

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**



TRABAJO DE GRADUACIÓN

TEMA:

**ESTUDIO TÉCNICO DEL COMPORTAMIENTO DE LA FIBRA DE COCO COMO
ADICIÓN EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE MORTEROS DE BAJA RESISTENCIA
TIPO N Y S PARA OBRAS CIVILES.**

**PARA OPTAR AL TÍTULO DE:
INGENIERO CIVIL**

**PRESENTADO POR
CAMPOS RIVERA, MAURICIO ALBERTO
HERNÁNDEZ PORTILLO, MIGUEL ENRIQUE**

**DOCENTE DIRECTOR:
ING. LUIS CLAYTON MARTÍNEZ RIVERA**

SEPTIEMBRE 2021

SAN MIGUEL, EL SALVADOR, CENTROAMÉRICA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR:

Ms. ROGER ARMANDO ARIAS

VICERRECTOR ACADÉMICO:

ING. JUAN ROSA QUINTANILLA

SECRETARIO GENERAL:

ING. FRANCISCO ALARCÓN

FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL

DECANO:

LIC. CRISTÓBAL HERNÁN RÍOS BENÍTEZ

VICEDECANO:

Dr. OSCAR VILLALOBOS

SECRETARIO:

Ms. ISRAEL LÓPEZ MIRANDA

JEFE DE DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA:

ING. RIGOBERTO LÓPEZ

COORDINADOR DE LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL:

Ms. GUILLERMO MOYA TURCIOS

COORDINADORA DE PROCESOS DE GRADUACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE
INGENIERÍA Y ARQUITECTURA:

ING. MILAGRO DE MARÍA ROMERO DE GARCÍA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

TRABAJO DE GRADUACIÓN PREVIO A LA OPCIÓN AL GRADO DE:
INGENIERO CIVIL

TÍTULO:
**ESTUDIO TÉCNICO DEL COMPORTAMIENTO DE LA FIBRA DE COCO COMO
ADICIÓN EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE MORTEROS DE BAJA RESISTENCIA
TIPO N Y S PARA OBRAS CIVILES.**

PRESENTADO POR:
Br. CAMPOS RIVERA, MAURICIO ALBERTO
Br. HERNÁNDEZ PORTILLO, MIGUEL ENRIQUE

TRABAJO DE GRADUACIÓN APROBADO POR:

DOCENTE DIRECTOR:
ING. LUIS CLAYTON MARTÍNEZ RIVERA

CIUDAD UNIVERSITARIA, SEPTIEMBRE 2021

TRABAJO DE GRADUACIÓN APROBADO POR:

ING. LUIS CLAYTON MARTÍNEZ RIVERA

DOCENTE DIRECTOR

ING. MILAGRO DE MARÍA ROMERO DE GARCÍA

COORDINADORA DE PROCESOS DE GRADUACIÓN

AGRADECIMIENTOS GENERALES

Queremos agradecer de manera muy especial a todas aquellas Instituciones y personas que contribuyeron de manera desinteresada a la culminación de este Trabajo de Graduación:

A la **Universidad de El Salvador, Facultad Multidisciplinaria Oriental**, por abrirnos las puertas y dejarnos ser parte de ella.

A nuestros asesores: **Ing. Luis Clayton Martínez, Ing. Moya Turcios, Ing. Milagro García de Romero** por transmitirnos sus conocimientos y servirnos de guía en la culminación de este logro.

Al **Ing. Humberto Moreira** encargado del **Laboratorio de Suelos y Materiales de FMO**, por la realización de ensayos y ayuda técnica.

A **Consultores MZ** por a disposición como empresa y ayuda técnica para la realización de los ensayos, así como también al **Ing Oscar Chicas** y a todo el personal por su colaboración.

Un agradecimiento especial al **Instituto Salvadoreño del Cemento y del Concreto (ISCYC)** por el apoyo y conocimientos que nos brindaron, gracias, **Ing. Nelson Quintanilla, Ing. Víctor Ramírez, Ing. Wilfredo Guerrero.**

DEDICATORIA

Principalmente a Dios, mi sustento y fortaleza, por ser el principal autor de mis victorias, quien en medio de cada etapa y proceso de mi vida siempre ha mostrado su fidelidad y poder, a Él sea la honra y la gloria por los siglos de los siglos.

A MIS PADRES: Elsa Arely Rivera Chávez y Mauro Fermelys Campos, por su incondicional apoyo, por ser mis principales pilares, quienes han dedicado sus vidas a mi formación profesional, a mi formación como persona, quienes han dado siempre todo lo que han tenido y mucho más para crecer cada día en todas las áreas de mi vida. De ello, es el fruto de sus sacrificios y esfuerzos la culminación de mi carrera profesional.

A MIS AMIGOS: Ronaldo Javier Pereira Guerrero, Irayda Milena Acevedo Ferman, Víctor Manuel Castro Viera, Ricardo Humberto Rivera Paz, Kevin Rutilio Hernández, Sorto que nos apoyamos mutuamente en el desarrollo de nuestra formación académica. En especial a mi compañero de tesis Miguel Enrique Hernández Portillo por el entusiasmo, esfuerzo y dedicación que manifestó en el trabajo de graduación.

En fin, le agradezco a todas las personas que, aunque no están sus nombres aquí, estarán siempre en mi mente y estoy muy agradecido por sus importantes aportes tanto emocionales como económicos. Desde el fondo de mi Corazón Mil gracias a todos/as.

Mauricio Alberto Campos Rivera.

DEDICATORIA.

Primero quiero agradecer de manera muy especial a todas las personas que me ayudaron en mi proceso formativo desde mi familia, los docentes, y de las personas que a lo largo de mi vida se tomaron el tiempo de darme sus consejos.

La culminación de mi carrera profesional se la dedico a:

A DIOS: que por medio de cada experiencia de vida formo mi carácter y me enseñó a no quejarme y a agradecer cada oportunidad que la vida me presenta; mostrarme lo afortunado que soy por tener todo lo que tengo y darme el entendimiento para superar cada fase difícil en mi vida y de mi carrera.

A MIS PADRES: Flor de la Cruz Portillo y Manuel Hernández, por ese apoyo incondicional que siempre me dieron, por sus buenos deseos, y sobre todo nunca fallarme ni abandonarme cuando lo necesite.

A MIS ABUELOS: Especialmente a papá Miguel el cual amo y le agradezco por siempre estar de mi lado y ser mi mayor apoyo en toda mi familia, a mi abuela Paula hasta el cielo, que siempre hasta el día que te fuiste de mi lado dejaste claro lo orgullosa que te sentías de mí, te quiero y aun te extraño, todo esto lo logre por usted, para que aún se siga sintiendo orgullosa mí, estes donde estes.

A MIS HERMANOS: Manuel Hernández, Érick Portillo y Patricia Hernández, gracias por el apoyo constante además del cariño que me han brindado.

A MI FAMILIA: En general a la Familia Hernández y Familia Portillo por sus muestras de afecto y apoyo durante los años dedicados a mi formación personal.

A todos un millón de agradecimientos por ser parte de mi vida.

Miguel Enrique Hernández Portillo.

CONTENIDO

CONTENIDO	VII
CAPITULO 1 GENERALIDADES.	22
1.1. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA.....	23
1.2. ENUNCIADO DEL PROBLEMA.	24
1.3. ANTECEDENTES.	25
1.4. JUSTIFICACIÓN.	27
1.5. OBJETIVOS.	29
1.5.1. Objetivo General:	29
1.5.2. Objetivos Específicos:	29
1.6. ALCANCES.	30
1.8. LIMITACIONES.	31
1.9. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.	32
1.9.1. Ubicación De Estudio.....	32
1.9.2. Tipo De Investigación.	32
1.9.3. Unidad De Análisis.....	32
1.9.4. Variables Y Mediciones.	33
1.9.5. Instrumentos Y Medición.	35
1.9.6. Técnicas Y Procedimientos Para Emplearse En La Recopilación De Información. ..	35

CAPITULO 2	MARCO CONCEPTUAL.....	38
2.1.	INTRODUCCIÓN.....	39
2.2.	CEMENTO.....	39
2.2.1.	Concepto General.....	39
2.2.2.	Cemento Portland.....	39
2.2.3.	Fabricación Del Cemento Portland.....	40
2.3.	AGREGADOS.....	41
2.3.2.	Propiedades Físicas De Los Agregados.....	42
2.4.	FIBRAS.....	46
2.4.1.	Tipos De Fibra.....	48
2.4.2.	Coco.....	49
2.4.3.	Tratamiento De Fibras Naturales.....	53
2.5.	MORTEROS.....	56
2.5.1.	Propiedades Del Mortero.....	57
2.5.2.	Tipos De Morteros.....	58
2.5.3.	Características Del Mortero Según Su Tipo.....	62
2.5.4.	Pruebas Del Mortero.....	64
2.5.5.	Dosificación Del Mortero.....	65
2.6.	MARCO NORMATIVO.....	67
2.6.1.	Método Colorimétrico Por Aspersión De Nitrato De Plata Para La Evaluación De La Penetración De Cloruros En Concreto.....	67

2.6.2. Normas ASTM.	73
2.6.3. Normas ASTM Que No Se Utilizaron.....	74
Fuente: Normas ASTM.....	75
CAPITULO 3 PROCEDIMIENTO Y EJECUCION DE PRUEBAS.	76
3.1. INTRODUCCIÓN.	77
3.2. PROCEDIMIENTO DE EXTRACCIÓN DE FIBRA DE COCO.	77
3.3. GRANULOMETRÍA DE AGREGADOS FINOS Y CÁLCULO DE MÓDULO DE FINURA (ASTM C136).	81
3.4. PESO VOLUMETRICO (ASTM C29).	86
3.5. DENSIDAD, DENSIDAD ESPECIFICA Y ABSORCION PARA AGREGADOS FINOS (ASTM C 128-1).....	91
3.6. ELABORACION DE ESPECIMENES DE CUBOS DE MORTERO (ASTM C109).....	95
3.7. PRUEBA DE FLUIDEZ (ASTM C1437).	100
3.8. ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO (ASTM C 403).	102
3.9. COMPRESION DE CUBOS DE MORTERO (ASTM C 109).....	106
3.10. DENSIDAD DEL MORTERO.....	109
3.11. PRUEBA DE ADHERENCIA DE MORTEROS “PULL OFF” (ASTM C 4541).	110
3.12. PENETRACION DE CLORUROS.	114

CAPITULO 4	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS.	120
4.1.	INTRODUCCIÓN.	121
4.2.	ANÁLISIS E INTERPRETACION DE DATOS.	121
4.2.1.	Análisis De Agregado Fino (ASTM C 136 – C 144).	121
4.2.2.	Peso Unitario (Astm C29).	124
4.2.3.	Gravedad Especifica Y Absorción De Agregado Fino (ASTM C128).	126
4.2.4.	Prueba De Fluidez (ASTM C 1437).	128
4.2.5.	Resultados De Densidad De Morteros.	130
4.2.6.	Prueba De Resistencia A La Compresión De Cubos De Morteros (ASTM C 109).	133
4.2.7.	Ensayo De Tiempos De Fraguados (ASTM C 403).	144
4.2.8.	Prueba De Adherencia De Morteros “Pull Off” (ASTM C 4541).	149
4.2.9.	Penetración De Cloruros.	154
CAPITULO 5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	158
5.1.	CONCLUSIONES.	159
5.2.	RECOMENDACIONES.	161
CAPITULO 6	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y ANEXOS.	163
6.1.	PROPUESTA DE TRABAJO.	164
6.0.	REFERENCIAS.	165

CONTENIDO DE ILUSTRACIONES.

Figura 1 Clasificación de fibras.	48
Figura 2 Fibra de coco.	49
Figura 3 Coco Gigante.	50
Figura 4 Cocotero enano.	51
Figura 5 Estructura del coco.	52
Figura 6 Mortero en estado plástico.	56
Figura 7 Reacción del Cloruro con el nitrato de plata.	70
Figura 8 Determinación de la concentración óptima de nitrato de plata y el contenido mínimo de cloruros.	72
Figura 9 Cambio de color conforme a la concentración de AgNO_3	73
Figura 10 Estopa de coco.	78
Figura 11 Fibra secada al sol.	79
Figura 12 Tratamiento de la fibra con agua y cal.	79
Figura 13 Fibra de coco	80
Figura 14 Fibra cortada.	80
Figura 15 Fibra a 1 cm de longitud.	81
Figura 16 Horno de secado de la arena.	84
Figura 17 Balanza de precisión de 0.01 g.	84
Figura 18 Agitador mecánico y juego de tamices.	85
Figura 19 Granulometría de arena de mina.	85
Figura 20 Granulometría de Arena del Rio Jiboa.	86
Figura 21 Colocación de los agregados en su respectivo	88

Figura 22 Enrasado de agregado fino.	88
Figura 23 Compactación por una capa.....	90
Figura 24 Compactación de segunda capa.....	90
Figura 25 Enrasado de agregado fino.	91
Figura 26 Arena sumergida por 24 horas.....	93
Figura 27 Procedimiento de cono truncado para estado saturado superficialmente seco.	94
Figura 28 Peso de la muestra más agua en el picnómetro.	95
Figura 29 Orden de compactado de cubos de mortero	98
Figura 30 Compactación de la capa 1 de moldes cúbicos de mortero.	98
Figura 31 Compactación de la capa 2 de moldes cúbicos de mortero.	99
Figura 32 Enrasado de moldes.....	99
Figura 33 Mezclador mecánico de mortero.	101
Figura 34 Compactación y aplicación de mesa de flujo.	102
Figura 35 Agujas de diferente diámetro para penetración en el mortero.....	104
Figura 36 Aparato de medición de fraguado en el mortero.	104
Figura 37 Aplicación de fuerza de penetración.	105
Figura 38 Huecos en el mortero producido por las diferentes agujas.....	106
Figura 39 Engrasado de moldes.....	107
Figura 40 Curado de morteros.	108
Figura 41 Cubos de mortero al 0,5% de fibra.	108
Figura 42 Peso del cubo de mortero.	110
Figura 43 Aplicación de Fuerza de compresión al cubo de mortero.	110
Figura 44 Superficie repelladas a ensayar.	112

Figura 45 Dispositivo de carga de tracción.....	112
Figura 46 Resina Epoxica.	113
Figura 47 Mortero después de ser perforado por la broca.	113
Figura 48 Aparato de desprendimiento.....	114
Figura 49 Núcleo de mortero extraído.	114
Figura 50 Se coloca los cubos a una temperatura de 50°C.	116
Figura 51 Secado de cubos de mortero.	116
Figura 52 Cubos de mortero después del curado en agua con sal y secado.....	117
Figura 53 Nitrato de Plata al 0.1N.	117
Figura 54 Cromato de Potasio al 5%.	118
Figura 55 Aplicación de Nitrato de plata a los cubos de mortero.....	118
Figura 56 Reacción química de Nitrato de Potasio en los cloruros.	119
Figura 57 Cubos de mortero con dosificación 1:3 y 1:5, antes del curado inicial.	133
Figura 58 Máquina de compresión de especímenes.	134
Figura 59 Compresión de cubos de mortero.	134
Figura 60 Lectura de compresión.	135
Figura 61 Falla en cubo de mortero.	135
Figura 62 Cubos de morteros 1:4.3 al 0.5% de fibra después del ensayo de compresión.	137
Figura 63 Cubos de mortero 1:3 al 0.5% de fibra después del ensayo de compresión.....	137
Figura 64 Cubo de 1:3 con 1.5% de fibra después de tiempos de fraguado.	146
Figura 65 Cubo después de tiempos de fraguado	146
Figura 66 Coco.....	216
Figura 67 Coco partido.	217

Figura 68 Fibra de coco con pulpa.....	217
Figura 69 Tratamiento con cal	218
Figura 70 Fibra secada al sol.	218
Figura 71 Fibra libre de impurezas.	219
Figura 72 Fibra cortada.a 1 cm	219
Figura 73 Banco de materiales.....	220
Figura 74 Porcentaje de fibra a agregar.	221

CONTENIDO DE TABLAS.

Tabla 1 Clasificación de las partículas del agregado según su forma.....	42
Tabla 2 Propiedades mecánicas de fibras naturales.....	47
Tabla 3 Tipos de mortero.....	58
Tabla 4 Especificación por Propiedades (ASTM C270).....	59
Tabla 5 Clasifica los morteros en función del tiempo de fraguado.	60
Tabla 6 Clasificación ASTM C 270 de morteros.....	61
Tabla 7 Especificación por proporciones (ASTM C 270).	61
Tabla 8 Dosificación de morteros.	66
Tabla 9 Variables de pruebas.....	71
Tabla 10 Normativas ASTM utilizadas.	73
Tabla 11 Normativas ACI.....	74
Tabla 12 Normas relacionadas al mortero no utilizadas.....	74
Tabla 13 Tamaño de Tamiz para agregado fino.....	82
Tabla 14 Requisitos de granulometría para agregado fino.	82
Tabla 15 Tabla resumen de la cantidad de muestras por variable.....	95
Tabla 16 Resultados de prueba de fluidez.....	129
Tabla 17 Promedio de densidades.....	130
Tabla 18 Promedio de resultados de Pull Off para boques comerciales.....	151
Tabla 19 Promedio de resultados de Pull Off para ladrillo rojo.	152
Tabla 20 Resumen de resultados de Penetración de Cloruros.....	156

CONTENIDO DE GRAFICAS.

Gráfica 1 Promedio de densidades para dosificación 1:3	131
Gráfica 2 Promedio de densidades para dosificación 1:5	132
Gráfica 3 Comparación de resultados de compresión dosificación 1:3.....	138
Gráfica 4 Comparación de resultados de compresión de dosificación 1:5.....	138
Gráfica 5 Resistencia a la compresión 1:3 sin fibra.....	139
Gráfica 6 Resultados de resistencia a la compresión 1:3 con 0.5%.....	139
Gráfica 7 Resultados de resistencia a la compresión 1:3 con 1.0%.....	140
Gráfica 8 Resultados de resistencia a la compresión 1:3 con 1.5%.....	140
Gráfica 9 Resistencia a la compresión 1:5 sin fibra.....	142
Gráfica 10 Resistencia a la compresión 1:5 con 0.5% de fibra	142
Gráfica 11 Resistencia a la compresión 1:5 con 1.0 % de fibra	143
Gráfica 12 Resistencia a la compresión 1:5 con 1.5 % de fibra	143
Gráfica 13 Resultados de Tiempos de fraguado dosificación 1:3.....	147
Gráfica 14 Resultados de Tiempos de fraguado dosificación 1:5.....	147
Gráfica 15 Resultados de Pull Off para Bloque Comerciales.....	151
Gráfica 16 Resultados de Pull Off con ladrillo rojo.	153
Gráfica 17 Resumen de penetración de cloruros dosificación 1:3.....	155
Gráfica 18 Resumen de penetración de cloruros de dosificación 1:5.....	155

ABREVIATURA Y DEFINICIONES.

ASTM:	American Society for Testing Materials, o sea Sociedad Americana para el Ensayo de Materiales.
ACI:	American Concrete Institute o Instituto Americano del Concreto.
PCA:	Portland Cement Association, o sea Asociación del Cemento Pórtland.
MAG:	Ministerio de Agricultura y Ganadería.
C2S:	Silicato Dicálcico.
C3S:	Silicato Tricalcico.
C3A:	Aluminato Tricalcico.
C4AF:	Ferro aluminato Tetracalcico.
PVS:	Peso Volumétrico Suelto.
PVV:	Peso Volumétrico Varillado.
SSS:	Suelo Saturadamente Seco.
PVSS:	Peso Volumétrico Suelto Saturado.
GS:	Gravedad Especifica.
MP:	Muestra Patrón. Clasificación del mortero sin adición de fibra natural.
AGOH:	hidróxido de Plata.
NaCL:	Cloruro de Sodio.
AgNO3:	Nitrato de Plata.
K2CrO4:	Cromato de Potasio.
0.1 N:	Nitrato de plata al 0.1normal.
Tipo S:	Mortero de 125 kg/cm ² (1:3)
Tipo N:	Mortero de 55 Kg/cm ² (1:5)
M 0.5%:	Mortero con 0.5% de fibra de coco
M 1%:	Mortero con 1% de fibra de coco
M 1.5%:	Mortero con 1.5% de fibra de coco

RESUMEN

La presente tesis tiene como finalidad comprobar los diferentes comportamientos en las principales propiedades del mortero con adición de fibra natural extraída del coco en tres porcentajes fijados. En el cual precisamente consistirá en realizar una muestra patrón que sirve de comparativa con respecto a las otras tres alternativas las cuales consisten en implementar y manipular el porcentaje de la fibra de la estopa de coco en las mezclas tradicionales (esto consistirá en agregar proporcionalmente la fibra de la estopa de coco en el conglomerado de materiales utilizados para la mezcla del mortero), por consiguiente, se medirán los cambios. En el primer capítulo se describe las generalidades, los objetivos y limitantes, así como la metodología adoptada para llevarla a una buena ejecución. En el segundo capítulo se presenta la conceptualización y definiciones de los materiales y ensayo. En el tercer capítulo se describe el procedimiento y ejecución de pruebas de laboratorio. En el capítulo cuatro se presenta el modelo de cálculo de los datos obtenidos y el procesamiento de los resultados así también el análisis de los resultados obtenidos de dichas pruebas. Finalmente, en el capítulo cinco contienen las conclusiones a las que se llegaron con la ejecución de la investigación y recomendaciones pertinentes a los datos obtenidos, también se presentan las propuestas de trabajo que pueden llegar a mejorar y profundizar el estudio, los anexos que contienen la tabulación de todas las pruebas ejecutadas a lo largo de la investigación.

Palabras clave: Mortero, fibra, penetración de cloruros, adherencia entre capas de mortero, tiempos de fraguado, resistencia a compresión.

SUMMARY

The purpose of this thesis is to verify the different behaviors in the main properties of the mortar with the addition of natural fiber extracted from the coconut in three fixed percentages. In which it will consist precisely of making a standard sample that serves as a comparison with respect to the other three alternatives which consist of implementing and manipulating the percentage of the fiber of the coconut toy in the traditional mixtures (this will consist of proportionally adding the fiber of the coconut toy in the conglomerate of materials used for the mixture of the mortar), therefore, the changes will be measured. The first chapter describes the generalities, objectives and limitations, as well as the methodology adopted to lead to a good execution. The second chapter presents the conceptualization and definitions of the materials and essay. The third chapter describes the procedure and execution of laboratory tests. Chapter four presents the model for calculating the data obtained and the processing of the results as well as the analysis of the results obtained from these tests. Finally, chapter five contains the conclusions reached with the execution of the research and recommendations relevant to the data obtained, also presented the work proposals that can improve and deepen the study, the annexes that contain the tabulation of all the tests executed throughout the research.

Keywords: Mortar, fiber, chloride penetration, adhesion between mortar layers, setting times, compressive strength.

INTRODUCCION

El uso alternativo de materiales naturales de construcción, en las últimas décadas ha tomado un auge significativo mundial, con el desarrollo de la construcción sostenible, la cual toma en cuenta el factor ecológico o materiales amigables con el medio ambiente y la utilización de materiales renovables, no sintéticos, los cuales causan pequeños impactos perjudiciales al ambiente al largo plazo.

