabla 54

Muestra	Largo (mm)	Ancho (mm)	Área (mm ²)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Esfuerzo Promedio (kg/cm ²)
1	198.8	97.8	19442.64	115.33	104.84
2	198.8	100.6	19999.28	105.76	
3	199.5	98.8	19710.6	109.53	
4	198.6	98.6	19581.96	88.73	
5	198.7	98.7	19611.69	104.87	

5.5.Resultados de ensayos de absorción de humedad

Este ensayo se realizó con muestras de las dosificaciones mencionadas en las tablas 54 y 50. Teniendo cinco especímenes de cada dosificación. Se tomó como resultado el promedio del resultado de las cinco muestras.

Tabla 64

Resultados Ensayo de Absorción de humedad dosificación tabla 50.

Muestra	Peso desecado	Peso Saturado	% Absorción	% Absorción promedio
1	1443.10	1713.60	18.74	18.73
2	1564.27	1856.70	18.69	
3	1570.60	1865.10	18.75	
4	1472.00	1747.80	18.74	
5	1324.78	1573.10	18.74	

Tabla 65

Resultados Ensayo de Absorción de humedad dosificación tabla 54.

Muestra	Peso desecado	Peso Saturado	% Absorción	% Absorción promedio
1	1401.80	1654.30	18.0125553	18.09
2	1541.98	1828.00	18.548976	
3	1331.71	1573.24	18.136779	
4	1564.50	1846.60	18.0313199	
5	1569.70	1847.90	17.7231318	

5.6.Resultados de ensayos de degradación en presencia del agua

El ensayo se realizó con muestras de las dosificaciones dadas en las tablas 50 y 54. Se realizaron tres muestras de cada dosificación.

Tabla 66

Resultados Ensayo de degradación en presencia del agua dosificación tabla 54

Muestra	Peso Inicial (g)	Peso Final (g)	% de desgaste	% de desgaste promedio
1	1874.4	1804.5	3.874	4.09
2	1864.5	1787.5	4.308	

Tabla 67

Resultados Ensayo de degradación en presencia del agua dosificación tabla 50

Muestra	Peso Inicial (g)	Peso Final (g)	% de desgaste	% de desgaste promedio
1	1784.5	1705.5	4.632	5.751
2	1804.5	1688.5	6.87	

5.7.Propuesta de solución según dosificación más apropiada.

La dosificación que cumple con los requisitos mínimos requeridos de resistencia a la compresión y porcentaje de absorción según la norma (INEN 297, 2005) es la especificada en la tabla 54, clasificando al bloque compactado en un tipo C con las especificaciones dadas en la tabla 67.

Tabla 68

Requisitos de dosificación

	Resistencia mínima a la compresión MPa* Promedio de 5 unidades	Absorción máxima de humedad % Promedio de 5 unidades
Norma INEN 297	8	25
Dosificación Tabla 54	10.48	18.09

5.8.Elaboración de una guía práctica y capacitación a la comunidad

La guía práctica se presenta como Anexo A de este documento. La capacitación a la comunidad se realizará en la exposición del presente trabajo, porque la comunidad se encuentra a la presente fecha declarada como zona de riesgo.

CONCLUSIONES

- La resistencia a la compresión de los bloques compactados de suelo arcilloso alcanzo los 10.5 MPa promedio en muestras con adhesión de concha y de 7.4 MPa promedio en bloques sin adhesión de concha.