Como parte del desarrollo e implementación de nuevas técnicas y tecnologías constantemente se están agregando mejoras a los procesos, incrementos a la calidad de los materiales o de los productos terminados de la ingeniería civil, como ejemplo podemos mencionar los requerimientos que debe cumplir el comportamiento del mortero, para que este pueda cumplir con las exigencias de cargas que debe resistir y también el intemperismo, por lo tanto, resulta necesario que las mezclas de mortero se fabriquen y se consoliden bien para los posteriores usos que se le dan en las áreas de ingeniería civil.

Los morteros deben cumplir requisitos mínimos de calidad en cuanto a su estructura, resistencia, y características que deben poseer en su estado fresco y endurecido, como podrían ser: cohesión, consistencia, densidad, adherencia entre otros, en este punto deberá realizarse una verificación de la capacidad de adecuación entre los componentes del conglomerado, como lo es la resistencia resultante, y el comportamiento en el diseño de mezclas para elementos de mampostería, entre otros etc.

Para dicha finalidad el presente trabajo de investigación estudia la manera en que los materiales pétreos o agregados finos en específico se comportan y su capacidad mecánica en la utilización de mezclas de mortero, en conjunto con la adición del material aplicado como fibra como lo es la estopa de coco.

Se presenta la metodología a emplear durante todo el periodo de ejecución de el mismo, para el cual se han definido variables y periodos o tiempos de ejecución de las distintas fases del proyecto.

CAPITULO 1
GENERALIDADES.

1.1.SITUACIÓN PROBLEMATICA.

El mortero junto con el concreto es el material más utilizado en la construcción ya que ofrece aparejar elementos de construcción tales como ladrillos, piedras, bloques de concreto, etc.

Es conocido que el mortero representa la parte estética más visible en cualquier tipo de infraestructura, en el cual se deben tener cuidados para evitar problemas que suelen surgir como son agrietamientos por secado o de otros tipos de grietas o fisuras, problemas de adherencia, segregación o desprendimientos de capas adyacentes de mortero, mala cohesión entre los materiales que componen el mortero, la fluidez no es la esperada, la resistencia, otros problemas visibles que ocurren son micro fisuras, espectros de juntas de albañilería, entre otros, los cuales deben ser evitados con una buena elección de agregados, correctas dosificaciones, y la relación agua cemento más idónea. Todos estos defectos son visibles en los repellos mal acabado entre otros, estos problemas pueden ser por deficiencias de los materiales utilizados, de los agregados finos, relación agua cemento no controlada, incluso por que el material pétreo elegido no está bien graduado o mayor número de partículas de un tamaño en comparación con otras.

Por lo tanto, resulta de esto la problemática actual de mejorar, la capacidad de las mezclas de mortero, como bien lo menciona el Ing. Rodrigo Salamanca Correa en el libro “La tecnología de los Morteros”, estos (Los Morteros) no han experimentado el mismo grado de desarrollo practico en comparación a la tecnología del concreto, en el cual según el autor el mortero ha sido considerado injustamente como de “clase inferior” a pesar de su indiscutible utilidad y de su universalidad de usos en las obras.

1.2.ENUNCIADO DEL PROBLEMA.

En El Salvador las investigaciones sobre la utilización de materiales naturales como sustitutos o aditivos son casi nulas y dada la diversidad por nuestra región geográfica no se ha comprobado ni explorado el uso de la fibra naturales de coco. En nuestro país se realizan la implementación de fibras sintéticas las cuales suele ser costosas y deben de ser implementados por personal calificado, por lo que se estima fundamentar e incentivar nuevas alternativas.

1.3.ANTECEDENTES.

A lo largo de la historia el ser humano se ha preocupado por estar constantemente por innovar todo lo que concierne a materiales, estructuras, diseños, equipos, en cada una de sus épocas, el estudio de materiales naturales como componentes en concretos no es nuevo, por ello a continuación una síntesis de estudios previos realizados.

En el año de (1984) Paramasivan et al, realizo un estudio, en el cual practico una sustitución parcial de fibras de asbesto, por fibras de coco, la cual tenía como finalidad primordial producir laminas acanaladas de concreto. Dicho estudio consistió en la fabricación de láminas canaladas de 10 mm de espesor las que se ensayaron a flexión, entre otras, también se fabricaron especímenes para evaluar sus propiedades térmicas y acústicas. En los ensayos de resistencia a flexión se encontró que una fracción de volumen de 3% y longitud de fibra de 25 mm resultan en mayores módulos de ruptura, comparados con otras combinaciones de cantidad y longitud de fibra. Se observó que la fibra falla por extracción.

Otra de las investigaciones más recientes podemos mencionar está la de Quintero y González (2006), se elaboraron cinco tipos de mezcla de concreto, Se elaboraron 16 probetas cilíndricas de 6" x 12", 63 probetas cilíndricas de 3" x 6" y 17 vigas de 3" x 12" x 3. Se curaron las probetas de 3" x 6" durante 6, 10, 14 y 28 días para luego ser ensayadas a compresión, los cilindros de 6" x 12" para ensayos a tracción directa y las vigas para ensayos de flexión se curaron hasta los 28 días. Las muestras fueron evaluadas y se realizaron los siguientes ensayos: Determinación del peso unitario, pruebas de resistencia a la compresión, tracción indirecta y flexión. Se reportó que no se presentan diferencias significativas en cuanto al peso unitario entre los diferentes tipos de mezclas, así como también se obtuvo un ascenso de resistencia a compresión hasta los 14 días y disminuyó considerablemente a los 28 días. Los resultados para el

ensayo de resistencia a la tracción presentaron valores muy bajos con respecto a los valores de resistencia a la compresión. La adición de fibra afectó positivamente la resistencia a la flexión.

Contribución al estudio del comportamiento mecánico y Fisicoquímico del concreto reforzado con fibras Naturales de coco y bagazo de caña de azúcar para su uso en construcción.

La finalidad del estudio fue evaluar las propiedades mecánicas del concreto reforzado con fibra de coco y bagazo de caña de azúcar, con el objeto proporcionar un grado aceptable de resistencia, dándole un uso comercial a las mismas.

La metodología experimental consistió en realizar mezclas de concreto reforzado con fibra de coco, sustituyéndose parte del agregado fino (arena de río), para una relación en peso agua-cemento (0,48). Se varió la proporción en volumen del agregado fino sustituido (2.5, 5 y 10 %), la distribución de tamaño de la fibra y fueron impregnadas con polimetilmetacrilato (PMMA). Para evaluar el comportamiento mecánico se realizaron ensayos destructivos: resistencia a la compresión y a la tracción por flexión en vigas y en losas sometidas a altas temperaturas; y no destructivos: determinación de la pérdida en peso de las mezclas reforzadas con las fibras, efecto de las altas temperaturas en la pérdida de agua en losas.

Se obtuvieron los siguientes resultados 0% fibras de coco añadido, resistencia a la compresión (40MPa) y el módulo de ruptura (4,5MPa); 2,5% fibras de coco añadidas, resistencia a la compresión (39,5MPa) y el módulo de ruptura (4,8MPa); 0% fibras de bagazo de caña de azúcar añadidas, resistencia a la compresión (40MPa) y el módulo de ruptura (4,5MPa); 2,5% fibra de coco añadido, resistencia a la compresión (25MPa) y el módulo de ruptura (2,5MPa). El módulo de ruptura para fibras de coco tratadas con PMMA para una concentración 2,5% de fibras se obtuvo un valor de 5,3MPa este valor fue superior al que alcanzó la mezcla patrón 4,6MPa.

1.4.JUSTIFICACIÓN.

Uno de los principales motivos que impulsa a llevar a cabo esta investigación, es la necesidad de caracterizar el material en este caso la fibra de coco, explorando su comportamiento como una adición en el mortero en los estados fresco y endurecido, con el fin de estudiar su efecto en las propiedades del mismo, esto mediante el diseño de mezclas de mortero para elaboración de repellos o revoques grueso, la fibra de coco a pesar de ser utilizado en otras áreas de la ingeniería civil como estabilización de taludes o sus varios usos en agronomía, no se ha verificado o estudiado a profundidad sus capacidades, para su uso en obras de infraestructura civil en relación a tecnología de materiales de construcción, esta combinación de la utilización de materiales convencionales con la variante de la adición de fibras extraídas de la estopa de coco tomando como referencia verificar como afecta la resistencia en las distintas edades del mortero, así como su comportamiento en estado fresco, trabajabilidad, cohesión y en su estado endurecido como adherencia y resistencia.

Además de ello, sabemos de la importancia de conocer o tener al alcance en nuestra región geográfica de materiales adecuados y utilizables en la industria de la construcción en los cuales existe una estrecha relación en la calidad, lo cual depende de las propiedades físicas, y mecánicas, por lo que evidentemente un estudio a profundidad de las características que ayudarían a mejorar o serán una herramienta adicional al momento de la toma de decisiones para el tipo y clase de componentes a utilizar en los diseños de mezclas de morteros para obras civiles de bajo costo, pero que sea necesaria la calidad mínima para dicha estructura.

En este sentido, conociendo el aspecto cultural arraigado particularmente en el oriente del país en donde se realizan una gran variedad de trabajos aislados de forma independiente para la realización de obras de pequeña escala, en las cuales no se revisa estándares de calidad, procesos

de cuidado y control para la mejor resistencia y capacidad de los materiales utilizados, además de una improvisación empírica por parte de las personas dedicadas a la realización de estas obras, le da una importancia considerable a la investigación, ya que de los resultados obtenidos se tendría un nuevo material, accesible, y eficiente en comparación con las desarrolladas artesanalmente en las que podemos mencionar: construcciones de adobe u otras, esto de manera implícita da un impulso muy beneficioso en la región geográfica oriental ya que por ser una zona cercana costera evidentemente la utilización de la fibra de la estopa de coco es un recurso muy bien aprovechado debido a que es un recurso abundante y no usual por la falta de conocimiento de sus propiedades.

Otra de las inquietudes por las cuales se decide realizar esta investigación, es el deseo de realizar una verificación de la viabilidad de la utilización de mezclas elaboradas con estos tipos de materiales en específico como es la fibra natural de coco, o el uso de las variante para mejorar algunas propiedades adicionándole al material fibrilar natural de la estopa de coco, como una alternativa en la mejora de los morteros que cumpla con los requerimientos de seguridad y calidad en combinación con los ya conocidos cementos comerciales en nuestro país.

Como un último motivo, es la necesidad de implementar y conocer los procedimientos a los que deben ser sometidos los materiales utilizables para el diseño de mezclas de mortero, cumpliendo con las normativas que lo rigen y los estándares de calidad internacional exigidos en las obras civiles.

1.5. OBJETIVOS.

1.5.1. Objetivo General:

- ✓ Realizar un estudio técnico en el cual se muestre el efecto que provoca la adición de la fibra del coco en las propiedades de las mezclas de mortero.

1.5.2. Objetivos Específicos:

- ✓ Se realizó ensayos al agregado fino para determinar las propiedades mecánicas que mejoran la resistencia del mortero con y sin la adicción de la fibra de coco.
- ✓ Se estudiaron las propiedades en estado fluido y endurecido de la mezcla de mortero producidas con la fibra natural de coco extraída.
- ✓ Se verifico si existe retracción en el proceso de fraguado debido a la implementación de las hebras de la estopa de coco.
- ✓ Se estudiaron los comportamientos de los morteros en su estado endurecido con la prueba de adherencia.
- ✓ Se caracterizó el comportamiento de los morteros con la adición de fibra de coco y su efecto frente a la penetración de cloruros.
- ✓ Se verificó de la resistencia a compresión a los 7, 14 y 28 días utilizando el material sin agregar ninguna fibra con uso únicamente del cemento portland más agregado fino, y verificar esta misma resistencia agregando la fibra de coco.

1.6. ALCANCES.

- El universo de ensayos que se realizaron consistió en: (Granulometría de agregados ASTM C 136 - ASTM C144), Peso Unitario (ASTM C29), Densidad, Densidad específica y Absorción de los agregados finos (ASTM C 128 -1), prueba de fluidez (ASTM C-1483), Ensayo de penetración (ASTM C 403), Prueba de adherencia “Pull off” (ASTM C 4541) y Prueba de resistencia a la compresión de cubos de morteros (ASTM C-109), Evaluación de penetración de cloruros.
- La producción o extracción de la fibra de la estopa de coco se realizó de manera propia y artesanal.
- El cemento utilizado fue de acuerdo con la especificación (ASTM C 91)
- Para la elaboración de mezclas se utilizó una relación de agua cemento que este dentro del promedio para la resistencia deseada en los morteros con los porcentajes de adiciones de la fibra de la estopa de coco de 0.5%,1%,1.5% los cuales son los sugeridos por la PCA para el diseño de mezclas.
- Para la adición de la fibra, se utilizó el criterio que, en los porcentajes de adición mencionados, serán de acuerdo con la suma de los pesos del cemento y los agregados.
- Las mezclas de mortero fueron para revestimiento.
- Para la realización de las pruebas de adherencia, se realizaron exclusivamente en superficies (de bloque y ladrillo rojo).

1.7.LIMITACIONES.

- Las pruebas que no se realizaron en el Laboratorio de Suelos y Materiales en la Facultad Multidisciplinaria Oriental se realizaron en el laboratorio de la Escuela de Ingeniería Civil FIA e ISCYC.
- La estopa de coco sometida a análisis fue obtenida en los departamentos de La Unión y San Miguel.
- En el estudio se evaluó exclusivamente el mortero producido con la fibra de la estopa de coco y material seleccionado, así como su comportamiento en estado fresco y endurecido.
- Para el estudio de la fibra de coco se utilizaron datos de referencia de investigaciones realizadas de dicho material y estudios internacionales.
- Debido a la corta duración del trabajo de graduación, no permitio probar algunas propiedades del mortero a mayores edades, pero nos da una aproximación de su comportamiento.

1.8. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION.

1.8.1. Ubicación De Estudio.

El estudio se realizará en la Universidad de El Salvador Facultad Multidisciplinaria Oriental.

1.8.2. Tipo De Investigación.

El tipo de investigación es una combinación de un estudio experimental, con una fase exploratoria debido a que no se cuenta con la significancia estadística; sin embargo, se obtienen datos representativos de sus comportamientos. La investigación tiene como finalidad probar el uso de un nuevo material, específicamente un nuevo mortero. En el cual precisamente consistirá en realizar una prueba piloto, implementando y manipulando la variable de la proporción de la fibra de la estopa de coco en la elaboración de mezclas tradicionales (esto consistirá en agregar proporcionalmente la fibra de la estopa de coco en el conglomerado de materiales utilizados para la mezcla del mortero), por consiguiente, se medirán los cambios a causa de la manipulación en sus propiedades.

1.8.3. Unidad De Análisis.

La unidad de análisis para la investigación será las diferentes pruebas que se le realizaran al mortero.

Las pruebas que se realizarán serán: Prueba de granulometría de agregados (ASTM C 136 - ASTM C144), densidad, densidad específica (gravedad específica) y absorción para agregado fino (ASTM C 128 -1), Prueba para el cálculo de finura del mortero (ASTM C-136). Elaboración de especímenes (ASTM C109), Prueba de fluidez (ASTM C1437). Peso unitario (ASTM C-29). Ensayo de penetración (ASTM C 403). Prueba de resistencia a la compresión de

cubos de morteros (ASTM C-109) Prueba de adherencia de morteros “Pull off” (ASTM C4541) y Método de penetraciones de cloruros.

- **Muestra**

Para el estudio se tomará como muestra según lo dispuesto en la normativa ASTM, donde se define que el número de muestras con lo cual haremos nuestro diseño de mezcla de mortero simple, y el mortero con la fibra de la estopa de coco es de tres por cada alternativa para cada periodo de prueba y que posteriormente los especímenes de mortero.

- **Prueba de compresión de cubos**

Se realizarán tres especímenes por cada alternativa del mortero, considerando que una alternativa consta de una resistencia y un agregado diferente, evaluado a una edad específica (7, 14, 28 días), es decir que en el día 7 se someterán a la prueba de compresión 24 cubos, a los 14 días se reventaran otros 24 cubos y por último a los 28 días se efectuara la prueba de compresión y resistencia a los cubos restantes que son 24.

Por lo tanto, la prueba de la resistencia a la compresión de cubos de mortero constara de un universo muestral de 72 cubos en total, que se someterán a la prueba antes mencionada.

1.8.4. Variables Y Mediciones.

1.8.4.1. ***Definición De Variables:*** Los múltiples resultados y variables que gobiernan la elaboración del mortero sin ninguna adición serán las mismas evaluadas y comparados al realizar diseños de mezclas, utilizando material extraído del banco de materiales con la incorporación de la fibra de la estopa de coco, las cuales fueron:

- **Manejabilidad.**

Al igual que en el concreto, la manejabilidad es una medida de la facilidad de colocación de la mezcla, en este caso en las unidades de mampostería o en revestimiento. En general se acepta como manejabilidad, la característica de fluidez de la mezcla medida en el ensayo de la mezcla de flujo.

- **Estado de Fluidez.**

Se hará la prueba como lo especifica la norma ASTM C-270 y se tomarán de la mezcla del mortero diferentes diámetros para poder tomar un promedio, como la norma explica que el porcentaje de flujo aceptable debe ser de 110 ± 5 para una mezcla plástica.

- **Apariencia.**

La plasticidad de la mezcla, la selección, y dosificación adecuada de sus componentes, son de vital importancia en la colocación y el acabado de superficie.

- **Mezclado.**

El proceso se llevará a cabo siguiendo los parámetros establecidos por las Normas ASTM y ACI 544.1R y, así como también documentos como los del manual del constructor, normas técnicas especiales de la calidad de los agregados entre otras bibliografías que detallen como realizar una mezcla idónea.

- **Resistencia.**

Es de las propiedades del mortero más importante en esta investigación ya que se ha realizado un diseño de mezcla para una resistencia para morteros de tipo S y N de resistencias 125 kg/cm^2 y 55 kg/cm^2 respectivamente, evaluado para los distintos porcentajes de adición de material fibrilar a las muestras y es la propiedad que nos servirá para el comportamiento del mortero.

- **Adherencia.**

La adherencia es una característica propia de los morteros de albañilería, es la propiedad que poseen los morteros de adherirse a los materiales con los cuales están en contacto (piedra, ladrillos, acero, etc.).

1.8.5. Instrumentos Y Medición.

La prueba de la resistencia a la compresión de cubos de mortero constara con una muestra de 9 Cubos (nueve según el ACI 318, 5.6.2.4) por cada proporción de material extraído.

La compactación se hará en dos capas. Los cubos serán curados un día en los moldes y se desmoldarán y sumergirán en agua-cal hasta su ensayo. Las proporciones en masa para formar el mortero o los cementos Pórtland son mezclados con una relación agua/cemento especificado para los demás cementos y la cantidad de agua de amasado que debe ser aquella que produzca una fluidez de 110 ± 5 en 25 golpes en la mesa de flujo.

1.8.6. Técnicas Y Procedimientos Para Emplearse En La Recopilación De Información.

La recolección de datos es considerada como la medición ya que es una precondition para obtener el conocimiento científico.

En toda investigación, es necesaria llevar a cabo la recolección de datos por lo cual de esta manera se da un paso fundamental para tener éxitos en nuestros resultados, el llevar adecuadamente la elección de datos.

Los datos recopilados que se buscan en este proyecto serán principalmente obtenidos a través de las pruebas que se realicen en el laboratorio. Como las siguientes:

1. Pruebas antes del mezclado: Granulometría, Peso unitario, porcentaje de absorción.
2. Pruebas a los especímenes de mortero: Resistencia a la compresión de cubos y adherencia y penetración de cloruros.

3. Pruebas en las mezclas: Fluides y Tiempos de fraguado

Los conjuntos de resistencias obtenidas serán graficados y analizados.

1. Análisis granulométrico de agregado fino.

Este método cubre la determinación de la distribución por tamaño de las partículas de agregado fino mediante tamizado. Una muestra de agregado seco de masa conocida es separada en una serie de tamices colocados progresivamente desde el más pequeño al más grande para determinar su distribución por tamaño.

2. Procesamiento de la fibra de coco para mortero.

La fibra de coco extraída artesanalmente será sometida a un proceso químico que consistirá dejarla en una dilución de agua y cal por 48 horas, para la eliminación de impurezas, hongos o químicos perjudiciales para la mezcla y su posterior secado para su utilización.

3. Ensayo de fluidez del mortero.

La mezcla de mortero debe tener una trabajabilidad apropiada para su fácil colocación; una vez endurecido el mortero tendrá que cumplir con el requisito de resistencia para soportar las distintas sollicitaciones a las que podrá estar expuesto, y además deberá poseer una adecuada durabilidad frente a las condiciones de exposición a las que será sometido.

Un componente muy importante de la trabajabilidad es la consistencia o fluidez de la mezcla de concreto. La consistencia de una mezcla de concreto es un término general que se refiere al carácter de la mezcla con respecto a su grado de fluidez; y abarca todos los grados de fluidez, desde la más seca hasta la más fluida de todas las mezclas posibles.

4. Ensayo a compresión de cubos de morteros.

La resistencia a la compresión simple es la característica mecánica principal del mortero, dada la importancia que reviste esta propiedad, la forma de expresarla es en términos de esfuerzo, generalmente en kg/cm^2 y con alguna frecuencia lb/pulg^2 (psi).

La forma de evaluar la resistencia del concreto es mediante pruebas mecánicas que pueden ser destructivas, las cuales permiten probar repetidamente la muestra de manera que se pueda estudiar la variación de la resistencia u otras propiedades con el paso del tiempo.

5. Ensayo a adherencia (Pull Off).

Uno de los métodos más empleados para evaluar con éxito la adherencia de los materiales de reparación y la resistencia en la superficie de los elementos de concreto, es el ensayo de adherencia; también denominado en la literatura como ensayo de desprendimiento, o “Pull-Off”. Es defendido por diversos especialistas como parcialmente destructivo, por lo que tras la prueba, deben realizarse reparaciones puntuales al elemento ensayado.

6. Penetración de cloruros.

Consiste en la elaboración de probetas las cuales son secadas al horno a una temperatura específicas en ciertos lapsos de tiempos, posterior a ser inmersas en una dilución de sal los cuales son rociados con componentes químicos para evaluar y medir la penetración de los cloruros en las muestras.

CAPITULO 2
MARCO
CONCEPTUAL.

2.1. INTRODUCCIÓN.

Los morteros en la actualidad, son de gran uso en el área de la construcción, siendo un elemento de protección contra los diferentes agentes que pueden dañar la estructura. En este capítulo, se hace un sumario de los temas, propiedades más importantes, comenta las teorías que se manejan durante el desarrollo del proyecto, así como los estudios previos relacionados con el problema de investigación. Este capítulo se detalla el uso del mortero no solo como adhesivo para las unidades de albañilería, por lo que se ha creído inconveniente, a manera de introducción definir los otros componentes de la albañilería y el efecto que provoca la adición de fibras al mortero como influencia en el comportamiento de la mezcla final.

El desglose que se divide en las generalidades del mortero, sus agregados y las generalidades de las fibras.

2.2. CEMENTO.

2.2.1. Concepto General.

“Es un material pulverizado que además de óxido de calcio contiene: sílice, alúmina y óxido de hierro y que forma, por adición de una cantidad apropiada de agua, una pasta conglomerante capaz de endurecer tanto en el agua como en el aire. Se excluyen las cales hidráulicas, cales aéreas y yesos”. (Rivera L, 2006, pág. 18)

2.2.2. Cemento Portland.

“Producto que se obtiene por la pulverización del Clinker Portland con la adición de una o más formas de sulfato de calcio. Se admite la adición de otros productos siempre que su inclusión no afecte las propiedades del cemento resultante. Todos los productos adicionales deben ser pulverizados juntamente con el Clinker”. (Rivera L, 2006, pág. 18)

2.2.2.1. Componentes Para la Fabricación de Cemento Portland. El cemento Portland está compuesto principalmente por materiales calcáreos tales como: caliza, alúmina y sílice que se encuentran como arcilla o pizarra; también se utiliza marga, que es un material calcáreo-arcilloso, por yeso y en los últimos años la adición de material puzolánico, que puede ser en estado natural, como tierra de diatomeas, rocas opalinas, esquistos, cenizas volcánicas, o material calcinado (los nombrados anteriormente y algunos como las arcillas y esquistos más comunes), o de material artificial (óxido de silicio precipitado y cenizas volantes).

“El proceso de fabricación del cemento consiste en moler finamente la materia prima, mezclarla minuciosamente en una cierta proporción y calcinarla en un horno rotatorio de gran dimensión, a una temperatura de 1300 a 1400 ° C, a la cual el material se sintetiza y se funde parcialmente, formando bolas conocidas como Clinker. El Clinker se enfría y a continuación, se adiciona un poco de yeso y en los últimos tiempos, material puzolánico, que se tritura hasta obtener un polvo fino; el producto comercial resultante es el cemento Portland, utilizado a gran escala en todo el mundo. La mezcla y la trituración de materias primas pueden efectuarse tanto en húmedo como en seco, de donde provienen los nombres de proceso húmedo o seco”. (Rivera L, 2006, pág. 18)

2.2.3. *Fabricación Del Cemento Portland.*

A medida que varían los contenidos de C₂S, C₃S, C₃A, C₄AF, se modifican las propiedades del cemento Portland, por lo tanto, se pueden fabricar diferentes tipos con el fin de satisfacer ciertas propiedades físicas y químicas para situaciones especiales.

2.3. AGREGADOS.

2.3.1. Clasificación De Los Agregados.

2.3.1.1. Clasificación Según Su Origen: Agregados naturales, “Son aquellos procedentes de la explotación de fuentes naturales tales como: depósitos de arrastres fluviales (arenas y gravas de río) o glaciares (cantos rodados) y de canteras de diversas rocas y piedras naturales. Pueden usarse tal como se hallen o variando la distribución de tamaños de sus partículas, si ello se requiere. Todas las partículas que provienen de los agregados tienen su origen en una masa mayor la que se ha fragmentado por procesos naturales como intemperismo y abrasión, o mediante trituración mecánica realizada por el hombre, por lo que gran parte de sus características vienen dadas por la roca madre que le dio su origen”. (Rivera L, 2006, pág. 42)

2.3.1.2. Agregados Artificiales: “Por lo general, los agregados artificiales se obtienen a partir de productos y procesos industriales tales como: arcillas expandidas, escorias de alto horno, Clinker, limaduras de hierro y otros, comúnmente estos son de mayor o menor densidad que los agregados corrientes Actualmente se están utilizando concretos ligeros o ultraligeros, formados con algunos tipos de áridos los cuales deben presentar ciertas propiedades como son: forma de los granos compacta, redondeada con la superficie bien cerrada, ninguna reacción perjudicial con la pasta de cemento ni con el refuerzo, invariabilidad de volumen, suficiente resistencia a los fenómenos climatológicos; además deben de tener una densidad lo menor posible, con una rigidez y una resistencia propia suficientemente elevada y ser de calidad permanente y uniforme”. (Rivera L, 2006, pág. 45)

Tabla 1

Clasificación de las partículas del agregado según su forma.

FORMA	DESCRIPCIÓN	EJEMPLO
Redondeadas	Totalmente desgastada por el agua o completamente limada por frotamiento.	Grava de río o playa, arena del desierto, playa.
Irregular	Irregularidad natural, o parcialmente limitada por frotamiento y con orillas redondeadas.	Otras gravas, pedernales del suelo o de excavación.
Escamosa	Material en el cual él es pequeño en relación con las otras dos dimensiones.	Roca laminada.
Angular	Posee orillas bien definidas que se forman en la intersección de caras más o menos planas.	Rocas trituradas de todo tipo, escoria triturada.
Alongadas	Material normalmente angular en el cual la longitud es considerablemente mayor que las otras dos dimensiones.	

Fuente: Tecnología del concreto y mortero

“La clasificación de las partículas del agregado según su textura superficial se basa en el grado en que la superficie de una partícula es pulida o mate, suave o áspera; es preciso describir el tipo de aspereza. La textura depende de la dureza, el tamaño del grano y las características porosas de la roca original, así como del grado en que las fuerzas que actúan sobre la superficie de la partícula han modificado sus características”. (Rivera L, 2006, pág. 54)

2.3.2. Propiedades Físicas De Los Agregados

A) Granulometría.

Es la distribución de los tamaños de las partículas que constituyen una masa de agregados; se determina mediante el análisis granulométrico que consiste en dividir una muestra representativa del agregado en fracciones de igual tamaño de partículas; la medida de la cuantía de cada fracción se denomina granulometría.

“Por fines prácticos, la serie de tamices que se emplea en agregados para morteros o concreto se ha establecido de manera que la abertura de cualquier tamiz es aproximadamente la mitad de la abertura del tamiz inmediatamente superior, esto es relación 1:2”. (Rivera L, 2006, pág. 56)

B) Densidad.

Las partículas del agregado están conformadas por masa del agregado, vacíos que se comunican con la superficie llamados poros permeables o saturables y vacíos que no se comunican con la superficie, es decir que quedan en el interior del agregado llamados poros impermeables o no saturables; de acuerdo con lo anterior tenemos tres densidades a saber:

- ✓ **Densidad Real:** Masa promedio de la unidad de volumen de las partículas del agregado, excluyendo sus poros permeables o saturables y los no saturables o impermeables.
- ✓ **Densidad Nominal:** Masa promedio de la unidad de volumen de las partículas del agregado, excluyendo únicamente los poros permeables o saturables.
- ✓ **Densidad Aparente:** Masa promedio de la unidad de volumen de las partículas del agregado, incluyendo tanto poros permeables o saturables como poros impermeables o no saturables (volumen aparente o absoluto).

Si la masa de agregado se determina con material seco tendríamos densidad aparente seca, pero si la masa del agregado se determina con material saturado y superficialmente seco (S.S.S), tendríamos densidad aparente saturada.

De los tres tipos de densidades antes definidas, la densidad aparente es la que se emplea en el cálculo de mezclas, porque se parte que el material primero se satura, es decir, todos los poros permeables de cada partícula quedan llenos de agua y el agua adicional a éste estado (agua libre) es la que reacciona con el cemento; si la densidad del agregado que se toma en el diseño es la aparente saturada las masas que se calculen del agregado serán masas saturadas, pero si se toma para dosificación de mezclas la densidad aparente seca las masas que se determinen del agregado serán masas secas.

C) Absorción Y Humedad.

La estructura interna de las partículas de un agregado está conformada por materia sólida y por poros o huecos los cuales pueden contener agua o no. Las condiciones de humedad en que se puede encontrar un agregado serán:

- ✓ **Seco:** Ningún poro con agua.
- ✓ **húmedo no saturado:** Algunos poros permeables con agua.
- ✓ **Saturado y Superficialmente Seco (S.S.S):** todos los poros permeables llenos de agua y el material seco en la superficie.
- ✓ **Húmedo sobresaturado:** Todos los poros permeables contienen agua y además el material tiene agua en la superficie (agua libre).

Dependiendo de las condiciones de humedad que tenga el agregado, puede quitar o aportar agua a la mezcla (porque se considera que el agregado se satura y el agua libre es la que reacciona con el cemento). Esto es importante para poder definir la cantidad de agua de mezcla y no alterar la relación agua-cemento.

D) Masa Unitaria.

La masa unitaria de un material es la masa del material necesaria para llenar un recipiente de volumen unitario. En la masa unitaria además del volumen de las partículas del agregado se tiene en cuenta los vacíos que hay entre partículas.

El ensayo consiste en llenar un recipiente normalizado en forma estandarizada; la masa unitaria se determina como el cociente entre la masa del agregado que contiene el recipiente y el volumen del recipiente.

“Si el recipiente se llena dejando caer libremente el material desde una altura no mayor de 5 cm por encima de su borde, la masa unitaria determinada es suelta; pero si el llenado se realiza en tres capas, compactando el material, la masa unitaria será compactada”. (Rivera L, 2006, pág. 64-66)

E) Agua De Mezcla.

Como norma general se considera que el agua es adecuada para producir mortero u hormigón si su composición química indica que es apta para el consumo humano, sin importar si ha tenido un tratamiento preliminar o no; es decir, casi cualquier agua natural que pueda beberse y que no tenga sabor u olor notable sirve para mezclar el mortero o el concreto. Sin embargo, el agua que sirve para preparar estas mezclas puede no servir para beberla. (Rivera L, 2006, pág. 77)

El agua puede extraerse de fuentes naturales cuando no se tienen redes de acueducto y puede contener elementos orgánicos indeseables o un alto contenido inaceptable de sales inorgánicas. Las aguas superficiales en particular a menudo contienen materia en suspensión tales como: aceite, arcilla, sedimentos, hojas y otros desechos vegetales; lo cual puede hacerla inadecuada para emplearla sin tratamiento

físico preliminar, como filtración o sedimentación para permitir que dicha materia en suspensión se elimine. (Rivera L, 2006, pág. 77)

2.4. FIBRAS.

Las fibras fueron usadas como material de construcción por muchos siglos. Las fibras de acero, plástico, vidrio y materiales naturales (celulosa de madera) están disponibles en una amplia variedad de formas, tamaños y espesor; pueden ser cilíndricas, llanas, onduladas (rizadas) y deformadas con longitud típica de 60 mm a 150 mm y espesor variando de 0.005 mm a 0.75 mm. Las fibras se añaden al concreto durante el mezclado.

Los factores principales que controlan el desempeño del material compositor son:

1. Propiedades físicas de las fibras y de la matriz
2. Resistencia de adherencia entre la fibra y la matriz

A pesar de que los principios básicos gobernantes en los refuerzos convencionales y en los sistemas con fibras son los mismos, hay varias características que los diferencian:

- a. Las fibras se distribuyen aleatoriamente por toda la sección transversal, mientras que las barras de refuerzo o armadura se ponen sólo donde son necesarias
- b. La mayoría de las fibras son relativamente cortas y poco espaciadas si comparadas a las barras continuas de refuerzo
- c. Generalmente no es posible lograrse la misma relación de área de refuerzo- área de concreto con el uso de fibras si comparado a la red de refuerzo con barras. Las fibras se adicionan al concreto normalmente en bajos volúmenes (frecuentemente menos del 1%) y han mostrado eficiencia en el control de la fisuración por retracción. (PCA, 2004, pág. 153)

Tabla 2

Propiedades mecánicas de fibras naturales.

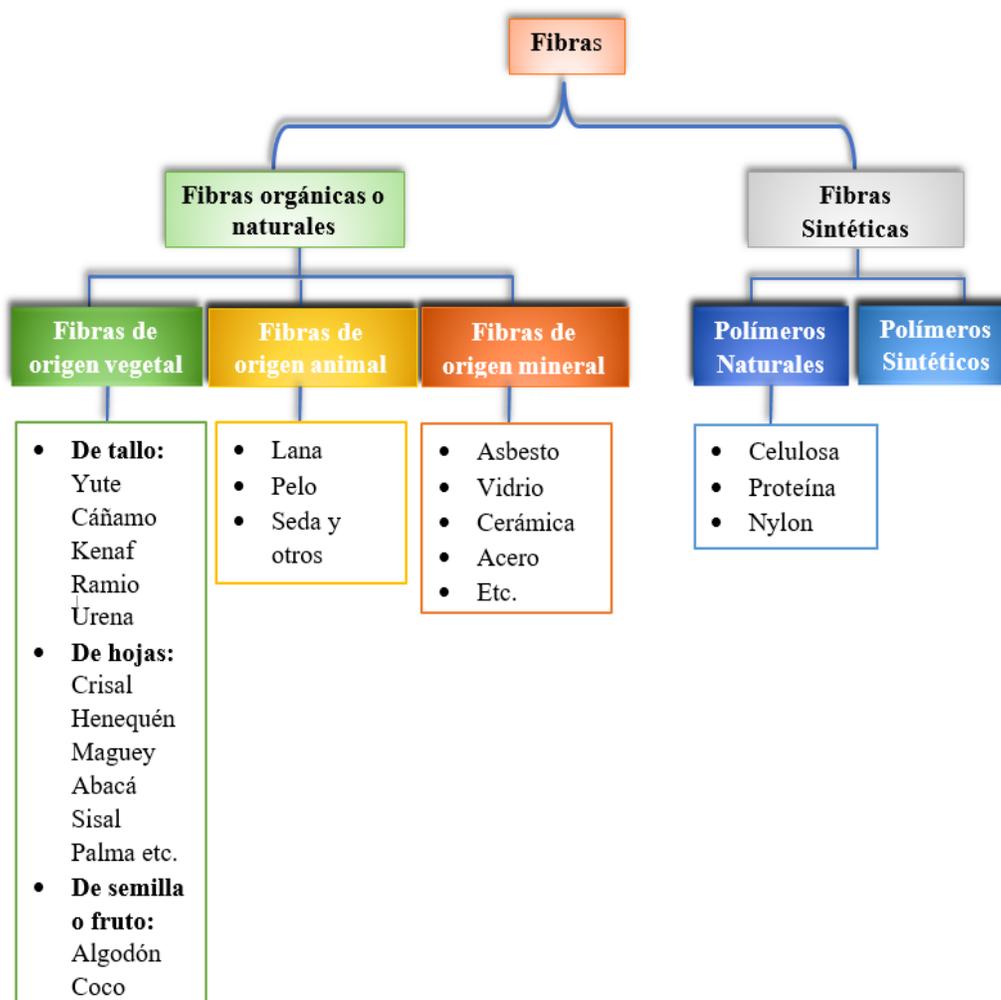
Tipo de fibra	Densidad relativa (gravedad específica)	Diámetro μm (0.001 pulga)	Resistencia a tracción, Mpa (Kg/cm ²) (ksi)	Módulo de elasticidad, Mpa (Kg/cm ²) (ksi)	Deformación en la rotura, %
Acero	7.80	100-1000 (440)	(5,100-27,000) (30,000)	210,000 (2,100,000) (30,000)	0.5-3.5
Vidrio E	2.54	8-5 (0.3-0.6)	2,000-4,000 (20,000-41,000) (290-580)	72,000 (730,000) (10,400)	3.0-4.8
RA	2.70	12-20 (0.5-0.8)	1500-3700 (15,000-38,000) (220-540)	80,000 [820,000] (11,600)	2.5-3.6
Sintética Acrílica	1.18	5.17 (0.2-0.7)	1,000[2,000-10,000] (30-145)	17,000-19,000 [170,000-190,000] (2,500-2,800)	28-50
Aramida	1.44	10-12 (0.4-0.47)	2000-3100 [20,000-32,000] (300-450)	62,000-120,000 [630,000-1220,000] (9,000-17,000)	2-3.5
Carbón	1.9	8-9 (0.3-0.35)	1800-2600 [18,000-27,000] (260-380)	230,000-380,000 [2300,000-3900,000] (33,400-55,100)	0.5-1.5
Nylon	1.14	23 (0.9)	1000 [10,000] (140)	5,200 [5,300] (150)	20
Natural celulosa de madera	1.50	25-125 (1-5)	350-2000 [3600-20,000] (51-290)	10,000-40,000 [100,000-400,000] (1,500-5,800)	---
Coco	1.12-1.15	100-400 (4-16)	120-200 [1200-2000] (17-29)	(17-29) [190,000-250,000] (2,800-3,800)	10-25

Bambú	1.50	50-400 (2-16)	350-500 [3600-5100] (51-73)	33,000-40,000 [340,000-410,000] (4,800-5,800)	---
-------	------	---------------	-----------------------------------	---	-----

Fuente. ACI 544-1R 93

2.4.1. Tipos De Fibra.

Figura 1 Clasificación de fibras.



Fuente propia

2.4.1.1. Fibras Naturales: Las fibras naturales se han usado como una forma de refuerzo desde mucho tiempo antes de la llegada de la armadura convencional de concreto. Los

ladrillos de barro reforzados con paja y morteros reforzados con crin de caballo son unos pocos ejemplos de cómo las fibras naturales se usaron como una forma de refuerzo.

Figura 2 Fibra de coco.



Fuente: Guía técnica del cultivo de coco /Ing. Medardo Lizano/ 2014

“Muchos materiales de refuerzo natural se pueden obtener con bajos niveles de costes y energía, usando la mano de obra y la pericia disponibles en la región. Estas fibras se usan en la producción de concretos con bajo contenido de fibras y, ocasionalmente, se han usado en planchas finas de concreto con alto contenido de fibras”. (PCA, 2004, pág. 158-159)

2.4.2. Coco.

“En El Salvador, la mayoría de las tierras cultivadas de cocotero se encuentran ubicadas en la zona costera del país: en los departamentos de Ahuachapán, Sonsonate, La Libertad, La Paz y Usulután (en la isla de la había de Jiquilisco) donde se encuentra el 50 % del área cultivada. En general, hoy en día los cocoteros se encuentran en todos los países tropicales del mundo. Los principales productores, según ficha técnica del MAG, son: Filipinas, Indonesia, India, Sri Lanka y Malasia: en América: México y Brasil”. (Ing Medardo Lizano, 2014, Guía técnica del cultivo del coco)

2.4.2.1. Espécimen de cocotero.

Entre las especies de cocoteros que existen podemos encontrar una gran variedad. Para el caso de El Salvador se reconocen dos grandes grupos de plantaciones: los gigantes, en la especie Alto de Pacífico y los pequeños, especialmente de la especie de Enano Malasino.

- **Cocotero gigante:** El ing. Medardo Lizano cataloga, a través de registros de MAG, el cocotero gigante con mayor presencia en El Salvador es el Alto del Pacífico. Este es el cocotero común y se emplean para la producción de aceite y los frutos para consumo fresco, aunque el consumo de su agua es frecuente a pesar de su agua poco dulce. Entre sus ventajas destacan el tamaño del fruto y el contenido elevado de copra (pág. 55).

Figura 3 Coco Gigante.



Fuente: Guía técnica del cultivo de coco /Ing. Medardo Lizano/ 2014

- **Cocotero enano**

Las especies enanas de cocotero son populares gracias al buen sabor del agua, a pesar de que su copra es de mala calidad. Posee un tamaño pequeño y son empleados fundamentalmente para la producción de bebidas envasadas. Su producción es a los 3 años, permitiendo una cosecha de 120 a 150 frutos por planta al año.

Figura 4 Cocotero enano.



Fuente: Guía técnica del cultivo de coco.

- **Cocotero híbrido.**

Producto del cruce entre las anteriores variedades. En Centroamérica solo se producen en Costa Rica, Nicaragua y El Salvador. En la cooperativa “El Jobal”, en Usulután, se hibrida desde hace algunos años, usando como plantas madre los Enano Malasino y como plantas padres los del Alto del Pacífico.

2.4.2.2. Estructura Del Coco: “El coco es el fruto del cocotero y es catalogado como uno de los frutos más útiles del planeta por tener más de 360 usos domésticos. Es una drupa, compuesta por el exocarpio (cáscara), mesocarpio (estopa), endocarpio (hueso), endospermo celular sólido (carne de coco, también llamada copra) y endospermo nuclear líquido (agua de coco).

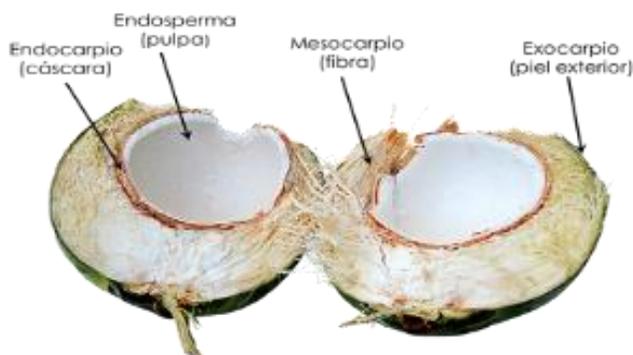
El exocarpio (superficie) tiene 0.10 mm de espesor, la cáscara fibrosa (mesocarpio) puede variar de 1 a más de 5 cm de espesor, llegando en la base de la nuez a tener 10 cm”.

2.4.2.3. Aspectos Botánicos y Morfológicos: El cocotero pertenece a la familia palmácea, es una planta que alcanza más de 30 metros de altura, posee un tallo liso de color gris claro, que parte de una base prominente y termina en una copa verde de largas hojas pinnadas,

con numerosos racimos de nueces que emergen de las axilas de las hojas. según estudios taxonómicos el *cocus nucifera* es monotípica.

Es claro que existe una diferencia entre un coco tierno y un coco maduro, por lo cual, a continuación, se explica de forma explícita las diferencias:

Figura 5 Estructura del coco.



Fuente: Guía técnica del cultivo del coco/ Ing Medardo Lizano/ 2014

- **Coco tierno:**

Se cosecha de los 8 a 6 meses cuando el agua casi llena la cavidad interna. Su uso principal es justamente el agua, como bebida refrescante e hidratante. De igual manera se consume su copra que tiene una textura gelatinosa y poco consistente.

- **Coco maduro:**

Se cosecha de los 8 a los 11 meses. En esta etapa de vida del fruto la copra o endospermo se ha formado sólida y consistentemente. A pesar de que posee tanto el agua como la copra, por lo general en este estado, el fruto es consumido de forma natural por su copra principalmente

2.4.2.4. Producto De Fibra De Estopa De Coco: Fibra de estopa de coco, se llama a la fibra obtenida de la cáscara de coco y su valor radica en su contenido de fibra de la

cual, según la Ing. Martha Quintanilla, se pueden distinguir tres tipos principales: una larga y fina, una tosca y unas más corta:

- ✓ Fibra larga y más fina, se conoce con el nombre de fibra de esteras o lulo.
- ✓ Fibra tosca, que se conoce con el nombre de fibra de cerda.
- ✓ Fibra rizada, que es la fibra de cerda, en forma de cuerda.

La fibra también es utilizada en obras civiles, tales como la prevención de la erosión, debido a que ayuda a sujetar el suelo y permite el crecimiento de cobertura vegetal, encontrándose entre los geotextiles.

Los geotextiles de cuerda de estopa de coco protegen la superficie de la tierra y promueve la rápida vegetación. Son un tesoro maravilloso natural y eco amigable. Mantas de control de erosión en preparaciones de tejidos y no tejidos. Totalmente biodegradables, ayudan a la estabilización del suelo y renueva la vegetación en variadas laderas.

Contra la erosión de tierras, denominadas como bio-mantas. Las fibras están reforzadas con una malla de polímero fino reforzado por ambos lados para formar una malla más fuerte y acolchonada.

2.4.3. *Tratamiento De Fibras Naturales.*

Las fibras son macroestructuras de las paredes vegetales compuestas principalmente por celulosa y son la unidad estructural de las plantas. Las propiedades de las fibras dependen de la composición química y de la forma como se organice estructuralmente la celulosa variando sensiblemente según la especie.

Las condiciones climáticas, la edad y el proceso al que hayan sido sometidas influencia no solo la estructura de las fibras sino también la composición química.