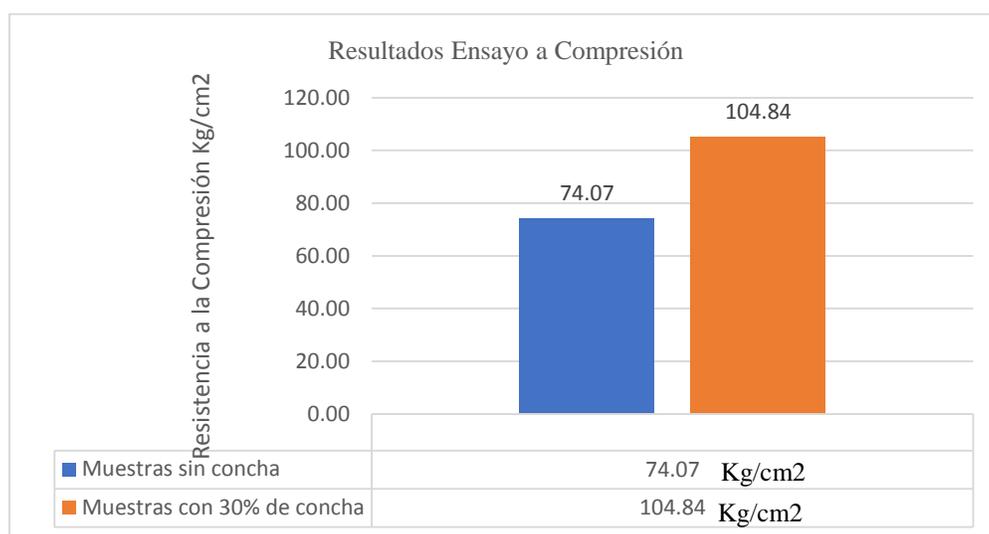


Figura 58: Resistencia a compresión de mampuestos con y sin adhesión de concha

- Al comparar los resultados de mampuestos con adhesión y sin adhesión de concha en su dosificación, podemos concluir que la adhesión del polvo de concha aumenta la resistencia a la compresión y a la degradación en presencia del agua. Por lo cual, se propone como metodología de elaboración de mampuestos de forma experimental especificada en el anexo 1.
- La dosificación óptima para la elaboración de mampuestos se realizó en referencia de volumen, 62% de arena y arcilla en proporción 3 arena y 7 arcilla, con 30% de volumen

del mampuesto de concha molida de ostión y 8% de cemento del volumen total del mampuesto.

- Con la propuesta anterior se puede reemplazar los materiales de contracción tradicional (madera de mangle y guadua) por mampuestos con uso de concha de ostión, esto implica una reducción de la deforestación y conservación del medio ambiente.
- Los limos arcillosos de la zona de investigación tienen una composición de hasta el 63.33% de arcillas.
- Con una cuadrilla tipo de 1 albañil y 3 peones:
 - De la preparación de los materiales tanto la concha de ostión, el suelo arcilloso y la concha de ostión, se realizará en dos horas el material necesario para a la elaboración de 120 mampuestos compactados.
 - De la elaboración de mampuestos compactados elaborados con una maquina compactadora de un solo molde, su rendimiento en 6 horas será de 120 mampuestos.
- La cal viva obtenida de la concha de ostión “no mejora” las condiciones de resistencia a la compresión y su obtención es un proceso costoso (proceso de calcinación). Es preferible trabajar con concha molida (carbonato de calcio) para mejorar las condiciones de resistencia del mampuesto de suelo cemento.