Las fibras presentan dos tipos de componentes: sustancias macromoleculares como la celulosa, hemicelulosa u lignina; y sustancias de bajo peso molecular como las cenizas y extractivos.

A pesar de sus ventajas, el uso de fibra ha estado restringido por las limitaciones en cuanto a la estabilidad térmica de la fibra y por las dificultades para tener buena dispersión del relleno y una adhesión interfacial fuerte que permita la mejora en las propiedades mecánicas de los compuestos. Esto es ocasionado por la incompatibilidad natural entre las fibras hidrofílicas, y las matrices termoplásticas hidrofóbicas. Esta incompatibilidad causa una interfase débil entre el relleno y la matriz.

El problema de compatibilidad puede complicarse por la inestabilidad dimensional de los compuestos resultantes en condiciones de humedad. Cuando se absorbe agua, la matriz experimenta esfuerzos debido al hinchamiento de la fibra, y como no existen enlaces entre las fibras y la matriz, cuando el material es secado, se presenta un rápido encogimiento de las fibras, que resulta en la propagación de microgrietas y deterioro de las propiedades mecánicas. (Tserki V, 2005, pág.140)

De esta forma, para desarrollar compuestos con mejores propiedades mecánicas, es necesario mejorar la interfase entre la matriz y el material lignocelulósico. Mediante un tratamiento sobre las fibras naturales.

2.4.3.1. Tratamientos Químicos: Los tratamientos químicos van encaminados a remover sustancias en las fibras que no aportan propiedades al compuesto procurando un mayor contenido de celulosa para facilitar las tareas de acople. En esta etapa se busca purificar la celulosa presente en la fibra, ya que es este componente el que aporta las mejores propiedades mecánicas y para el cual está diseñado los tratamientos de acople. Que generalmente consisten

en la reacción del compuesto químico con los grupos hidroxilo presentes en la molécula de la celulosa.

Dentro de las técnicas de refinamiento en composición química se reportan principalmente el tratamiento alcalino, el tratamiento con plasma, y recientemente un proceso conocido como duralin, el tratamiento alcalino es el método más sencillo económico y de fácil implementación.

- **Tratamientos alcalinos en fibras naturales.**

El tratamiento alcalino o mercenarios acción consiste en someter la fibra natural a una solución acuosa de una base fuerte, para producir hinchamiento con cambio de estructura, dimensiones, morfología y propiedades mecánicas.

La celulosa es el principal componente estructural de la fibra, los componentes no celulósicos como eliminar hemicelulosa, también juegan un papel importante en las propiedades características de las fibras. La hemicelulosa ha demostrado ser muy sensible a la acción de la soda cáustica que ejerce sólo un pequeño defecto en elimina y a celulosa. Algunos estudios reportan que la remoción de la lignina y hemicelulosa lo que afecta las características de tensiones de la fibra.

Cuando es la hemicelulosa son removidas la región interfibrilar es menos densa y la menos rígida lo que hace que la fibrilación capaz de acomodarse en la dirección del esfuerzo de tensión. Cuando las fibras naturales son extendidas, esta acomodación podría resultar en una mejor distribución de la carga y de esta forma un mejor desempeño a la tensión. Mientras lignina es removida gradualmente, se espera que la sección central que une las células sea más plástica y homogénea debido a la eliminación de la micro vacíos. Algunos autores reportan cambios en la cristalización por el tratamiento alcalino incremento en el porcentaje de cristalización de la fibra

cura por la remoción de materiales cemento lo que permite un mejor empaquetamiento de las cadenas celulares.

Asimismo, el tratamiento con NaOH o Cal lleva a una disminución en el ángulo espiral, es decir, más cercano a la dirección de la fibra, y un incremento en la orientación molecular. El módulo elástico de la fibra se espera que aumente al incrementar el grado de orientación molecular apuntó además de la modificación de la orientación y la consolidación de los puntos débiles como otros factores importantes en relación con las propiedades mecánicas pueden ser la longitud de los cristales y el grado de cristalización, así como la remoción de fracciones de celulosa de bajo grado de polimerización. Adicionar al incremento de las propiedades mecánicas por la alcalinización cómo se espera que un incremento en la calidad de compuesto de vida una mejor adhesión fibra matriz.

2.5. MORTEROS.

El mortero es una mezcla de materiales cementantes, agregado fino y agua. Los morteros o los concretos hidráulicos están constituidos en un alto porcentaje por agregados (50-80% en volumen) cuya función es permitir la sobre posición de las piezas de mampostería, logrando que forme un conjunto que tenga una liga fuerte y duradera.

Figura 6 Mortero en estado plástico.



Fuente: Portland Cement Plaster/Stucco Manual/by John M. Melander, James A.

Farny, and Albert W. Isberner, Jr.

En la antigua babilonia se empezó a utilizar el mortero como arcilla, por la misma carencia de piedras de tamaños que se pudieran utilizar como los ladrillos de hoy en día, la arcilla la colocaban en mantas cocidas que al endurecer era colocado uno encima de otro hasta formar la pared. La desventaja de este material es que no es tan fuerte como el concreto, y es muy fácil de agrietarse por la ausencia de la flexibilidad, por lo que se queda en llenado, pegado, repello y afinado.

2.5.1. Propiedades Del Mortero.

- **Plasticidad.**

La plasticidad es un estado del mortero, el estado fresco, en este estado se define la consistencia de la pasta, para poder facilitar el colocado, relleno y evitar vacíos en los huecos de los bloques. Para evitar una plasticidad indeseada se deberá utilizar la cantidad adecuada de agregado fino, la medida de esta propiedad se hace por medio de la fluidez del mortero, así como el concreto, se hace por medio del cono de asentamiento o el cono de Abraham.

- **Resistencia a la compresión.**

Este es el indicativo más importante del mortero, éste se mide por medio de cubos de 5cm x 5cm x 5cm, moldes para los cubos. Estos son llenados de igual manera que los cilindros de concreto, por capas, en este caso por capas de 2.5 cm, después de cierto tiempo son desmoldados para poder ser curados. Al término de 28 días se realiza la prueba de compresión, a esta edad alcanza su máxima resistencia.

- **Fraguado.**

Es un periodo en el mediante reacciones químicas del cemento y el agua conducen a un proceso, que, mediante diferentes velocidades de reacción, generan calor y dan origen a nuevos compuestos, estos en la pasta de cemento generan que este endurezca y aglutine al agregado.

- **Cohesión.**

La cohesión o adherencia se entiende como a la perfecta penetración entre la pasta del mortero en los elementos de albañilería: mampuesto. Proporciona la capacidad de absorber tensiones normales o tangenciales a la superficie de a interfaz pasta-mampuesto.

2.5.2. Tipos De Morteros.

En términos generales se pueden distinguir dos familias de mortero. Aéreos e Hidráulicos. Los Morteros Aéreos son aquellos que endurecen bajo la influencia del aire, al perder el agua por evaporación, fraguando lentamente por un proceso de carbonatación. Los morteros Hidráulicos también llamados acuáticos, son aquellos que endurecen bajo la acción del agua ya que los cementos utilizados poseen componentes que se obtienen por calcinación de impurificadas con sílices y alúmina que le permiten desarrollar resistencias iniciales relativamente altas. (Sánchez de Guzmán, 2001, pág. 303)

Hay distintos tipos de mortero dependiendo el destino de éste. La tabla 6 muestra algunos tipos de mortero, así como su propia característica según la relación cemento-agregado-agua que se utilice, y la tabla 7 muestra a clasificación de los morteros según su resistencia:

Tabla 3

Tipos de mortero.

Mortero	Relación	Descripción
Mortero de Cal	1 parte de cal	Mezcla gruesa
	3 a 4 partes de arena gruesa o terciada	
Mortero de Cemento	1 partes de cal	Mezcla fina
	2½ a 3 partes de arena fina	
	1 parte de cemento de albañilería	Mezcla fina
	6 a 7 partes de arena	

Mortero de albañilería	1 parte de cemento de albañilería 4 a 5 partes de arena	Afinados gruesos y asentamiento de pisos
------------------------	--	--

Fuente: Tecnología del concreto y el mortero

2.5.2.1. Clasificación del Mortero Atendiendo a Su Cementante: Los morteros calcáreos son aquellos en los cuales el aglutinante puede ser cal blanca o dolomítica (cal gris). En este tipo de mortero, la función principal de la arena es evitar el agrietamiento y la contracción. Debido a lo anterior, se recomienda que la arena posea partículas de forma angulosa y debe estar libre de materia orgánica, piedras grandes, polvo y arcilla; las características principales de esta clase de mortero son:

- a) Es el tipo de mortero más manejable de todos los conocidos, debido a que la cal es un plastificante excelente.
- b) No desarrolla altas resistencias tempranas, debido a la baja velocidad de endurecimiento.

Tabla 4

Especificación por Propiedades (ASTM C270).

Especificación por Propiedades (ASTM C270).					
Mortero	Tipo	Resistencia mínima promedio a compresión a 28 días kg/cm ² (MPa).	Retención mínima de agua (%)	Contenido máximo de aire (%) ^B	Relación de agregados (medida en condición húmeda y suelta)
Cemento-cal	M	176 (17.2)	75	12	
	S	127 (12.4)	75	12	
	N	53 (5.2)	75	14 ^C	

	O	25 (2.4)	75	14 ^C	No menor que 2.25
	M	176 (17.2)	75	12	y
Mortero de	S	127 (12.4)	75	12	no mayor que 3.5
Cemento	N	53 (5.2)	75	14 ^C	veces la suma de
	O	25 (2.4)	75	14 ^C	los
	M	176 (17.2)	75	18	volúmenes
Cemento de	S	127 (12.4)	75	18	separados
Mampostería	N	53 (5.2)	75	20 ^D	de materiales
	O	25 (2.4)	75	20 ^D	cementantes.

Fuente: Norma ASTM C 270-02, Tabla 2. P 3.

2.5.2.2. Clasificación Del Mortero Según Su Tiempo De Fraguado: La Tabla 8, clasifica los morteros en función del tiempo de fraguado.

Tabla 5

Clasifica los morteros en función del tiempo de fraguado.

Tipo de aditivo	Desviación de tiempos de fraguado con respecto al mortero de referencia (sin aditivos)	Desviación de la resistencia	Tipo de fraguado
Retardante	De 1 a 3 horas después	Hasta 25% mas	Lento
Reductor de agua	No más temprano de 1 hora, ni más tarde de 1.5 horas	100% a 28 días	Normal
Accelerante	De 1 hora a 3.5 horas	Hasta 25% más	Rápido

Fuente: Folleto morteros hidráulicos, generalidades y selección. ISCYC.2002p23

Según el criterio de resistencia a la compresión, los morteros se clasifican:

Cemento y cal	S	1	-	-	-	-	-	-	1/4 a 1/2	
	N	1	-	-	-	-	-	-	De 1/2 a 1 $\frac{1}{4}$	
Mortero de cemento	O	1	-	-	-	-	-	-	De 1 $\frac{1}{4}$ a 1 $\frac{1}{2}$	No menor que 2.25 y no mayor de 3.5
	M	1	-	-	-	-	-	1	-	sume de los volúmenes por separados de material cementante
	M	-	1	-	-	-	-	-	-	
	S	1/2	-	-	-	-	-	1	-	
	S	-	-	1	-	-	-	-	-	
	N	-	-	-	-	-	-	1	-	
	O	-	-	-	-	-	-	1	-	
	M	1	-	-	-	-	-	1	-	
Cementos de mampostería	M	-	1	-	-	1	-	-	-	
	S	1/2	-	-	-	-	-	1	-	
	S	-	-	1	-	-	1	-	-	
	N	-	-	-	-	-	-	1	-	
a	O	-	-	-	-	-	-	1	-	

Fuente: norma ASTM C270-02, tabla 1. P 2

2.5.3. Características Del Mortero Según Su Tipo.

1. Características del mortero tipo "M":

- ❖ Es una mezcla de alta resistencia.
- ❖ Ofrece más durabilidad que otros morteros.
- ❖ Se recomienda para mampostería reforzada, o sin refuerzo, pero sometida a grandes cargas de compresión para cuando se prevea congelamiento, altas cargas laterales de tierra, vientos fuertes, temblores.
- ❖ Se debe usar en estructuras en contacto con el suelo: cimentaciones, muros de contención, aceras, tuberías de aguas negras, pozos, etc.

2. Características del mortero tipo 'S':

- ❖ Es un mortero que alcanza la más alta característica de adherencia que un mortero puede alcanzar.
- ❖ Debe usarse para las estructuras sometidas a cargas de compresión normales, pero que requieran a la vez de una alta característica de adherencia.
- ❖ Debe usarse en aquellos casos en los que el mortero es el único agente de adherencia con la pared, como en el caso de revestimientos cerámicos, baldosines de barro cocido, etc.

3. Características del mortero tipo 'N':

- ❖ Es un mortero de propósito general, para ser utilizado en estructuras de mampostería sobre el nivel del suelo
- ❖ Es bueno en enchapes de mampostería, paredes internas y divisiones.
- ❖ Representa la mejor combinación de resistencia, trabajabilidad y economía.
- ❖ Usualmente las mezclas de tipo N, alcanzan cerca de 125 kg/cm² (1800 psi) de resistencia a la compresión, en los ensayos de laboratorio. Debe tenerse presente que la calidad de mano de obra, la succión propia de los elementos de mampostería y otras variables afectan su resistencia una vez colocado

4. Características del mortero tipo "O":

- ❖ Es un mortero de baja resistencia y con un alto contenido de cal.
- ❖ Puede usarse en paredes y divisiones sin carga o para revestimientos exteriores que no estén sometidos a congelamiento, aun cuando puedan estar húmedos.
- ❖ Son usuales en construcciones de vivienda de uno o dos pisos.
- ❖ "Por su excelente trabajabilidad y bajo costo, son morteros preferidos por los albañiles".
(Rodrigo Correa, 2001, pp 44-45)

2.5.4. Pruebas Del Mortero.

a. Prueba de la fluidez del mortero.

La trabajabilidad de una mezcla de mortero tiene que ver con: la facilidad con que el albañil puede manejar la mezcla sin que se produzcan problemas de segregación, el tiempo en que la mezcla se puede trabajar sin que fragüe o se seque, la facilidad de colocación y la capacidad que posee la mezcla para retener el agua aun estando en contacto con superficies absorbentes como los tabiques u otros elementos constructivos.

b. Prueba de la resistencia del mortero.

La resistencia de los morteros se desarrolla principalmente por la hidratación del cemento, la estructura que se logra, integrada por los granos de arena rodeados por la pasta de cemento endurece poco a poco convirtiéndose con el tiempo en una piedra artificial. Los investigadores han llegado a correlacionar de manera exhaustiva la resistencia del mortero (kg/cm^2) con la relación por peso entre el agua y el cemento. De entre estas pruebas resulta especialmente ilustrativa para el caso de mamposterías de tabique la prueba para evaluar la capacidad de adherencia de los morteros, la norma que cubre este ensaye es la ASTM C-1072 la cual indica como probar la resistencia a la adherencia de los tabiques pegados con mortero, para esto se emplea una llave especial con la que se aplica un momento sobre el tabique superior de un muro de prueba construido para el caso. La ventaja de la prueba anterior es que además de permitir evaluar la capacidad de adherencia del mortero, también se puede usar como una medida de control de calidad en la construcción de muros de mampostería de tabique.

c. Prueba tiempo de fraguado.

Una muestra de mortero es obtenida por una muestra representativa tamizada de concreto fresco. El mortero es colocado en un contenedor y almacenado a una temperatura ambiente

especificada. A intervalos regulares de tiempo, la resistencia del mortero a la penetración es medida por agujas normalizadas. A partir de un ploteo de resistencia a la penetración contra el tiempo transcurrido, Los tiempos de fraguado inicial y final son determinados.

d. Pull Off.

El espécimen de ensayo se forma mediante la perforación superficial de un núcleo, perpendicular a la superficie del sustrato, dejando intacto el núcleo y unido al concreto. Un disco de metal se adhiere a la superficie del espécimen de ensayo.

Se aplica una carga de tracción al disco de metal hasta que ocurra la falla. Se registra la carga de tracción y el tipo de falla y se calcula el esfuerzo nominal de tracción al momento de la falla.

2.5.5. Dosificación Del Mortero.

Los morteros pueden dosificarse por peso o por volumen, debiéndose conciliar una gran cantidad de factores que hacen verdaderamente imposible definir un método de diseño de mezclas con validez universal, ya que, si el método proviene de datos estadísticos generados con mezclas de ensayo, no existe ninguna garantía de que los materiales usados en dichos ensayos sean similares a los que el usuario del método tendrá a su alcance. Por otro lado, los métodos eminentemente teóricos tampoco son aplicables pues carecen de validez real.

- Algunos principios fundamentales en la dosificación de morteros incluyen lo siguiente:
Morteros con altos consumos de cemento generan altas resistencias, pero también pueden agrietarse excesivamente durante el secado.
- Los morteros con bajo contenido de cemento son muy estables a los cambios volumétricos, pero poseen muy baja adherencia, también son muy absorbentes y por su baja resistencia son menos durables y rigidizan menos a estructuras como la mampostería de tabique.

- Los morteros con altos contenidos de arena son más económicos y estables a los cambios volumétricos, siempre y cuando cumplan con la resistencia deseada.
- La granulometría, textura y forma de los granos de arena son muy importantes en el comportamiento de los morteros en estado fresco y tienen que ver tanto en el consumo de pasta de cemento como en la resistencia final del producto. (Constructor Civil, 2010)

Tabla 8

Dosificación de morteros.

MORTEROS	USOS
1:1	Morteros muy ricos para impermeabilizaciones. Rellenos
1:2	Para impermeabilizaciones y pañetes de tanques subterráneo, rellenos.
1:3	Impermeabilizaciones menores. Pisos
1:4	Para pega de ladrillo en muros y baldosines. Pañetes finos
1:5	Pañetes exteriores: pega para ladrillos y baldosines, pañetes y mampostería en general. Pañetes no muy finos
1:6 y 1:7	Pañetes interiores: Pega para ladrillos y baldosines, pañetes y mampostería en general. Pañetes no muy finos
1:8 y 1:9	Pega de construcciones que se van a demoler pronto. Estabilización de taludes en cimentación.

Fuente: Tecnología del concreto y mortero

Las fibras permiten desarrollar una gran resistencia al agrietamiento pues actúan como elementos de refuerzo a tensión, no imparten una ganancia significativa en la resistencia a tensión del mortero, sin embargo, ésta se mejora lo suficiente para disminuir notablemente la cantidad de microgrietas que suelen aparecer por contracción de secado o por cambios volumétricos, en morteros se puede emplear de 1 a 2.5 kg de fibra por m³ de mezcla.

2.6. MARCO NORMATIVO.

2.6.1. Método Colorimétrico Por Aspersión De Nitrato De Plata Para La Evaluación De La Penetración De Cloruros En Concreto.

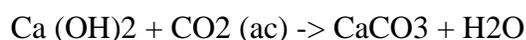
Durante mucho tiempo, las estructuras de hormigón están expuestas a las condiciones marinas, la posibilidad de corrosión del acero en el hormigón aumenta debido a la entrada de iones de cloruro desde el exterior. Debido a que los daños por corrosión causados por el ion cloruro son muy graves, se han realizado muchas investigaciones. Cuando las estructuras de concreto están expuestas a cloruros del agua de mar, químicos des congelantes, sal, agua salada, agua salobre o rocío de estas fuentes, la barra de refuerzo es más vulnerable a la corrosión. Este fenómeno ocurre debido a la penetración del ion cloruro a través de huecos internos en el hormigón. El hormigón endurecido muestra una fuerte alcalinidad entre pH 12,6 y 13,5.

La penetración de iones cloruro está precedida principalmente por difusión en el hormigón. En general, el coeficiente de difusión del hormigón se utiliza para decidir la velocidad de penetración de los iones de cloruro. El coeficiente de difusión tiene un significado importante, ya que permite predecir el tiempo de inicio de la corrosión. Se han introducido muchos métodos de prueba, como la prueba de inmersión y la prueba de aceleración eléctrico-química, para determinar el coeficiente de difusión. Sin embargo, existen algunas dificultades para aplicar tales métodos de prueba en el campo. Para determinar el coeficiente de difusión, es necesario obtener la cantidad de cloruro con la distancia a la superficie del hormigón y el análisis con los datos obtenidos del muestreo debe realizarse en un laboratorio. Sin embargo, en el caso del método de prueba de aceleración eléctrico-química, recientemente, para resolver este problema, se ha propuesto un método colorimétrico de nitrato de plata, que puede medir fácilmente la profundidad de penetración de los iones cloruro.

- **Ataque por agente químico (Agua de mar).**

El agua de mar contiene sulfatos y ion magnesio, además de contener cloruro sódico y otros componentes de menor importancia con relación al ataque de hormigón. Puede contener anhídrido carbónico agresivo. En principio, podría esperarse de la composición del agua de mar, que fuera muy agresiva para el hormigón, sin embargo, los cloruros rebajan la agresividad de los sulfatos, y el magnesio precipita como hidróxido, pudiendo colmatar los poros e impermeabilizando el material. La acción de las diversas especies disueltas en el agua de mar es la siguiente:

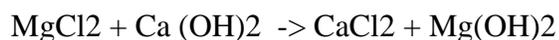
- **Acción de CO₂:**



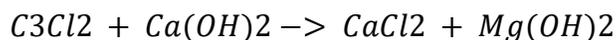
El CaCO₃ precipita como un recubrimiento protector

- **Acción del sulfato magnésico:**

Intercambio iónico:

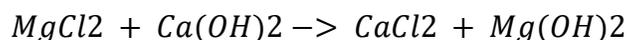


El Mg (OH)₂ Precipita como un recubrimiento protector, pero el CaSO₄ tiene dos efectos nocivos. Por un lado, al ser soluble (1.2 g/l) se produce el deslavado. Por otro lado, la formación de sólido (que se le conoce como yeso secundario) es expansiva. Acción del yeso secundario: Se produce la formación expansiva de ettringita.



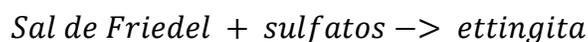
- **Acción de cloruro:**

-Intercambio iónico:



Mg (OH)₂ precipita como un recubrimiento protector, pero el CaCl₂ es soluble, produciéndose un deslavado.

Acción de CaCl₂: Produce la formación expansiva de la sal de Friedel o cloro aluminato calcio (C₃AH₁₀ CaCl₂), la cual en presencia de sulfatos produce de forma expansiva eeringita. Esta última en presencia de dióxido de carbono y sílice provoca la formación expansiva de thaumasita C₃SH₁₈ SC.

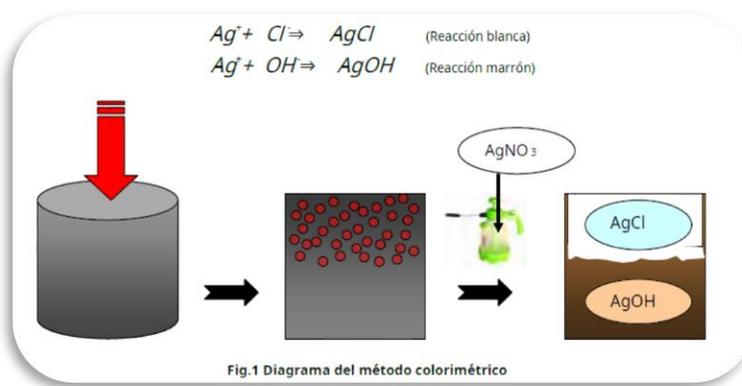


- **Método Colorimétrico Del Mecanismo.**

El desarrollo del método colorimétrico por aspersion de nitrato de plata tuvo sus inicios en Italia, en 1970, por Collepardi. Consiste en un método cualitativo para identificar la presencia de cloruros libres en materiales a base de cemento (Francia, 2011; Mota, 2011). El método llegó a ser normalizado en Italia, entretanto, según Colombo (2001) apud Jucá (2002), por no presentar resultados seguros, la norma “UNI 7928” fue retirada de uso sin preveer una sustitución. La principal aplicación del método colorimétrico es la determinación de la profundidad del frente de penetración de cloruros que ingresan en el concreto por los fenómenos de la absorción asociada a la difusión. Cuando la solución de nitrato de plata es rociada en la superficie del concreto, ocurre una reacción fotoquímica (Figura 8). Donde hay presencia de cloruros libres ocurre la formación de un precipitado blanco de cloruro de plata. En la región sin cloruros o con cloruros combinados, hay formación de un precipitado marrón, u óxido de plata. Por ello como el frente de penetración de cloruros nano es regular, esto puede modificar las medidas de profundidad de ingreso de los cloruros. En el caso que los cloruros están insertos en la matriz del concreto, la

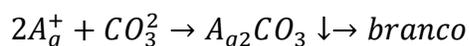
visualización puede volverse un poco más difícil. (Meck & Sirivivatnanon, 2003; Francia, 2011; Mota, 2011).

Figura 7 Reacción del Cloruro con el nitrato de plata.



Fuente: Revista ALCONPAT, Volumen 5, Número 2, mayo - agosto 2015, Páginas 149 – 159

En la región donde hay cloruros libres, ocurre la reacción química (1). Por tanto, la presencia de carbonatos también hay formación de un precipitado blanco, conforme indica la reacción (2). Por eso, se aconseja el uso de la técnica de re-alcalinización del material cementicio antes de la aplicación del método colorimétrico (JUCÁ, 2002), pues en caso de que el concreto este carbonatado y sin contaminación por cloruros el ensayo irá resultar en falso positivo, siendo este uno de los motivos de dificultad de implementación de esta técnica comúnmente en las inspecciones de campo.



- **Variable de prueba.**

Al aplicar el método colorimétrico, existe un punto de viraje de coloración. Es decir, una determinada concentración de cloruros y de la solución de nitrato de plata que causa el cambio de color (formación de la frontera; border-change color), de modo de determinar la profundidad del frente de penetración de cloruros libres. De acuerdo con Otsuki et al. (1993), la concentración

de la solución de AgNO_3 adecuada para el método colorimétrico es igual a 0,1N. Ese valor ha sido en consenso entre los diversos autores del área (Andrade et al., 1999; Meck & Sirivivatnanon, 2003; Jucá, 2004; Francia, 2011; Mota, 2011). Aun según Otsuki et al. (1993), para la concentración de AgNO_3 igual a 0,1N, el contenido mínimo de cloruros libres que genera esa alteración de color es igual a 0,15% en relación con la masa de cemento. Entretanto, Collepari (1997) defiende que ese contenido mínimo es igual a 0,01% (Jucá, 2004; França, 2011; Mota, 2011). Já Andrade et al. (1999) obtuvieron, con 95% de confiabilidad, que el punto de viraje es de 1,14% \square 1,4 con relación a la masa de cemento. Ese valor está en concordancia al defendido por Meck & Sirivivatnanon (2003), que es igual a 0,9% de cloruros con relación a la masa de cemento. En 2011, He et al. encontraron que ese contenido crítico de cloruros está entre 0,011 e 2,27% sobre el peso de cemento. Se debe destacar que no existe consenso sobre el contenido de cloruros libres que causa el cambio de color en la solución de AgNO_3 0,1N, una vez que los datos disponibles en los estudios citados son tan discrepantes. Recientemente, Kim et al. (2013) reevaluaron las variables que pueden influenciar la técnica. El estudio consiste en verificar si hay mudanza en la coloración al alterar el pH del medio, la concentración de AgNO_3 y el contenido de cloruros. Además de eso, evaluaron si la relación agua/cemento influenciaría en la concentración de cloruros en la frontera de cambio de color (border-change color) y si el método colorimétrico es aplicable in situ, es decir, en estructuras reales. Los ítems evaluados y sus detalles están presentados en la Tabla 12.

Tabla 9

Variables de pruebas

Elemento de prueba	Contenido	Detalle
	pH	10, 11, 12, 13

AgNO optimizado 3 concentración	AgNO 3 concentración (kg / m 3)	0,1 ~ 1,0
Constante de velocidad de reacción	Ag +: Cl-: OH-	0.03N, 0.04N, 0.05N, 0.1N 1: 1: 0.05, 1, 10, 50, 100 Cl- concentración del borde
Estimación de aplicabilidad concreta	Prueba de interior	Profundidad de penetración del cloruro

Fuente: Revista ALCONPAT, Volumen 5, Número 2, mayo - agosto 2015, Páginas 149 – 159

Inicialmente fueron realizados ensayos con pH=12 y alteración de las concentraciones de cloruros y de las soluciones de nitrato de plata, como puede ser observado en la Figura 5.

Según Kim et al. (2013), la alteración de color fue más claramente observada para concentraciones de AgNO₃ superiores a 0,03N. Conforme a la concentración de nitrato de plata aumenta, se observa alteración en la coloración. En las bajas concentraciones, ese cambio no es claramente visualizado y puede generar errores (principalmente en las concentraciones de 0,03 e 0,04N). Por lo tanto, para medir la profundidad de penetración de los iones cloruro, los autores recomiendan utilizar concentración de nitrato de plata por encima de 0,05N.

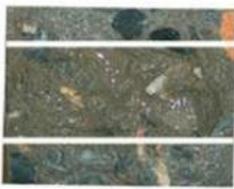
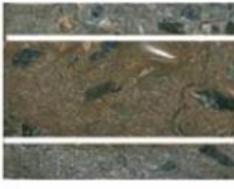
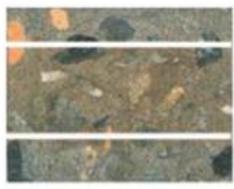
Figura 8 Concentración óptima de nitrato de plata y el contenido mínimo de cloruros.

AgNO ₃	NaCl 0.2 (kg/m ³)	0.3	0.4	0.5	0.6
0.02N					
0.03N					
0.04N					
0.05N					
0.06N					
0.1N					

Fuente: Revista ALCONPAT, Volumen 5, Número 2, Mayo - Agosto 2015

Continuando con el estudio de Kim et al. (2013), cuatro cuerpos de prueba que fueron sumergidos en agua marina por 3 meses, y fueron sometidos al ensayo de rociado de nitrato de plata a diferentes concentraciones de AgNO_3 , como se puede observar en la Figura 10.

Figura 9 Cambio de color conforme a la concentración de AgNO_3

AgNO_3	Cambio de color	AgNO_3	Cambio de color
0.03N		0.05N	
0.04N		0.1N	

Fuente: Revista ALCONPAT, Volumen 5, Número 2, mayo - Agosto 2015

Al analizar los valores defendidos por los distintos autores, se puede decir que la concentración de la solución de AgNO_3 más indicada para el método colorimétrico es de 0,1N.

2.6.2. Normas ASTM.

Tabla 10

Normativas ASTM utilizadas.

NORMA	DESCRIPCION
ASTM C-29	Método estándar de ensayo para densidad total (peso unitario) y vacíos en los agregados
ASTM C-109	Método De Prueba Estándar Para Resistencia A La Compresión De Morteros De Cemento Hidráulico

ASTM C-136	Método De Ensayo. Análisis Granulométrico De Los Agregados Finos Y Gruesos.
ASTM C-128	Gravedad Específica Y Absorción De Agregado Fino
ASTM C-270	Especificación Estándar Para Mortero Para Unidad De Mampostería
ASTM C 403	Ensayo De Penetración En Morteros
ASTM C-1064	Método De Ensayo Para La Temperatura De Concreto Mezclado Fresco De Cemento Portland
ASTM C-1437	Método De Ensayo Estándar Para La Fluidéz Del Mortero
ASTM C 4541	Método De Prueba Estándar Para La Resistencia Al Desprendimiento De Recubrimientos Mediante El Uso Adherencia Portátiles (Pull Off)

Fuentes Normas ASTM

Tabla 11

Normativas ACI.

NORMA	DESCRIPCION
ACI 544. 1R-96	Informe Sobre Hormigón Reforzado Con Fibra

Fuentes Normas ACI.

2.6.3. Normas ASTM Que No Se Utilizaron.

Tabla 12

Normas relacionadas al mortero no utilizadas

NORMA	DESCRIPCION
ASTM C-33	Práctica Para Elaboración Y Curado En El Campo De Especímenes De Concreto Para Ensayo

ASTM C-39	Método de Ensayo Estándar para Esfuerzo de Compresión en Especímenes Cilíndricos de Concreto
ASTM C-1157	Especificación Estándar De Rendimiento Para El Cemento Hidráulico
ASTM C-127	Método Estándar Para Gravedad Específica Y Absorción Del Agregado Grueso.
ASTM C-150	Especificación Del Cemento Portland
ASTM C-780	Método de Ensayo De Evaluación de morteros de pega para mampostería simple y reforzada antes de la construcción y durante la construcción.

Fuente: Normas ASTM

CAPITULO 3
PROCEDIMIENTO Y
EJECUCION DE
PRUEBAS.

3.1. INTRODUCCIÓN.

En este capítulo se presenta de manera sistemática todos los ensayos o pruebas de laboratorio realizados a los materiales, como lo son la arena y también al mortero. En el estudio como primer paso se caracterizan las propiedades del agregado fino, para posteriormente efectuar la realización de pruebas al mortero en estado fresco y endurecido. Para dicho estudio se toma como base las normativas ASTM y otras bibliografías.

Entre el universo de pruebas tenemos los ensayos de elaboración de cubos de mortero, prueba de fluidez, ensayo de tiempo de fraguado, pruebas de resistencia a compresión de cubos de mortero, prueba de adherencia de los morteros, evaluación de penetración de cloruro para el caso de los morteros.

La muestra patrón no contiene ningún porcentaje de fibra, posterior a la elaboración de esta muestra patrón se prosigue a la elaboración de muestra con un incremento en su porcentaje de fibra de 0.5%, 1.0%, y 1.5% recomendados por la PCA en la bibliografía de tecnología del concreto y mortero (Capítulo 7, Página 153). Tomando como criterio que los porcentajes de fibra adicionados son la suma de los pesos del agregado y del cemento; para cada una de las alternativas se realizaron los mismos ensayos de las muestras patrones para morteros tipo N y S.

Otro de los puntos a mencionar es que los morteros fueron realizados con cemento bajo normativa ASTM C91. El cual es un cemento de mampostería con características especiales para su uso en los morteros, debido a sus propiedades.

3.2. PROCEDIMIENTO DE EXTRACCIÓN DE FIBRA DE COCO.

Un coco maduro tiene una cubierta exterior fabricada en material fibroso, esta parte del coco, llamada la cáscara, consiste en una piel dura y una gran cantidad de fibras envueltas en un material suave. Las fibras se pueden extraer simplemente remojando la cáscara en agua para

descomponer el material blando rodeando las fibras. Este proceso, llamado retting, es ampliamente utilizado en los países menos desarrollados. Alternativamente, se puede usar un proceso químico para separar las fibras. (ACI 544R-01)

Pasos para seguir:

1. Se separa el mesocarpio (Fibra) del endocarpio (cáscara) y exocarpio (piel exterior) tratando de no dañar el material extraído.

Figura 10 Estopa de coco.



Fuente: Propia

2. Seguidamente se procede al tratamiento con cal, este procedimiento consiste en sumergir la fibra en una lechada de cal (10 gr de cal por cada litro de agua), durante un periodo de 24 horas. Para este proceso se usó una cantidad de 80 gr de cal para los 8 litros de agua.

Figura 11 Fibra secada al sol.



Fuente: Propia.

Figura 12 Tratamiento de la fibra con agua y cal.



Fuente: Propia.

3. Se enjuaga repetidas veces con abundante agua, el tratamiento con solución de cal, limpia la fibra de impurezas provenientes del fruto durante su pelado (aceite, agua, pulpa, etc.), durante su confinamiento (mugre, polvo) y del ataque microbiológico por parte hongos y levaduras, este tratamiento protege la fibra del deterioro debido a la alta alcalinidad de la pasta de cemento y mejora la adherencia.

4. Se procede a secar la fibra al sol para eliminar cualquier humedad que quede en ella.
5. Una vez estando seca la fibra, se procede retirar material que no sea apto para la adición a la mezcla de mortero.

Figura 13 Fibra de coco



Fuente: Propia.

6. Se realizan el corte a 1 cm de longitud aproximadamente de la fibra de coco. La mayoría de las fibras son relativamente cortas. (*PCA, Diseño y control de mezclas de mortero*)

Figura 14 Fibra cortada.



Fuente: Propia.

Figura 15 Fibra a 1 cm de longitud.



Fuente: Propia.

3.3.GRANULOMETRÍA DE AGREGADOS FINOS Y CÁLCULO DE MÓDULO DE FINURA (ASTM C136).

El análisis granulométrico tiene como finalidad determinar la distribución de tamaños que constituye la masa de agregados analizada, la cual consiste en dividir una muestra representativa del agregado en fracciones de igual tamaño de las partículas en la cual la medida de la cuantía de cada fracción se denominara granulometría.

Aceptación del agregado fino para mezclas de mortero. (ASTM C 144).

El agregado para uso en mortero de mampostería consistirá en arena natural o arena manufacturada. Arena fabricada es el producto obtenido al triturar piedra, grava o hierro refrigerado por aire escoria de alto horno especialmente procesada para garantizar una gradación adecuada.

El agregado para su uso en mortero de mampostería deberá ser calificado dentro de los siguientes límites. (Ver tabla 16 y 17)

Tabla 13

Tamaño de Tamiz para agregado fino

Tamaño	De tamiz
4.75-mm	No 4
2.36-mm	No 8
1.18-mm	No 16
600- μ m	No 30
300- μ m	No 50
150- μ m	No 100
75- μ m	No 200

ASTM C 144 -03 Standard Specification for Aggregate for Masonry Mortar

Los parámetros para las arenas de uso en morteros sugerido en la norma ASTM C 144 son:

Tabla 14

Requisitos de granulometría para agregado fino.

Porcentaje de aprobación	
Natural	Manufacturada
100	100
95 a 100	95 a 100
70 a 100	70 a 100
40 a 75	40 a 75
10 a 35	20 a 40
2 a 15	10 a 25
0 a 5	0 a 10

ASTM C 144 -03 Standard Specification for Aggregate for Masonry Mortar

El agregado no tendrá más del 50% retenido entre dos tamices consecutivos, ni más del 25% entre 300 μm (No. 50) y los 150 μm (No. 100) tamiz. Si el módulo de finura varía en más de 0.20 desde el valor asumido al seleccionar proporciones para el mortero, el agregado será rechazado a menos que se realicen ajustes adecuados hecho en proporciones para compensar el cambio en la calificación.

MATERIAL Y EQUIPO.

- Arena natural y arena de mina.
- Balanza de torsión. Capacidad de 1Kg y 0.1g de precisión.
- Juego de mallas o tamices No 4, 8 16, 30, 50, 100 y 200, charola de fondo y tapa.
- Charola de lámina galvanizada.
- 500g de arena cuarteada.
- Bróchelo de cerda y cepillo de alambre.
- Agitador mecánico de mallas.
- Brocha pequeña.
- Horno
- Agente humectante

PROCEDIMIENTOS.

1. Se debe secar la muestra de ensayo, a masa constante a una temperatura de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($230\text{ }^{\circ}\text{F} \pm 10\text{ }^{\circ}\text{F}$).

Figura 16 Horno de secado de la arena.



Fuente: Propia

2. Pesar una muestra, que como mínimo debe ser de 300 gramos (Se utilizó una masa inicial de 500 gramos).

Figura 17 Balanza de precisión de 0.01 g.



Fuente: Propia.

3. Para efectuar el tamizado del material se contó con la ayuda de un vibrador eléctrico (Rop-Tap), utilizando los siguientes tamices: #4, # 8, # 16, # 30, # 50, # 100, #200 tapa y un fondo, colocando uno sobre otro, agitando el arreglo de forma horizontal y vertical durante un periodo de 10 a 15 minutos.

Figura 18 Agitador mecánico y juego de tamices.



Fuente: Propia.

4. Pesar las cantidades retenidas en cada uno de los tamices del arreglo.
5. Calcular los porcentajes de material retenido en cada tamiz.
6. . Definir los porcentajes retenidos parciales y calcular los porcentajes retenidos acumulado.
7. Detallar los porcentajes que pasan.

Figura 19 Granulometría de arena de mina.



Fuente: Propia.

Figura 20 Granulometría de Arena del Rio Jiboa.



Fuente: Propia.

8. Trazar la curva granulométrica del material en una gráfica.
9. Especificar el Módulo de Finura para el agregado fino en estudio.

3.4. PESO VOLUMETRICO (ASTM C29).

Este método de ensayo cubre la determinación de la densidad bruta (“peso unitario”) del agregado en una condición compactada o suelta, y calcula los vacíos entre las partículas en el agregado fino y grueso o una mezcla de ellos, basado en la misma determinación.

MATERIAL Y EQUIPO.

- ✓ Agregado fino en cantidad suficiente que exceda la capacidad del molde (de 125% a 200% el volumen del molde.
- ✓ Agua potable Franela o papel toalla.
- ✓ Balanza o báscula con una precisión de 0.1% de la carga de ensayo y para cualquier punto dentro del rango de uso con una precisión de al menos 0.1 lb (0.05 kg). El rango de uso deberá ser considerado para poder extenderlo a valores de 120 lb/pie³ (1980 kg/m³).
- ✓ Varilla compactadora: Una varilla lisa redonda de acero de 5/8” de diámetro y 24” de largo, teniendo un extremo o ambos redondeados a una punta semiesférica de 5/8” de diámetro.

- ✓ Recipiente volumétrico (molde) Pala o cucharón de tamaño conveniente para llenar el molde.
- ✓ Placa de vidrio preferiblemente con un espesor de al menos $\frac{1}{4}$ " (6 mm) y con 1" (25 mm) más largo que el diámetro del molde a ser calibrado. Un suministro de agua bombeada o grasa para chasis puede colocarse en el borde del depósito para prevenir derrames o pérdidas.

PROCEDIMIENTOS.

1 Determinación de la capacidad del molde a utilizar:

En función del tamaño máximo nominal y los valores de la tabla 3-1, se determina el volumen mínimo del molde a utilizar.

2 Preparación de la muestra de agregado a utilizar:

El tamaño de la muestra deberá ser aproximadamente de 125 a 200% de la cantidad requerida para llenar el molde que se utilizará y deberá manejarse de tal forma que se evite la segregación. A continuación, secar la muestra hasta masa constante, preferiblemente en un horno a 230.9 °F (110±5 °C).

3 Determinación de pesos volumétricos (suelto, varillado o sacudido).

- **Determinación de peso volumétrico suelto PVS.**

- a) Determinar el peso del molde solo.
- b) Colocar el molde en un sitio nivelado como un piso de concreto.
- c) Introducir el agregado en el molde seleccionado, en su estado suelto, llenándolo por medio de una cuchara o pala a una altura que no exceda de 2" por encima del borde superior del molde hasta que el material rebose éste; teniendo el cuidado de evitar en la medida de lo posible la segregación.

Figura 21 Colocación de los agregados en su respectivo molde según su tamaño máximo de agregado.



Fuente: Propia.

- d) A continuación, se nivela la superficie con una regla, enrazándola (en agregado fino o grueso) teniendo el cuidado de no presionar mucho para no compactar ligeramente su estado suelto o nivelando directamente con los dedos (en agregado grueso) de forma tal que ninguna pieza se proyecte o balancee los huecos en la superficie por debajo del borde del recipiente (Ver Figura 23).

Figura 22 Enrasado de agregado fino.



Fuente: Propia.

- e) Se limpia el exceso del agregado con la brocha.
- f) Determinar el peso del molde con el agregado a la precisión descrita.

Este procedimiento se repite 3 veces.

- **Determinación de peso volumétrico varillado PVV.**

- g) Determinación de la capacidad del molde a utilizar en función del tamaño máximo nominal y los valores, se determina el volumen mínimo del molde a utilizar.

- h) Preparación de la muestra de agregado a utilizar:

El tamaño de la muestra deberá ser aproximadamente de 125 a 200% de la cantidad requerida para llenar el molde que se utilizará y deberá manejarse de tal forma que se evite la segregación. A continuación, secar la muestra hasta masa constante, preferiblemente en un horno a 230.9 °F (110±5 °C).

- i) Determinación de pesos volumétricos (suelto, varillado o sacudido)

- **Determinación de peso volumétrico suelto PVS.**

- a. Determinar el peso del molde solo.
- b. Colocar el molde en un sitio nivelado como un piso de concreto.
- c. Introducir el agregado en el molde seleccionado y llenarlo hasta un tercio de su altura.
- d. Nivelar con los dedos su superficie, a continuación, se varilla la capa de agregados con 25 golpes uniformemente distribuidos sobre su superficie; al varillar la primera capa no se debe permitir que la varilla toque el fondo del recipiente con una varilla lisa de acero de 5/8” de diámetro y 24” de largo cuyos extremos están redondeados con punta semiesférica.

- e. A continuación, se llena el recipiente a dos tercios de su altura, se vuelve a nivelar y aplicar 25 golpes con la varilla de compactación uniformemente distribuida y vigorosa (pero de forma tal que la varilla no penetre la capa anterior).

Figura 23 Compactación por una capa.



Fuente: Propia.

Figura 24 Compactación de segunda capa.



Fuente: Propia.

- f. Finalmente se llena el recipiente hasta rebosarlo y se varilla con 25 golpes uniformemente distribuidos.

Figura 25 Enrasado de agregado fino.



Fuente: Propia.

- g. Se nivela la superficie del agregado con los dedos o regla (Figura 28) de tal forma que ninguna partícula del agregado grueso sobresalga, balancee los huecos por debajo del borde del recipiente.
- h. Luego se quita con cuidado el excedente, para que este esté al nivel del recipiente.
- i. Se limpia el exceso del agregado con la brocha.

Finalmente se pesa y se repite el mismo procedimiento 2 veces más.

3.5. DENSIDAD, DENSIDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN PARA AGREGADOS FINOS (ASTM C 128-1).

Este método de ensayo es usado para determinar la densidad de la porción esencialmente sólida de un gran número de partículas de agregado y proporciona un valor promedio representativo de la muestra.

Se hace la distribución entre la densidad de las partículas del agregado como se determina por este método de ensayo y la densidad bruta de los agregados como se determina por el método de ensayo C29/C29M el cual incluye el volumen de vacíos entre las partículas del agregado.

MATERIAL Y EQUIPO.

- Arena natural
- Balanza de torsión. Capacidad de 1Kg y 0.1g de precisión.
- Picnómetro calibrado.
- Charola de lámina galvanizada.
- 500g de arena cuarteada.
- Gotero de hule.
- Agitador mecánico de mallas
- Cuchara de albañil, Espátula.
- Bróchelo de cerda y cepillo de alambre.
- Probeta de 500 ml. de capacidad
- Brocha pequeña.
- Horno
- Horno
- Pisón para asentamiento de 1 pulg. de diámetro
- Cono truncado.