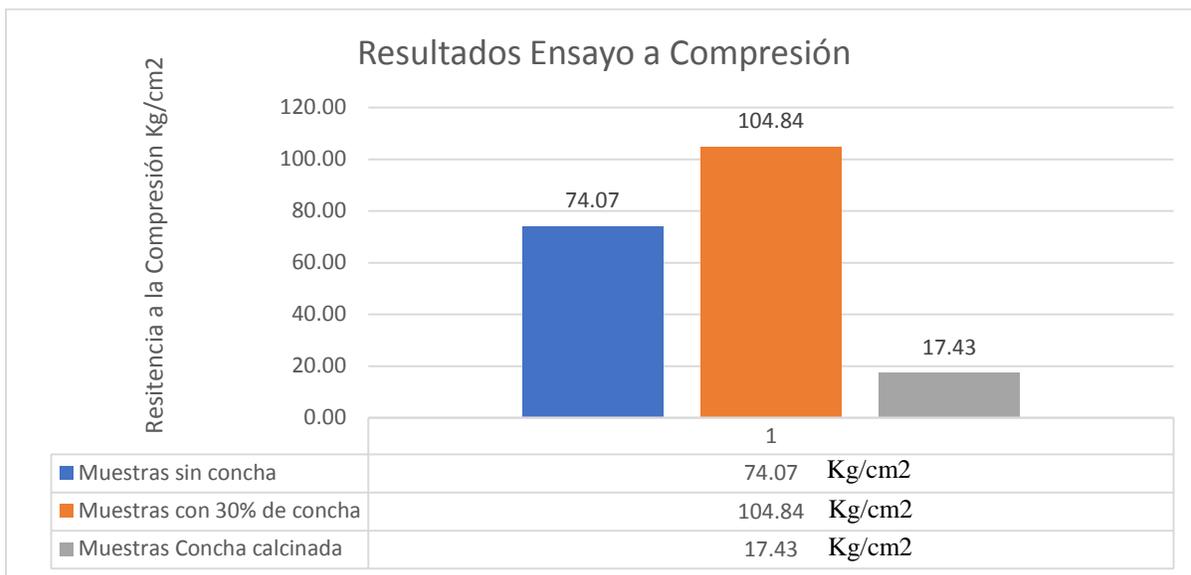


Figura 59: Resistencia a la compresión. Comparación de muestras

RECOMENDACIONES

- Se recomienda generar un programa de repoblación de especies, para la zona de recolección de muestras de ostión, para poder garantizar la conservación de la especie y la fabricación de los bloques compactados de tierra con adhesión de concha de ostión.
- Se recomienda usar una maquina compactación de iguales características a la usada para la elaboración de los mampuestos. Dados en el anexo 2.
- Se recomienda seguir el procedimiento experimental para la elaboración de los mampuestos, descritos en el anexo 1, para mantener las características de resistencia a la compresión, absorción de humedad y resistencia a la degradación en presencia del agua.
- Los mampuestos de suelo cemento compactados después de su elaboración deberán ser colocados en un ambiente donde se mantenga su humedad, para garantizar un proceso de curado óptimo.
- El agua adicionada a la mezcla no deberá exceder de la especificada, ya que puede alterar la consistencia de la mezcla y bajar la resistencia a la compresión de los mampuestos.
- Se recomienda adquirir una maquina compactadora de mampuestos demás moldes, lo cual ayudaría a mejorar el rendimiento y el costo de la mano de obra de la elaboración de mampuestos compactados de suelo cemento.

BIBLIOGRAFÍA

- Abel Betanzos-Vega, C. L. (2016). Identificación del ostión americano *Crassostrea virginica* (Mollusca: Bivalvia: Ostreidae) como recurso natural en las Antillas Mayores: Cuba. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 6.
- ACI 230.1R-09. (julio de 2009). Report on Soil Cement . USA.
- Alonso, F. (1986). Caracterización petrofísica y alterabilidad de calizas y dolomías. Tesis doctoral. Departamento de Geología. Universidad de Oviedo.
- American Concrete Institute. (2016). *ACI Concrete Terminology*. Miami: ACI STANDARD.
- ASTM 1157. (s.f.). Standard Performance Specification for Hydraulic Cement. *Standard Performance Specification for Hydraulic Cement*. USA: ASTM.
- ASTM C 117. (s.f.). Granulometría por lavado. USA: ASTM.
- ASTM C 136-06. (2006). Granulometría de los aridos, fino y grueso. USA: ASTM.
- ASTM C 150. (2007). Especificación Normalizada para Cemento Portland. *Especificación Normalizada para Cemento Portland*. USA.
- ASTM C595. (2018). Standard Specification for Blended Hydraulic Cements. *Standard Specification for Blended Hydraulic Cements*. USA.
- ASTM C91. (2012). Standard Specification for Masonry Cement. *Standard Specification for Masonry Cement*. USA: ASTM.
- ASTM D 2216. (2014). Determinación del Contenido de Humedad. Estados Unidos de América: ASTM.

ASTM D 4318. (2006). Limites de Consistencia. USA: ASTM.

ASTM D 5313-92. (1997). Standard Test Methods for Evaluation of Durability of Rock for Erosion Control Under Wetting and Drying Conditions. USA: ASTM.

Berglund, M. (1986). Fine Homebuilding. En *Fine Homebuilding* (págs. 35-39).

Braja, M. D. (2014). *Fundamentos de Ingenieria Geotecnica*. Mexico: CENGAGE LEARNING.