PROCEDIMIENTO.

- 1- Tomar dos muestras de material y colocarlas en dos taras de pesos conocidos, dejar en el horno a una temperatura de 110 ± 5 °C (230 ± 9 °F) hasta que la arena esté completamente seca.

- 2- Conocidos los pesos de la arena seca en cada tara, ésta se sumerge en agua hasta cubrirse por completo, dejándolas reposar durante 24 horas.

Figura 26 Arena sumergida por 24 horas.



Fuente: Propia.

- 3- Pasado este período, decantar el exceso de agua con el cuidado de no perder los finos de la muestra. Extender al sol cada muestra en una bandeja metálica, moviéndola regularmente hasta obtener un secado homogéneo.
- 4- Para determinar la condición saturada superficialmente seca (SSS) de la arena, se utiliza el cono truncado y el pisón como se ve en la **Figura 28**, sujetándolo firmemente en una superficie firme y lisa, el cual se llena con la arena en 2 capas, dándole 15 golpes con el pisón a la primera capa y 10 golpes a la segunda capa, se enrasa y se retira el cono sin hacer movimientos laterales; si la arena se queda formado el cono, esto nos dice que la arena tiene exceso de humedad, por lo cual se continúa secando y se repite lo antes descrito, hasta que el cono de arena se desmorone lentamente; es en ese momento cuando la arena ha llegado al estado de Saturado y Superficialmente Seco (SSS).

Figura 27 Procedimiento de cono truncado para estado saturado superficialmente seco.



Fuente: Propia.

- 5- Pesar el picnómetro + agua en la balanza de precisión.
- 6- Vacíe el picnómetro hasta la mitad aproximadamente y luego se coloca la muestra SSS dentro del mismo, completando hasta la marca original con agua adicional si fuese necesario, se agita el conjunto picnómetro + agua + muestra, hasta que salga el aire contenido en burbujas, luego se termina de llenar el recipiente hasta la marca de aforo y se pesa el conjunto.
- 7- A continuación, se vierte el contenido del picnómetro en una tara de peso conocido, utilizar agua adicional para lavar el frasco si fuera necesario, de manera que no quede ninguna partícula de agregado en el frasco. Colocar el conjunto en el horno a una temperatura de $110 \pm 5^\circ \text{C}$ durante 24 horas o hasta que el agregado esté completamente seco.
- 8- Extraer las muestras de agregado del horno, pesarlas y con estos datos se calculan la Gravedad Específica y la Absorción de la arena.

Figura 28 Peso de la muestra más agua en el picnómetro.



Fuente: Propia.

3.6. ELABORACION DE ESPECIMENES DE CUBOS DE MORTERO (ASTM C109).

Este método de prueba cubre la determinación de la fuerza a compresión de los morteros de cemento hidráulico, utilizando especímenes cúbicos de 2 pulg x 2 pulg, se efectuará con un mínimo de tres muestras por cada período de prueba especificada como lo son las edades de 7, 14 y 28 días, para la elaboración de los cubos de morteros se realizó una muestra patrón sin adición de fibra que será nuestro parámetro de comparación con las subsecuentes mezclas con fibra incluida, y posterior se realizó mezclas para cada variante es decir para las adiciones de fibra de 0.5%, 1.0%, y 1.5% para las tres edades. El total de muestras elaborados fue para cada tipo de morteros fue de 36.

Tabla 15

Tabla resumen de la cantidad de muestras por variable

Tipo de mortero	Compresión a los...			Total	
	7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS	Total, Parcial	Total, global
Mo Tipo (S)	3	3	3		
Mo(S)-0.5%	3	3	3		

Mo(S)-1.0%	3	3	3		
Mo(S)-1.5%	3	3	3		
T1	12	12	12	36	
					72
Mo Tipo (N)	3	3	3		
Mo(N)-0.5%	3	3	3		
Mo(N)-1.0%	3	3	3		
Mo(N)-1.5%	3	3	3		
T2	12	12	12	36	

Fuente: propia

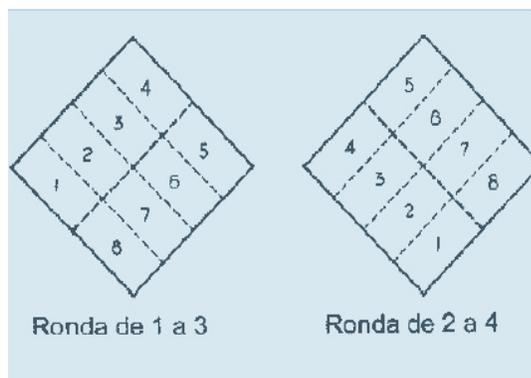
MATERIAL Y EQUIPO.

- ✓ Arena natural
- ✓ Cemento de Mampostería ASTM C-91
- ✓ Agua
- ✓ Mezcladora mecánica
- ✓ Moldes para Especímenes cúbicos de 2 pulg. (50 mm) según la norma ASTM C109.
- ✓ Balanza y cinta métrica
- ✓ Cuchara
- ✓ Espátula
- ✓ Franela
- ✓ Pie de rey
- ✓ Probeta graduada.

PROCEDIMIENTO.

- 1 Aplicar aceite mineral, en las superficies interior y placa base de los cubos, esta ara la función desmoldante para que el mortero no se adhiera al molde, los excesos de este aceite pueden eliminarse o limpiarse.
- 2 Mezclar mecánicamente los materiales según la Norma ASTM C-305, en el siguiente orden.
 - ✓ Colocar el agua en el tazón de la mezcladora.
 - ✓ Agregar el cemento en 30 segundos, a una velocidad baja de la mezcladora.
 - ✓ A continuación, agregar el contenido de arena en un tiempo de 30 segundos, manteniendo la misma velocidad.
 - ✓ Detener la mezcladora y cambiar a una velocidad media durante 30 segundos.
 - ✓ Detener el mezclador y dejar reposar el mortero durante 90 segundos, durante los primeros 15 segundos de este intervalo, de forma rápida raspar cualquier resto de mortero, que pudo haber quedado en el recipiente y el resto del intervalo, cubrir el recipiente y dejar reposar.
 - ✓ Finalizar mezclando 60 segundos a una velocidad media.
- 3 Se procede a la elaboración de los cubos de mortero (en un lapso no mayor a 2.5 minutos), para ello, ya los moldes engrasados, se realiza el llenado de estos (el llenado se realiza en dos capas, cada una de ellas aproximadamente de 2.5 cm de espesor). Después de introducir cada capa, se apisona la mezcla 32 veces en 4 pasadas.

Figura 29 Orden de compactado de cubos de mortero



Fuente: ASTM C109.

- 4 En 10 segundos aproximadamente, cada pasada constará de 8 golpes adyacentes entre sí sobre la superficie del espécimen, y en cada una el pisón deberá girarse 90° con respecto a lo anterior. Las cuatro pasadas con el pisón (32 golpes), deben completarse en un cubo antes de pasar al siguiente

Figura 30 Compactación de la capa 1 de moldes cúbicos de mortero.



Fuente: Propia.

Figura 31 Compactación de la capa 2 de moldes cúbicos de mortero.



Fuente: Propia.

Figura 32 Enrasado de moldes.



Fuente: Propia.

- 5 Término del apisonamiento de la segunda y última capa, el mortero de la parte superior deberá extenderse ligeramente sobre los bordes y con la llana se regresa el mortero que fue forzado hacia afuera sobre los bordes superiores, y se alisan los cubos pasando la llana una vez a lo ancho y después una vez a lo largo.
- 6 Posterior a las 24 horas + 4 horas, desmoldar los especímenes con cuidado, y rotularlos, para después almacenarlos en un ambiente húmedo, o en la pila de curado hasta el momento de ensayarlos.

3.7. PRUEBA DE FLUIDEZ (ASTM C1437).

Esta prueba es previa para otros ensayos a los morteros, debido a que solo determina la trabajabilidad, siendo un factor mínimo respecto a otras características a determinar en las mezclas.

MATERIAL Y EQUIPO.

- ✓ Arena natural.
- ✓ Cemento de Mampostería ASTM C 91.
- ✓ Agua.
- ✓ Mezcladora mecánica.
- ✓ Mesa de fluidez, molde de fluidez (Cono truncado) según especificación C 230
- ✓ Pisón no absorbente, según especificaciones de norma ASTM C 109.
- ✓ Cuchara.
- ✓ Espátula.
- ✓ Pie de rey.

PROCEDIMIENTO.

Inmediatamente después de mezclado el mortero, tomar con una cuchara o cucharón una porción representativa de la revoltura, siguiendo de la siguiente manera:

- 1 Limpiar cuidadosamente la tabla de flujo y el molde cónico con una franela húmeda, seguidamente colocar el molde cónico centrado sobre la mesa de flujo.
- 2 Realizar la mezcla de mortero como lo indica la practica ASTM C 305, colocando la mezcladora en el primer nivel, colocando el agua y cemento y mezclando por 30 segundos. Luego agregarle la arena y se debe mezclar por 30 segundos, pausar la

mezcladora y limpiar los bordes del tazón con una espátula, cambiar la velocidad de la mezcladora y dejar mezclar por un minuto.

Figura 33 Mezclador mecánico de mortero.



Fuente: Propia.

- 3 Inmediatamente colocar una capa de mortero aproximadamente hasta la mitad del cono, aproximadamente de 25mm, de espesor y apisonar con el tamper unas 20 veces con la manipulación debida. La presión de apisonado será suficiente para asegurar un llenado uniforme del molde.
- 4 Sobre la primera capa apisonada, llenar el cono completamente de mortero, dejándolo rebalsar, apisonar nuevamente como se hizo para la primera capa.
- 5 Enrasar con el pisón compactador o mediante la manipulación de la regla o con el borde del tamper, con un movimiento de rasado a través de la parte superior del molde.
- 6 Limpiar la superficie de la mesa, siendo especialmente cuidadoso para eliminar cualquier agua de alrededor del borde del molde de flujo.
- 7 Levante el molde del cono verticalmente y deje solo al mortero, inmediatamente después accione la tabla dejándola caer 25 veces en 15 segundos.

Figura 34 Compactación y aplicación de mesa de flujo.



Fuente: Propia.

3.8. ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO (ASTM C 403).

En el proceso general de endurecimiento del mortero se presenta un estado de fraguado inicial de 500 PSI en que la mezcla pierde su plasticidad. Se denomina fraguado final al estado en el cual la consistencia ha alcanzado un valor de 4000 PSI. El tiempo comprendido entre estos dos estados se llama tiempo de fraguado de la mezcla. Al ser una propiedad para evaluar hay que tener en cuenta si la mezcla con adición presenta cambios en su aceleración al endurecerse.

MATERIAL Y EQUIPO.

- ✓ Arena natural procedente del Rio Jiboa.
- ✓ Cemento de Mampostería ASTM C 91 tipo N y S.
- ✓ Agua.
- ✓ Mezcladora mecánica.
- ✓ Balanza.
- ✓ Cuchara.
- ✓ Espátula.
- ✓ Franela.
- ✓ Probeta graduada.
- ✓ Agujas de penetración.

- ✓ Contenedores para las especificaciones del mortero.
- ✓ Aparato de aplicación de carga.
- ✓ Varilla apisonadora.
- ✓ Termómetro.

PROCEDIMIENTO.

- 1- Elaborar el mortero en la proporción indicada, 1:3 para mortero tipo S y 1:5 para mortero tipo N.
- 2- Con la mezcla realizada se llena el molde hasta la altura indicada, el cual es 10 mm de espacio libre desde la superficie del mortero y el borde superior del molde. Se registra la hora de elaboración de la mezcla la cual será la hora de inicio (esta será desde el momento en el cual el cemento entra en contacto con el agua).
- 3- Se consolida el mortero para eliminar las bolsas de aire en el espécimen y se nivela la superficie. Esto puede lograrse oscilando el contenedor hacia adelante y hacia atrás sobre una superficie sólida, golpeando los lados del contenedor con la varilla apisonadora. Se varilla el mortero en dos capas iguales y se distribuyen los golpes uniformemente en toda la sección transversal del espécimen. Se golpean ligeramente los lados de los contenedores para cerrar los vacíos que deja el varillado y para ayudar en la nivelación de la superficie del espécimen.

Figura 35 Agujas de diferente diámetro para penetración en el mortero.



Fuente: Propia.

- 4- Posterior a la colocación de la muestra esperar de 2 a 3 horas, para la exudación del agua y comienza el fraguado del mortero, manteniendo una temperatura constante.

Figura 36 Aparato de medición de fraguado en el mortero.



Fuente: Propia.

- 5- Justo antes de ejecutar el ensayo de penetración, se remueve el agua de exudación de la superficie de los especímenes de mortero por medio de una pipeta u otro instrumento adecuado. Para facilitar la recolección del agua de exudación se inclina el espécimen a un

ángulo de 10° de la horizontal, colocando un bloque bajo uno de los extremos unos 2 minutos antes de la remoción del agua.

- 6- Después de transcurrido el procedimiento descrito, Se inserta en el aparato de resistencia a la penetración una aguja de penetración de tamaño apropiado dependiendo del grado de endurecimiento (fraguado) del mortero, y se lleva la superficie de apoyo de la aguja en contacto con la superficie del mortero. Luego se aplica gradual y uniformemente una fuerza hacia abajo en el aparato hasta que la aguja penetra el mortero hasta una profundidad de $25 \pm 2\text{mm}$ ($1 \pm 1/16$ pulg), como se indica por la marca en la aguja. Se registra la fuerza requerida para producir la penetración de 25mm (1 pulg), y el tiempo de la aplicación, medido como el tiempo transcurrido después del contacto inicial del cemento con el agua. Se calcula la resistencia a la penetración. En los subsiguientes ensayos de penetración debe tenerse el cuidado de evitar áreas donde el mortero haya sido alterado por ensayos previos.

Figura 37 Aplicación de fuerza de penetración.



Fuente: Propia.

Figura 38 Huecos en el mortero producido por las diferentes agujas.



Fuente: Propia.

3.9.COMPRESION DE CUBOS DE MORTERO (ASTM C 109).

Este método de ensayo proporciona el procedimiento de realización de cubos de morteros hidráulicos. Los resultados de las pruebas obtenidas mediante este método de ensayo pueden ser utilizados para determinar el cumplimiento según lo especificado en la norma ASTM C 270.

MATERIAL Y EQUIPO.

- ✓ Arena natural procedente del Rio Jiboa.
- ✓ Cemento de Mampostería ASTM C 91 tipo N y S.
- ✓ Agua.
- ✓ Mezcladora mecánica.
- ✓ Balanza.
- ✓ Cuchara.
- ✓ Espátula.
- ✓ Franela.
- ✓ Probeta graduada.

- ✓ Contenedores para las especificaciones del mortero.
- ✓ Aparato de aplicación de carga.
- ✓ Varilla apisonadora.
- ✓ Pie de rey

PROCEDIMIENTOS PARA REALIZAR CUBOS.

1. Se limpian los moldes de cubos con una franela, verificando que no se encuentren residuos de mortero adherido en el molde. Se aplica una pequeña cantidad de aceite o grasa animal este servirá como desmoldante para que el mortero no se adhiera a las bases y paredes del molde. Si se usa demasiada grasa y se desborda por hacia los lados limpiar con una franela para eliminar los restos. Asegurarse que los seguros del molde se encuentran bien sujetos a los anillos de los moldes, así se evitara que el cemento se pierda por los orificios molde- base.

Figura 39 Engrasado de moldes.



Fuente propia

2. Para la elaboración del mortero se realiza según como se describe en el apartado 3.6.

PROCEDIMIENTO DE RUPTURA.

1. Luego de quitar los moldes y sumergir los cubos con agua, dejándolos en estas condiciones hasta el vencimiento (7, 14 y 28 días), tres en cada edad y su porcentaje de fibra al 0.5%, 1%, 1.5%.

Figura 40 Curado de morteros.



Fuente propia

Figura 41 Cubos de mortero al 0,5% de fibra.



Fuente propia

- 2- Luego de quitar los moldes y sumergir los cubos con agua, dejándolos en estas condiciones hasta el vencimiento (7, 14 y 28 días), tres en cada edad y su porcentaje de fibra al 0.5%, 1%, 1.5%.
- 3- Se registras las dimensiones de cada cubo en mm y su masa en gramos.
- 4- Alinee con cuidado el eje de la muestra con el centro de empuje del bloque esférico sentado.
- 5- Luego aplicar la carga registrando la carga total máxima a la que falla el espécimen indicado por la máquina de ensayo, y calcular la resistencia a la compresión en kilogramos por centímetro cuadrado (kg/cm^2).

3.10. DENSIDAD DEL MORTERO.

La densidad del mortero nos permite tener un parámetro de la cantidad de volumen de mezcla que es necesaria para llenar un recipiente.

La realización de este ensayo es para determinar si la adición de fibra de coco afecta en la relación peso/volumen. Teniendo siempre como parámetro de medida la muestra patrón sin adición de fibra tanto para mortero tipo S y N analizando las 3 edades evaluadas.

PROCEDIMIENTO:

- ✓ La mezcla se realiza según el procedimiento del apartado 3.6.
- ✓ Después del curado final se pesan los cubos y se anotan los pesos de cada uno.
- ✓ Se procede a realizar la diferencia entre el peso y el volumen usado.

Figura 42 Peso del cubo de mortero.



Fuente propia

3.11. PRUEBA DE ADHERENCIA DE MORTEROS “PULL OFF” (ASTM C 4541).

Este método de ensayo cubre el procedimiento para la obtención y evaluación de la adherencia entre capas sobre bases rígidas con la aplicación de un adhesivo especial. Al realizar este ensayo se evaluará si la unión entre fibra y mortero ejercen una oposición mayor a la esperada con mortero normal.

Figura 43 Aplicación de Fuerza de compresión al cubo de mortero.



Fuente propia

Con el propósito de extender los alcances de la investigación, se utilizaron dos tipos de superficies como lo son el Bloques Comerciales de 10 x 20 x 40 para la mampostería fabricados con los estándares de normas internacionales para bloques, y se utilizó Ladrillo rojo. Para cada una de las superficies se evaluó las mezclas N y S y sus variables, siendo estas la muestra patrón si adición de fibra y las mezclas con fibra para distintos porcentajes.

MATERIAL Y EQUIPO.

- ✓ Arena natural procedente del Rio Jiboa.
- ✓ Cemento de Mampostería ASTM C 91 tipo N y S.
- ✓ Agua.
- ✓ Mezcladora mecánica.
- ✓ Balanza.
- ✓ Cuchara.
- ✓ Espátula.
- ✓ Franela.
- ✓ Probeta graduada.
- ✓ Equipo para medición de adherencia.
- ✓ Termómetro.
- ✓ Epóxico “Loctite Epoxi Bonder”.
- ✓ Perforadora y planta eléctrica.
- ✓ Compresor de aire

PROCEDIMIENTO.

- 1- Se determina el marcado y preparación de la zona de ensayo, la que debe quedar perfectamente limpia de cualquier residuo que pueda entorpecer la posterior adherencia del disco de prueba (Ver Figura 45).

Figura 44 Superficie repelladas a ensayar.



Fuente: Propia.

- 2- Ranurando o semiperforación de la zona de prueba (en donde se fijará posteriormente el disco de prueba) con una broca hueca de corona de diamante; (ver Figura 46).

Figura 45 Dispositivo de carga de tracción.



Fuente: Propia.

- 3- Se coloca el disco sobre la superficie del concreto usando una resina epoxica (Ver Figura 47).

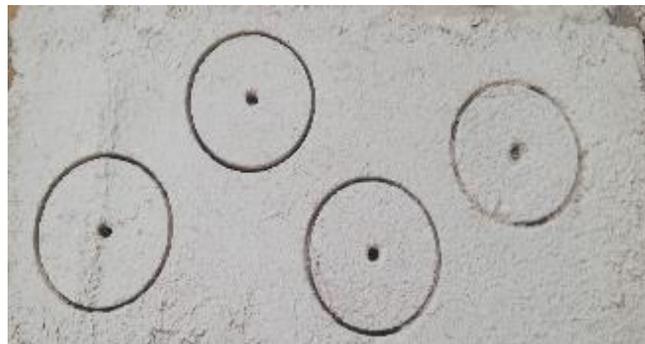
Figura 46 Resina Epoxica.



Fuente: Propia.

- 4- Con las paredes perforadas se procede a colocar los discos o pastillas de aproximadamente de 2 pulgadas de diámetro, las cuales se pegaron con el epóxico, aplicando presión de tal forma que ninguna porción del mortero a ensayar quede descubierta, manteniendo dicha presión alrededor de dos minutos.

Figura 47 Mortero después de ser perforado por la broca.



Fuente: Propia.

- 5- Se procede a la colocación del inserto o perno roscado al disco de “Pull Off” (Ver *Figura 49*); a este dispositivo se conectará el equipo de “Pull Off”, antes del inicio de la prueba.

Figura 48 Aparato de desprendimiento.



Fuente: Propia.

- 6- Desarrollo de la prueba de “Pull Off”, en donde se cuantifica la tensión directa aplicada al disco para desprenderlo del elemento al que había quedado adherido (ver Figura 50).

Figura 49 Núcleo de mortero extraído.



Fuente: Propia.

3.12. PENETRACION DE CLORUROS.

Los cubos de morteros se realizan como se describe en el apartado 3.6. Luego de estar en curado por 28 días se procede al ensayo de compresión, donde se tomará en cuenta las dimensiones del cubo y el área de la cara a la cual se hará la aplicación de fuerza, seguidamente midiendo la altura del cubo.

- ✓ Arena natural procedente del Rio Jiboa.
- ✓ Cemento de Mampostería ASTM C 91 tipo N y S.
- ✓ Agua.
- ✓ Balanza analítica.
- ✓ Cuchara.
- ✓ Espátula.
- ✓ Franela.
- ✓ Balón volumétrico.
- ✓ Probeta graduada de 25 ml.
- ✓ Nitrato de Plata al 0.1 N (Ver Figura 54).
- ✓ Cromato de potasio al 0.5%. (Ver Figura 55).
- ✓ Bureta de 50 ml.
- ✓ Pipeta volumétrica.
- ✓ Estufa con termostato.

PROCEDIMIENTOS.

- Se confeccionaron muestras de 3 probetas para su ensayo como se describe en el apartado 3.6.
- El curado consiste en una sumersión total de estas en agua desmineralizada con un porcentaje de cantidad de sal a una temperatura controlada de 23 ± 2 °C durante 28 días.
- Se simulo la cantidad de sal de acuerdo con la cantidad de solubles existentes que se encuentran en un metro cubico de agua de mar. Con el propósito de comparar el impacto que el mortero recibe si estuviese expuesta a la cantidad de iones de cloruro que se penetran en las estructuras cerca de ambientes marinos.

- Luego del curado, las probetas son secadas en horno durante 24 horas a temperatura constante de 50 °C, para posteriormente ser sumergidas totalmente en una solución de cloruro de sodio (NaCl) y agua (250 g de sal por cada 750 ml de agua) durante 24 horas, para después secarlas en horno durante 24 horas y luego repetir la sumersión en la mezcla mencionada por 24 horas más.

Figura 50 Se coloca los cubos a una temperatura de 50°C.



Fuente: Propia.

Figura 51 Secado de cubos de mortero.



Fuente: Propia.

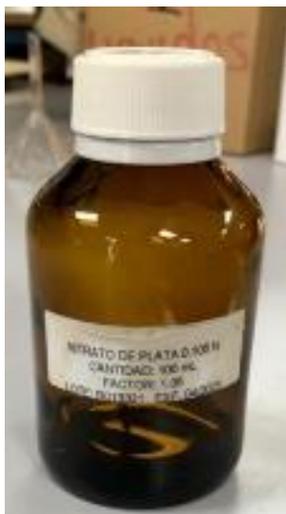
- Al igual que en el método anterior, las probetas son sometidas a los ensayos de compresión.

Figura 52 Cubos de mortero después del curado en agua con sal y secado.



Fuente: Propia.

Figura 53 Nitrato de Plata al 0.1N.



Fuente: Propia.

Figura 54 Cromato de Potasio al 5%.



Fuente: Propia.

- Posteriormente, son rociados en la sección de la falla con nitrato de plata (AgNO_3) con el fin de medir la profundidad que alcanzó la penetración del cloruro de sodio en la probeta desde la cara externa hacia el interior, ya que el nitrato de plata reacciona con el cloruro de sodio, y posteriormente se rocía cromato de potasio (K_2CrO_4), el que reacciona con el ion plata del nitrato de plata que no haya reaccionado con el cloruro de sodio, tiñendo la sección de un color rojizo.

Figura 55 Aplicación de Nitrato de plata a los cubos de mortero.



Fuente: Propia.

Figura 56 Reacción química de Nitrato de Potasio en los cloruros.



Fuente: Propia.

CAPITULO 4
ANÁLISIS E
INTERPRETACIÓN DE
DATOS.

4.1.INTRODUCCIÓN.

En este capítulo se detallan los resultados obtenidos del procedimiento del capítulo 3, se abordarán todos los ensayos realizados desde la evaluación del agregado fino hasta el estudio de la mezcla en estado fresco y endurecido. Iniciando con el análisis de los resultados de las propiedades de calidad de arena como lo es la granulometría, peso unitario, y porcentaje de absorción.

Seguidamente se analizará las propiedades del mortero en su estado fresco como la fluidez siguiendo los procedimientos de la norma ASTM, así como también el tiempo de fraguado de la mezcla para obtener una noción de cuánto tiempo será la trabajabilidad necesaria para poder moldearlo.

Como última etapa se llevó a cabo la evaluación de mortero en su estado endurecido obteniendo los datos de ensayos como lo son la compresión del mortero, así como la evaluación a la adherencia y análisis cuantitativo de como el mortero funcionaria como una barreira extra a la penetración de cloruros al ser sometidos a cierta cantidad de sal en el curado.

4.2. ANALISIS E INTERPRETACION DE DATOS.

En este apartado presentamos los resultados del análisis de los datos, su interpretación y conclusión respectiva concernientes a las pruebas ejecutadas en las fases de la investigación concretamente en la caracterización del agregado fino, mezclas, cubos de mortero.

4.2.1. Análisis De Agregado Fino (ASTM C 136 – C 144).

En este apartado se presentan los resultados y el procesamiento de los datos obtenidos en el ensayo de la norma ASTM C 136 – C 144 que corresponde al análisis granulométrico de la arena proveniente del Rio Jiboa.

CÁLCULOS:

- Se sumará la cantidad de material retenida en cada malla, lo que nos permitirá detectar cualquier pérdida durante el proceso de tamizado, si se tiene una pérdida de más de 0.5%, con respecto al inicial se considera que el ensayo no es satisfactorio, si es menor se considera válido y se procederá a compensar sumando o restando la diferencia entre el peso total de la muestra antes del tamizado y el peso total de la muestra después del tamizado, al mayor peso retenido, con el fin de obtener el peso inicial de la muestra.
- Calcular los porcentajes de material retenido en cada tamiz.
- Definir los porcentajes retenidos parciales y calcular los porcentajes retenidos acumulado con la siguiente formula:

Masa retenida en la malla # 4 = 1.6 g

Masa total de la muestra = 500g

Ecuación 1 Porcentaje de retención parcial

$$\% = \left(\frac{\text{Peso de la muestra}}{\text{Peso inicial}} \right) * 100$$

Fuente: ASTM C136

Sustituyendo datos.

$$\% \text{ retenido parcial} = \left(\frac{1.6 \text{ g}}{500 \text{ g}} \right) * 100$$

$$\% \text{ retenido parcial} = 0.32 \%$$

Con los porcentajes retenidos acumulados se calculan a partir de los % retenidos parciales, estos se calculan sumando cada porcentaje retenido de cada una de las mallas, en el orden previamente establecido por el arreglo de los tamices, ejemplo:

Ecuación 2 Porcentaje retenido acumulado

$$\% = \%ret. acumulado 1 \dots n + \% ret. parcial 2 \dots n$$

Fuente: ASTM C 136

Sustituyendo datos

$$\% \text{ retenido acumulado tamiz \#4} = 0 + 0.32$$

$$\% \text{ retenido acumulado tamiz \#4} = 0.32$$

Ejemplo 2.

$$\% \text{ retenido acumulado tamiz \#8} = 0.32 + 11.80$$

$$\% \text{ retenido acumulad tamiz \#8} = 12.12\%$$

- Detallar los porcentajes que pasan con la siguiente formula:

$$\% \text{ que pasa} = 100 - \%ret. acumulado$$

$$\% \text{ que pasa malla \#4} = 100 - 0.32$$

$$\% \text{ que pasa malla \#4} = 99.68\%$$

- Trazar la curva granulométrica del material en una gráfica, ver Anexo 6.3.1.
- Especificar el Módulo de Finura para el agregado fino en estudio con la siguiente ecuación 3:

Ecuación 3 Módulo de finura para agregado fino

$$M.F = \frac{\% \text{ acumulado retenido desde la malla N}^\circ 4 \text{ a N}^\circ 100}{100}$$

Fuente: ASTM C 136

$$M.F = \frac{0.32 + 12.12 + 30.52 + 54.04 + 77.10 + 92.10}{100} = 2.70$$

ANÁLISIS.

Se obtuvo un módulo de finura de 2.7 el cual es un número que puede corresponder a arenas en la elaboración de concreto, sin embargo, no existe parámetros de comparación para morteros o un intervalo de valores estandarizados que deban cumplir el agregado, pero dicho módulo de finura se encuentra dentro del rango de valores aceptables descritos en la “TECNOLOGÍA DE MORTEROS” cuyo rango son entre 2.83-1.75. en cambio, la norma ASTM C 144 nos limita rangos o valores mínimos y máximos que deberá cumplir el agregado para la aceptación del mismo partiendo de la curva granulométrica para áridos utilizados en morteros.

TABULACION.

Los valores obtenida en laboratorio, pertinentes al análisis granulométrico se encuentran incluidas dentro del apartado del capítulo 6.3.1 en la tabla tabulación de agregado fino donde se pueden verificar

4.2.2. Peso Unitario (ASTM C 29).

En este apartado se presentan los resultados y el procesamiento de los datos obtenidos en el ensayo de la norma ASTM C 29 que corresponde a la determinación del peso unitario de la arena proveniente del Rio Jiboa.

CÁLCULOS:

Se calcula el peso volumétrico suelto y varillado con la siguiente formula:

Ecuación 4 Peso Volumétrico Suelto

$$P.V.S.S. = \frac{Wm - Wr}{Vr}$$

Fuente: ASTM C 29

Donde:

W_m = Masa promedio del recipiente + agregado (kg).

W_r = Masa del recipiente.

V_r = Volumen del recipiente.

CALCULO PESO UNITARIO SUELTO.

Para evaluar el P.V.S.S. debe obtenerse el promedio de las masas del agregado de las tres muestras a ensayar, para luego utilizarlo en la fórmula, con los siguientes datos:

DATOS.

W_m = 5.17 kg

W_r = 2.84 kg

V_r = 0.0028 m³

$$P.V.S.S. = \frac{W_m - W_r}{V_r}$$

$$P.V.S.S. = \frac{5.17 \text{ kg} - 2.84 \text{ kg}}{0.0028 \text{ m}^3}$$

$$P.V.S.S. = 832.14 \text{ kg/m}^3$$

ANÁLISIS.

El peso volumétrico seco en estado suelto de la arena es de 832.14 kg/m³, el secado de la muestra se realizó exponiéndola a la luz natural del sol.

CALCULO DEL PESO UNITARIO VARILLADO.

W_m = 5.45 kg

W_r = 2.84 kg

$$V_r = 0.0028 \text{ m}^3$$

$$P.V.S.S. = \frac{W_m - W_r}{V_r}$$

$$P.V.S.S. = \frac{5.45 \text{ kg} - 2.84 \text{ kg}}{0.0028 \text{ m}^3}$$

$$P.V.S.S. = 932.14 \text{ kg/m}^3$$

ANÁLISIS.

El peso volumétrico seco en estado suelto de la arena es de 932.14 kg/m³, el secado de la muestra se realizó exponiéndola a la luz natural del sol.

TABULACION.

Los valores obtenida en laboratorio, pertinentes al análisis se encuentran incluidas dentro del apartado 6.3.2 en la Tabla de peso unitario donde se pueden verificar.

4.2.3. Gravedad Específica Y Absorción De Agregado Fino (ASTM C 128).

En este apartado se presentan los resultados y el procesamiento de los datos obtenidos en el ensayo de la norma ASTM C 128 para agregado fino que corresponde al peso volumétrico, gravedad específica y absorción de agua de las partículas de la arena proveniente del Rio Jiboa.

CÁLCULOS:

La gravedad específica de masa seca, gravedad específica de masa SSS, y la absorción, se calculan de empleando las fórmulas siguientes:

Ecuación 5 Gravedad Específica del agregado

$$G_s(SSS) = \frac{S}{(B + S - C)}$$

Fuente: ASTM C128

Calcular el porcentaje de absorción del agregado fino, de la siguiente ecuación.

Ecuación 6 Porcentaje de Absorción

$$\%Absorción = \frac{S - W_s}{W_s} \times 100$$

Fuente: ASTM C 128

Donde:

B = Masa del picnómetro+ agua, gramos.

C = Masa del picnómetro + muestra + agua, hasta la marca de calibración, gr.

S= Masa de la muestra en condición SSS, gramos.

DATOS.

S= 200g

C= 1,421 g

B= 1,307 g

$$Gravedad\ específica\ de\ masa\ (SSS) = \frac{200\ g}{(1,307\ g + 200\ g - 1421\ g)}$$

$$Gravedad\ específica\ de\ masa\ (SSS) = 2.35$$

$$\%Absorción = \frac{200\ g - 189.2\ g}{189.2\ g} \times 100$$

$$\%Absorción = 5.71\%$$

ANÁLISIS.

De los datos obtenidos procediendo según la normativa ASTM C 128 pertinente a la obtención de valores de densidad, densidad relativa (Gravedad específica) y absorción del

agregado fino se obtuvieron los datos anteriormente calculados en los cuales en esta misma normativa no proporciona valores o rangos de aceptación a comparar pero tomando como referencia la literatura Sánchez de Guzmán (2001), establece que la Gravedad Específica de algunos agregados pétreos naturales en condición seca, oscila entre 2.3 y 2.8. Por lo cual, si se basa en este rango la arena utilizada y analizada, se encuentra en el rango inferior mínimo establecido.

También según la norma ASTM C 270 nos da un parámetro de fluidez para el propósito ideal para el tipo de obra que se quiere implementar.

TABULACION.

Los valores obtenida en laboratorio, pertinentes al análisis de gravedad específica y absorción del agregado se encuentran incluidas dentro del apartado 6.3.3 en la correspondiente donde se pueden verificar.

4.2.4. Prueba De Fluidez (ASTM C 1437).

La fluidez se utiliza habitualmente en la prueba estándar del mortero, para calcular el contenido de agua que proporciona un nivel de flujo especificado para el desempeño óptimo de la mezcla, el cual deberá estar en 110 ± 5 .

MODELO DE CALCULO.

Después de la consecución de 25 golpes, de la mesa de flujo, medir el diámetro que representa el mortero en las líneas marcadas en la superficie de la mesa de flujo y registrar las lecturas. Realizar la sumatoria de las cuatro lecturas con la siguiente ecuación:

CÁLCULOS:

Ecuación 7 Porcentaje de Fluidez

$$\% \text{ de fluidez} = L1 + L2 + L3 + L4$$

Fuente: ASTM C1437

Sustituyendo datos:

$$\% \text{ de fluidez} = 29 + 28 + 29 + 29$$

$$\% \text{ de fluidez} = 115$$

En la tabla 16 se presentan los resultados obtenidos para cada mezcla.

Tabla 16

Resultados de prueba de fluidez

Dosificación	Porcentaje de fibra	Lectura1	Lectura2	Lectura3	Lectura 4	SUMA
1:3	0%	29	28	29	29	115
	0.5%	28	26	28	28	110
	1.0%	27	27	26	27	107
	1.5%	25	25	27	26	104
1:5	0%	27	28	26	28	109
	0.5%	26	27	25	26	104
	1.0%	25	25	25	26	101
	1.5%	-	-	-	-	La mezcla es muy dura

Fuente: propia

ANÁLISIS.

Así, la fluidez es obtenida en cada caso, se clasifica si se encuentra dentro de los límites normados. La sumatoria de dichas lecturas debe proporcionar una fluidez de la cual el dato correspondiente nos da la consistencia en el mortero que se ha elaborado.

A partir de las lecturas obtenidas, los valores de fluidez para las muestras patrones se encontraban dentro de los rangos normados para mezclas pasticas y fluidas para 1:3 y 1:5

respectivamente, y se logró observar un comportamiento que con cada incremento con el porcentaje de fibra para los diferentes porcentajes las mezclas se comportaron de manera menos fluida que la muestra patrón.

De acuerdo con los datos obtenidos y la evaluación de las mezclas se observó que presentaron disminución en su fluidez en comparación con la muestra patrón sin ninguna fibra. Esto puede deberse a la aglomeración de fibra al momento del mezclado, también debido a una posible absorción por parte de la fibra siendo esta las dos posibles razones de su cambio percibiéndose que la trabajabilidad con cada incremento disminuyo.

TABULACION.

Los valores de la fluidez obtenida en laboratorio, en cada una de las variables, para la elaboración de los diferentes tipos de mezclas en las cuales comparamos los valores de fluidez partiendo de la fluidez de la muestra patrón y verificando la consistencia con cada incremento de adición de fibra, dichos valores se encuentran incluidas dentro del apartado Anexos 6.2.4. en la Tabla prueba de fluidez donde se pueden verificar.

4.2.5. Resultados De Densidad De Morteros

A continuación, se presenta un cuadro resumen de los promedios de las densidades encontradas para cada cubo de mortero.

$$Densidad = \frac{Masa\ de\ cubos}{Volumen\ del\ molde}$$

Tabla 17

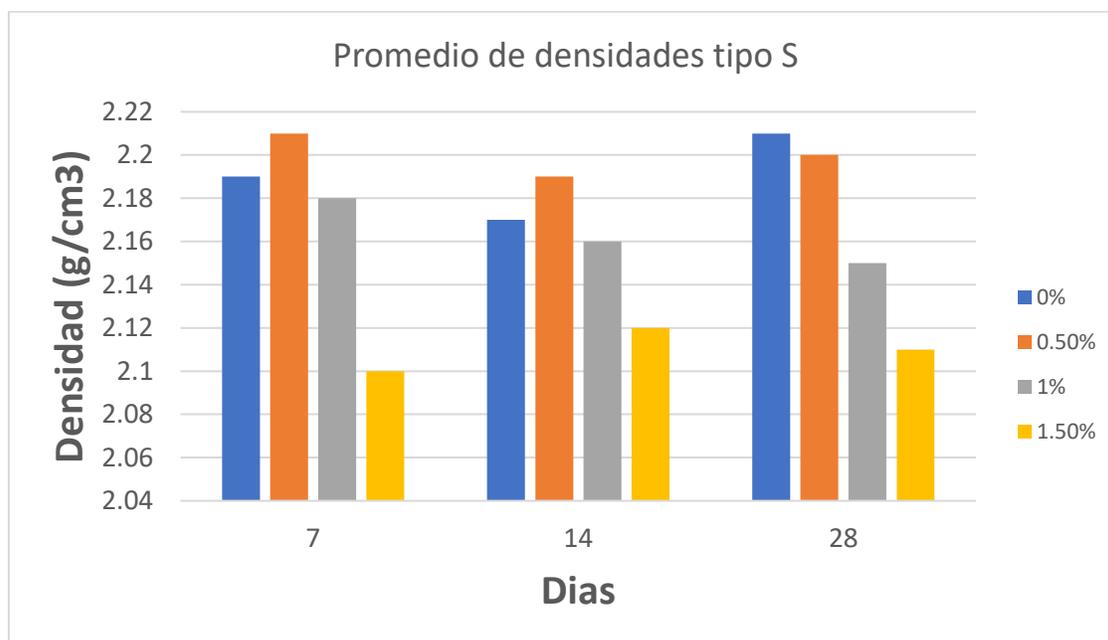
Promedio de densidades.

Edades	% de fibra	Densidades g/cm ³	
		Tipo S	Tipo N

7	0%	2.19	2.15
	0.5%	2.21	2.10
	1%	2.18	2.10
	1.5%	2.10	2.09
14	0%	2.17	2.17
	0.5%	2.19	2.10
	1%	2.16	2.09
	1.5%	2.12	2.09
21	0%	2.21	2.21
	0.5%	2.20	2.11
	1%	2.15	2.10
	1.5%	2.11	2.09

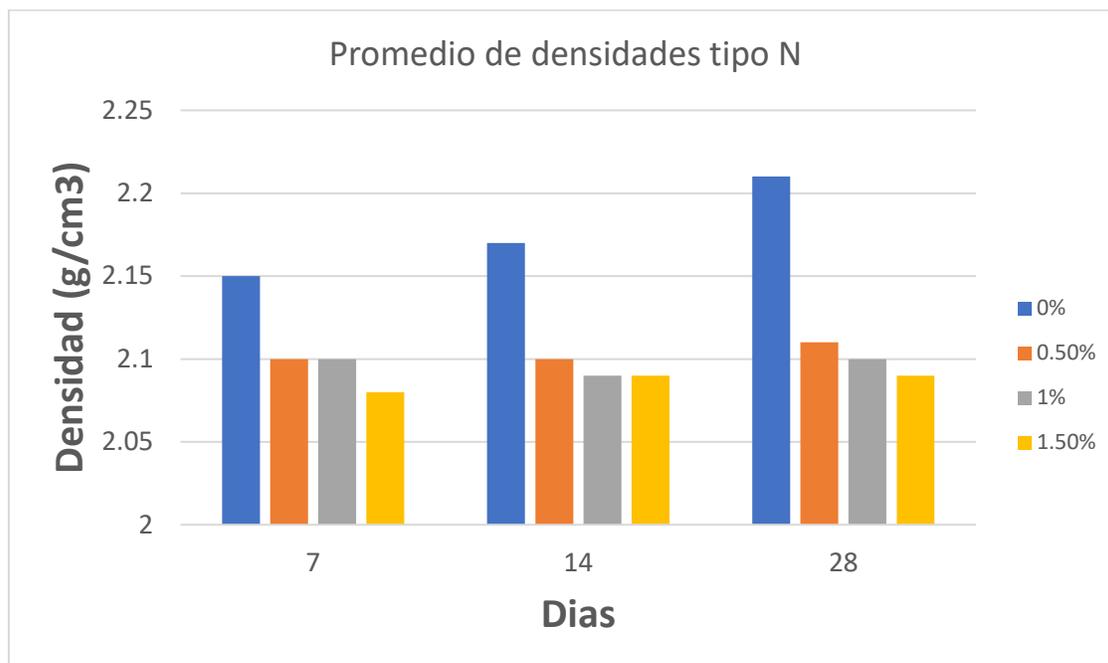
Fuente: Propia

Gráfica 1 Promedio de densidades para dosificación 1:3



Fuente propia

Gráfica 2 Promedio de densidades para dosificación 1:5



Fuente propia

Según la gráfica 1 y 2 nos muestra que a medida se vaya en aumento la incorporación de fibra, el mortero torna a ser un material menos denso debido a que la fibra tiende a ocupar un espacio volumétrico entre la pasta que podría corresponder a otros materiales, por lo que da como resultado mortero menos denso debido al poco peso de la fibra y la aglomeración que esta pueda tener en la pasta. Excepto en la dosificación tipo S de 0.5%, se observó un comportamiento en el cual para las edades de 7 y 14 días la densidad fue mayor que el de la muestra patrón esto puede ser por la distribución no homogénea de la fibra en la mezcla y que en la elaboración de los cubos, unos contienen mayor concentración de las fibras que pudo ser esta la causa de los resultados presentados más sin embargo, es la que mejor se comporta y nos proporciona una mayor compactación entre fibra y mezcla lo que produce una mayor unión entre partículas y no desequilibra la mezcla en relación con su peso y volumen.

4.2.6. Prueba De Resistencia A La Compresión De Cubos De Morteros (ASTM C 109).

A continuación, se presentan los resultados y el procesamiento de los datos obtenidos de la compresión de los diferentes muestras y sus variantes con sus adiciones en los distintos porcentajes elaborados bajo la norma ASTM C 109 para las diferentes edades las cuales fueron de 7, 14, 28 días.

- Luego de estar en curado los cubos de mortero se procede al ensayo de compresión, donde se tomará en cuenta las dimensiones del cubo donde se tomará el área de la cara a la cual se hará la aplicación de fuerza, seguidamente midiendo la altura del cubo.

Figura 57 Cubos de mortero con dosificación 1:3 y 1:5, antes del curado inicial.



Fuente: Propia.

- Luego se disponen a colocarse y a afianzarse bien en las caras superior como inferior de la prensa hidráulica.

Figura 58 Máquina de compresión de especímenes.



Fuente: Propia.

Figura 59 Compresión de cubos de mortero.



Fuente: Propia.

- Se procede a aplicar carga al cubo ya colocado en la prensa hidráulica.

Figura 60 Lectura de compresión.



Fuente: Propia.

- Después de haber sido aplicada la carga al cubo este llega a fallar debido a la máxima carga a la cual este fue sometido posteriormente se toma lectura de la carga hasta donde resistió dicho cubo, luego se retiran los moldes y el cubo queda completamente ensayado

Figura 61 Falla en cubo de mortero.



Fuente: Propia.

- Se extrae el cubo de la prensa hidráulica, se colocan en un lugar adecuado para poder observarlo, analizarlo y detallar un resultado final.

CALCULOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION.

Para poder evaluar la resistencia a la compresión de mortero, se realizará la elaboración de 3 cubos de 2 pulg x 2 pulg. Donde se realiza la respectiva lectura para cada alternativa para calcular su resistencia y verificar su porcentaje de ganancia para distintas edades las cuales serán ensayadas. Se utilizarán las dimensiones de los cubos con la siguiente ecuación.

Ecuación 8 Resistencia a la Compresión

$$\text{Resistencia a la compresión} = \frac{F}{A}$$

Fuente: ASTM C109

Ecuación 9 Porcentaje de ganancia.

$$\% = \frac{\text{Resistencia a la compresión}}{\text{Resistencia esperada}} * 100$$

Fuente: ASTM C109

Donde:

- F = carga proporcionada por la máquina universal.
- A = área del espécimen.
- L= lado del cubo.