Corral, J. T. (2008). El suelo-cemento como material se construcción. *Ciencia y Sociedad*, 520-571.

De La Fuente, E. (2013). *Suelo-Cemento, Sus usos, prpiedades y aplicaciones*. Mexico: Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A. C.

García, I. C. (2006). Optimización de las propiedades mecánicas del mortero comercial mediante la adición de residuos del molusco *Cassostrea Virginica*. *Centro de investigación en materiales avanzados, S. C. Posgrado*.

INEN 0691. (2005). Mecanica de Suelos, determinacion del limite liquido, metodo casa grande. Ecuador: Norma Tecnica Ecuatoriana.

INEN 294. (2005). Ladrillos ceramicos: Determinación de la resistencia a la compresión. Quito, Ecuador: Instituto Ecuatoriano de Normalización.

INEN 294. (2005). Ladrillos Ceramicos: Determinacion de la Resistencia a la compresión . Ecuador: Norma Técnica Ecuatoriana.

INEN 297. (2005). Ladrillos Ceramicos. Requisitos. Ecuador: Norma Técnica Ecuatoriana.

Instituto Ecuatoriano del Cemento y el Concreto. (2007). *Bases de Suelo Cemento, Bases de agregados estabilizadas con cemento*. Quito: INECYC.

Instituto Nacional de Estadística y Censos . (2010). Censo Nacional 2010.

Martha Reguero, A. G.-C. (1991). *Moluscos de la laguna*. Veracruz, Mexico: Ciencias del Mar y Limnología.

NTE INEN 2619. (2012). Bloques huecos de hormigón, unidades relacionadas y prismas para mampostería. Refrentado para el ensayo a compresión. Ecuador: Instituto Ecuatoriano de Normalización.

NTE INEN 293. (2014). Ladrillos Ceramicos: Definiciones, clasificación y condiciones generales. Quito, Ecuador: Instituto Ecuatoriano de Normalización.

NTE INEN 295:2014. (2014). Ladrillos ceramicos: Determinacion de la resistencia a la flexion. Quito, Ecuador.

NTE INEN 296. (2015). Ladrillos ceramicos: Determinación de absorción de humedad. Quito, Ecuador: Servicio Ecuatoriano de Normalización.

NTE INEN 297. (2014). Ladrillos Ceramicos. Requisitos. Quito, Ecuador: Instituto Ecuatoriano de Normalizacion.

NTE INEN 696:2011. (2011). Aridos. Analisis granulometrico en los aridos, fino y grueso. Ecuador: Norma Tecnica Ecuatoriana.

NTE INEN 856. (2010). Aridos. determinacion de la densidad, desidad relativa (Gravedad especifica) y absorcion del arido fino. Ecuador: Instituto Ecuatoriano de Normalizaccion .

NTE INEN 856:2010. (2010). Aridos. Determinacion de la densidad, densidad relativa (Gravedad Especifica) y absorcion del arido fino. Ecuador: Norma Tecnica Ecuatoriana.

NTE INEN 858. (2010). Aridos. Determinacion de la masa unitaria (Peso volumetrico) y el porcentaje de vacios. Ecuador: Instituto Ecuatoriano de Normalizacion .

Orús Asso, F. (1981). *Materiales de construcción*. Madrid: Editorial Dossat, S.A.

Roberto Martínez Kraushaar, M. S. (2011). Concurso Vivienda Social Sustentable en Madera .
Universidad Austral de Chile, Valdivia . Obtenido de
<https://enlacearquitectura.com/category/nuevos-materiales/>

Rodríguez, H. M. (2015). “Evaluación del crecimiento y la supervivencia de *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793), bajo condiciones de cultivo suspendido en mar abierto, en la comuna Palmar, Santa Elena - Ecuador. Escuela Biología Marina: Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo. (2015). Plan de Desarrollo y ordenamiento territorial de la parroquia rural amillo. *Diagnostico*. Tambillo, San Lorenzo, Ecuador.

Teng, P., T.C., & Fuiton. (1974). *Field Evaluation Program of Cement Treated Bases*. TRB 501.