Datos:

- Dosificación 1:4.3
- L1 = 51.15 mm
- L2= 50.97
- F= 1502.6 kg.f

$$\text{Área} = 51.15 * 50.97 = 2,607.11\text{mm}^2$$

Resistencia a la compresion = F/a

$$\text{Resistencia a la compresión} = \frac{1,502.6 \text{ kg.f}}{26.07 \text{ cm}}$$

Resistencia a la compresión = 57.63 kg/cm²

$$\text{Porcentaje de ganancias} = \frac{57.63 \text{ kg/cm}^2}{55 \text{ kg/cm}^2} * 100$$

Porcentaje de ganancia = 104.79%

Figura 62 Cubos de morteros 1:4.3 al 0.5% de fibra después del ensayo de compresión.



Fuente: Propia.

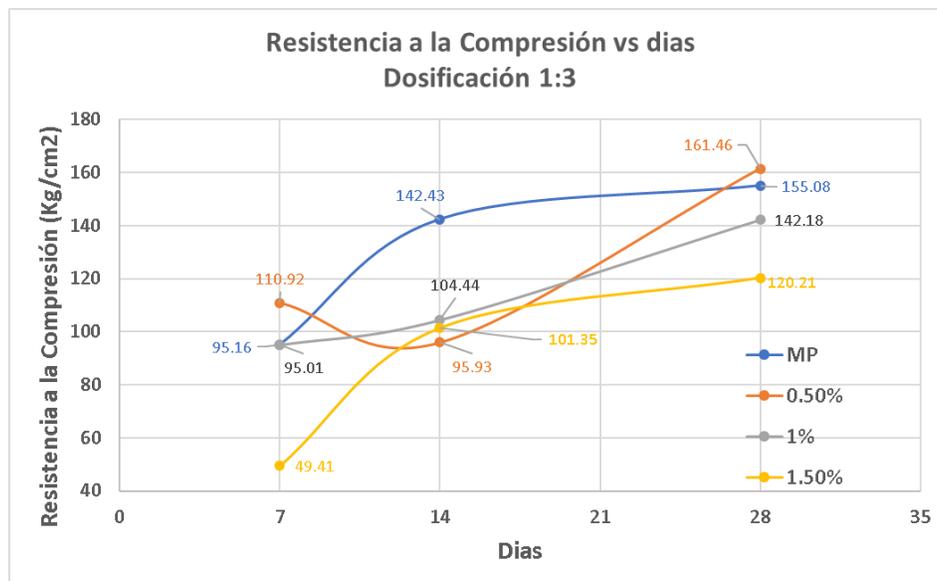
Figura 63 Cubos de mortero 1:3 al 0.5% de fibra después del ensayo de compresión.



Fuente: Propia.

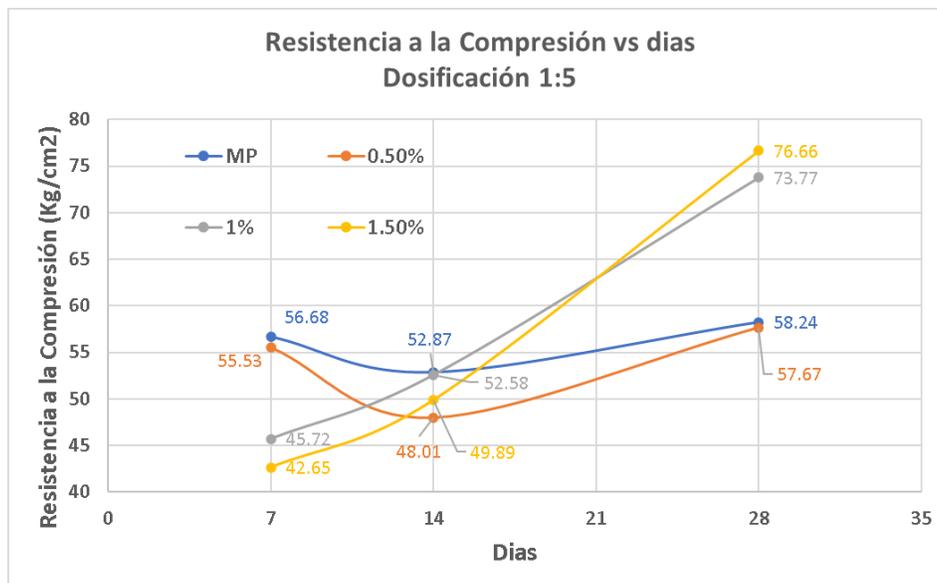
ANALISIS.

Gráfica 3 Comparación de resultados de compresión dosificación 1:3



Fuente: Propia.

Gráfica 4 Comparación de resultados de compresión de dosificación 1:5.

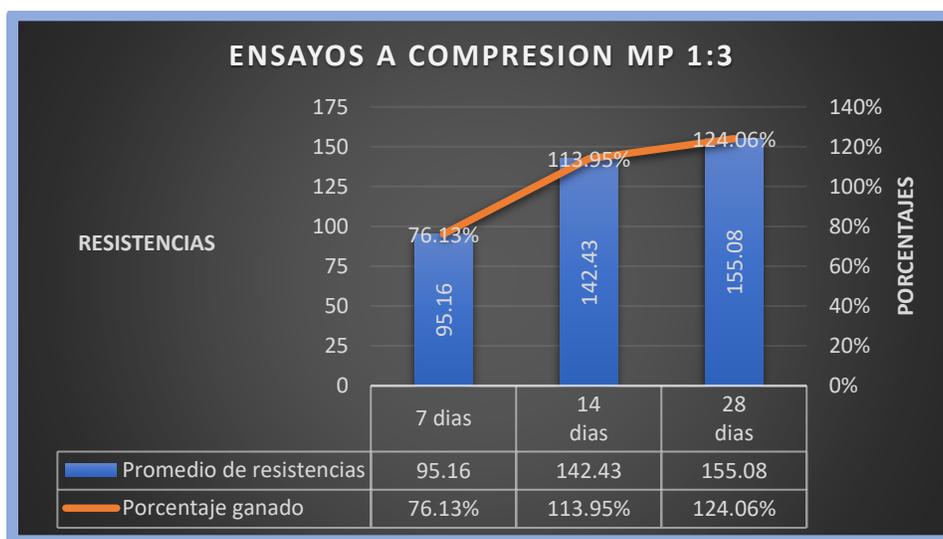


Fuente: Propia.

Así, el análisis correspondiente a la resistencia a la compresión de los cubos de mortero para tipo M. La muestra patrón se obtuvieron resistencias a los 7 días de 95.16 kg (con unas ganancias a esta edad de 76.16% de la esperada) y a los 28 días un total de 155.08 kgf.

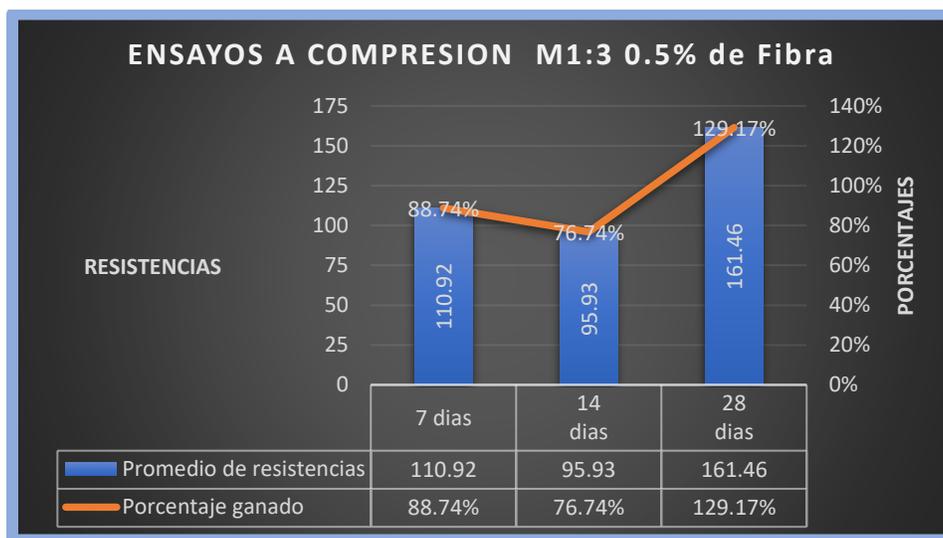
RESUMEN DE GRAFICAS DE RESISTENCIA CUBOS DE MORTERO TIPO “S”.

Gráfica 5 Resistencia a la compresión 1:3 sin fibra.



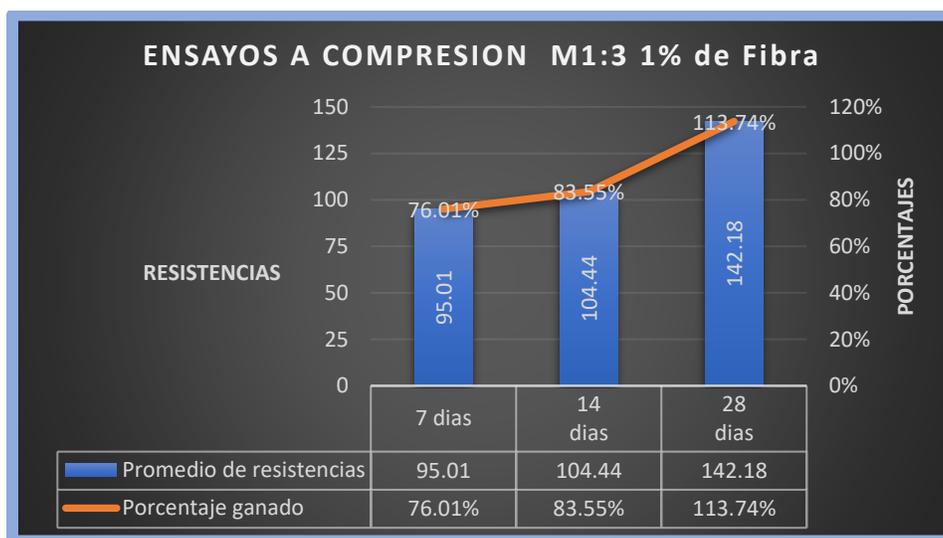
Fuente propia.

Gráfica 6 Resultados de resistencia a la compresión 1:3 con 0.5%



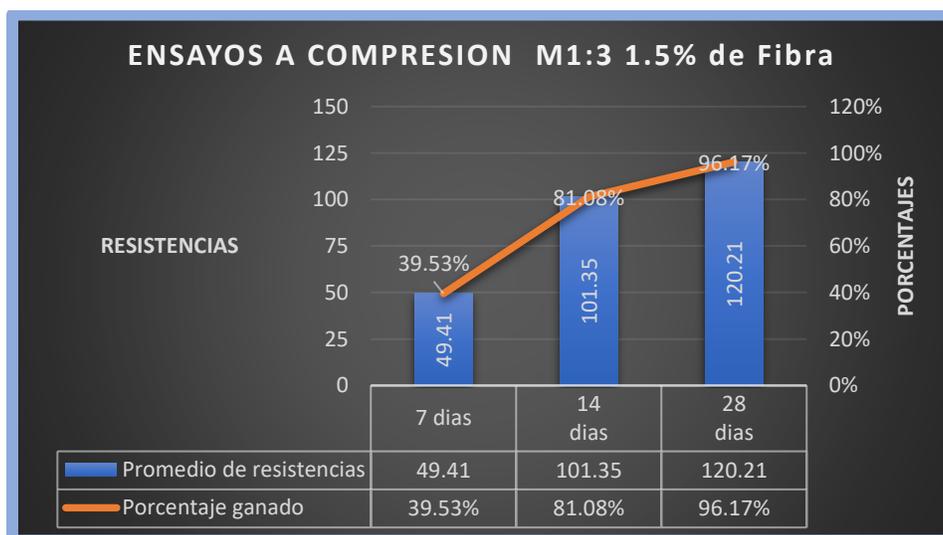
Fuente propia.

Gráfica 7 Resultados de resistencia a la compresión 1:3 con 1.0%



Fuente propia.

Gráfica 8 Resultados de resistencia a la compresión 1:3 con 1.5%



Fuente propia

Partiendo de los datos de la muestra patrón observamos que para la variante de 0.5% de fibra se obtuvo mayor resistencia inicial a los 7 días con un porcentaje de ganancia de la resistencia esperada del 88.74%, para el caso de la variante de 1% se tiene valores del 76.01% y para la variante de 1.5% las resistencias iniciales fueron muy bajas por debajo del esperado con

un porcentaje de ganancias del 39.53% , podemos observar la tendencia de las resistencias iniciales a los 7 días que para los porcentajes de 0.5% se obtuvo una resistencia inicial alta, para 1% se mantiene en el rango de la muestra patrón y para el porcentaje de 1.5% hay una baja en la resistencia inicial en comparación con las otros variantes.

Entre los resultados también observamos que para la edad de 28 días para la muestra patrón se obtuvo un promedio de resistencias del 155.08 kgf lo que vendría a representar una ganancia de la resistencia esperada del 124.06%, al comparar este resultado con el de la muestra con 0.5% obtenemos en esta ultima un porcentaje de ganancias del 129.17% con un margen de ganancia superior al de la muestra patrón, y para los casos de 1% un porcentaje de ganancias del 113.74% y en el caso de la variante de 1.5% decae con un porcentaje de 96.17% lo que representa una un valor debajo del esperado y una menor resistencia para este porcentaje de adición de fibra.

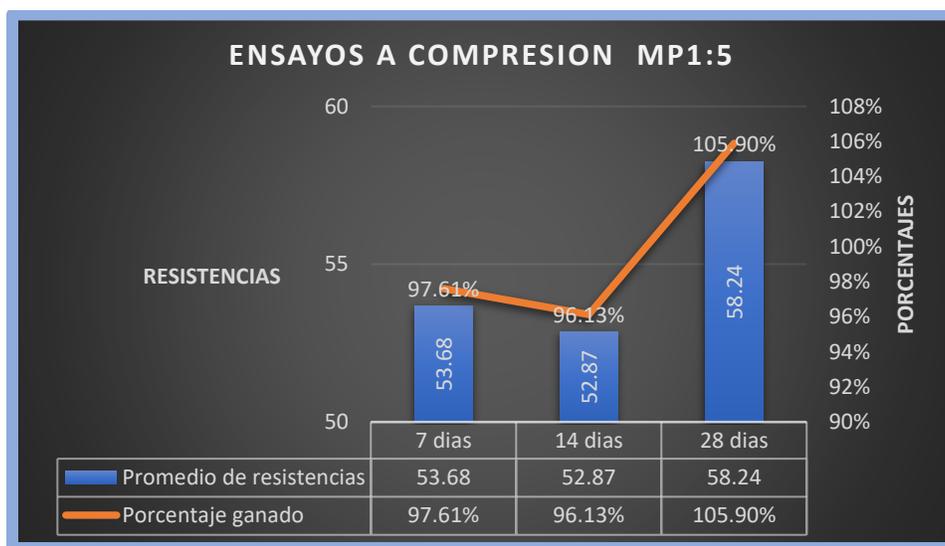
Con los resultados obtenidos podemos observar que los porcentajes de fibra más favorables son de 0.5% en la cual existe un incremento de resistencias iniciales y finales en comparación a los morteros sin fibra, para el caso de 1.0% los valores se mantienen similares a las de la muestra patrón y en el caso del porcentaje de 1.5% se muestra que la adición de fibra en este porcentaje afecta la resistencia del mortero de manera negativa con valores por debajo del promedio de la muestra patrón para todas las edades.

Según los datos y el comportamiento de las mezclas se puede concluir que la fibra contribuye en la resistencia a la compresión del mortero ya que esta mejora la unión entre pasta y agregado por lo cual las mezclas de 0.5% y 1% presentaron pequeñas variaciones en la mejora de la resistencia.

RESUMEN DE GRAFICAS DE RESISTENCIA CUBOS DE MORTERO TIPO “N”

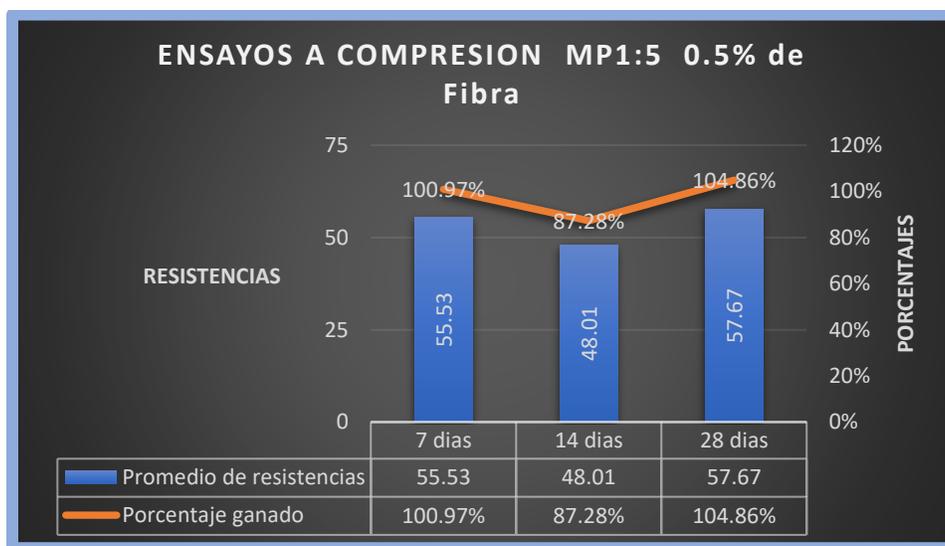
Para los resultados de morteros tipo S observamos que la muestra patrón tubo una resistencia inicial a los 7 días del 97.61% de la esperada, lo cual corresponde a una resistencia alta, hasta lograr una resistencia final a los 28 días de 105.90% lo que equivale a 58.24 kgf.

Gráfica 9 Resistencia a la compresión 1:5 sin fibra



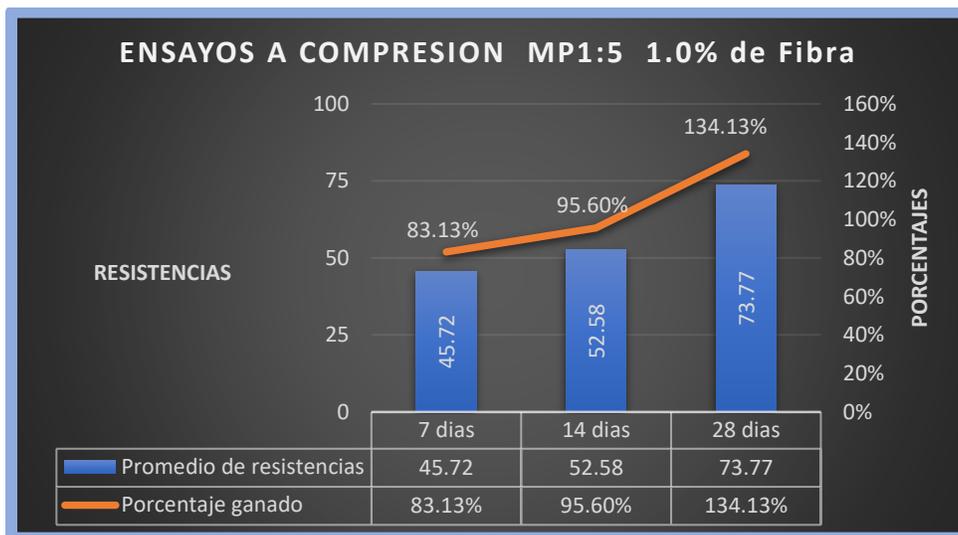
Fuente propia

Gráfica 10 Resistencia a la compresión 1:5 con 0.5% de fibra



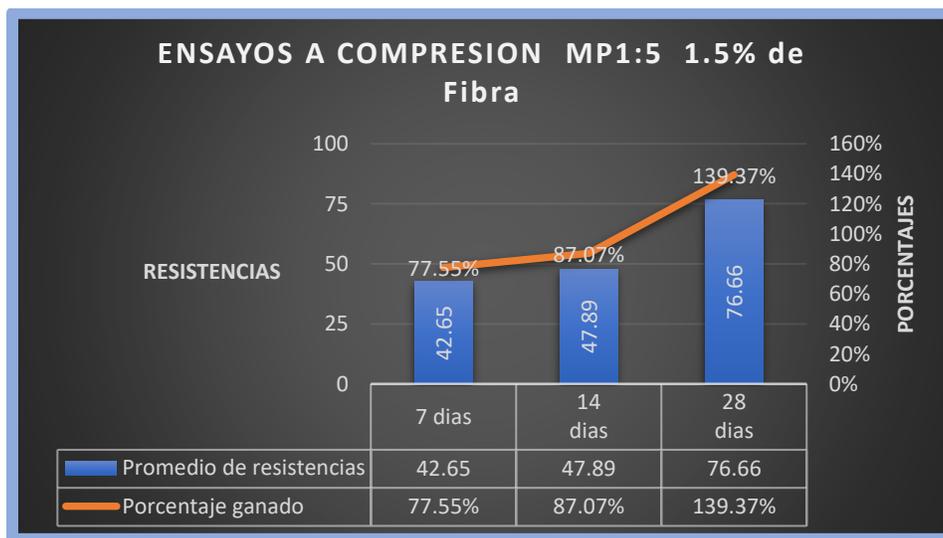
Fuente propia

Gráfica 11 Resistencia a la compresión 1:5 con 1.0 % de fibra



Fuente propia

Gráfica 12 Resistencia a la compresión 1:5 con 1.5 % de fibra



Fuente propia

Tomando como parámetro la muestra patrón observamos en comparación con los porcentajes de adición de fibra para morteros tipo s que la que corresponde a la adicción de 0.5% tiene una resistencia inicial más alta que la muestra patrón con un porcentaje de ganancia del 100.97% y a los 28 días de 104.86% bastante similar a la anterior

Para el caso de la adición de 1% un valor del porcentaje de ganancia a los 7 días del 83.13% y a los 28 días de 134.13% un valor superior al patrón y la adicción de fibra de 0.5%.

De los datos de la adicción de fibra del 1.5% encontramos un porcentaje de ganancia a los 7 días de 77.55% y una resistencia a los 28 días de 76.66 lo que representa un porcentaje de ganancias del 139.37%.

Según los datos y el comportamiento de las mezclas se puede concluir que la fibra contribuye en la resistencia a la compresión del mortero ya que esta mejora la unión entre pasta y agregado por lo cual las mezclas de 0.5% y 1% presentaron pequeñas variaciones en la mejora de la resistencia.

TABULACION.

Los valores de las resistencias obtenidas, para edades de 7,14 y 28 días en cada una de las variables, para la elaboración de los diferentes tipos de mezclas, se encuentran incluidas dentro del apartado desde 6.3.5 hasta 6.3.6 en las tablas correspondientes donde se pueden verificar los resultados y las respectivas gráficas y análisis de estos.

4.2.7. Ensayo De Tiempos De Fraguados (ASTM C 403).

Este método de ensayo trata sobre la determinación del tiempo de fraguado del mortero con un asentamiento mayor de cero, por medio de mediciones de resistencia a la penetración de mortero tamizado de la mezcla.

Una de las propiedades a analizar es verificar si la adición de fibra en la mezcla provoca una disminución o aumento a la trabajabilidad de mezcla. Esto quiere decir que se conocerá un estimado en tiempo lo que se tendría para poder moldear la mezcla a la forma que se deseé en una pared cuando se use en repellos o en cualquier otro tipo.

CÁLCULOS:

Obteniéndose el tiempo de fraguado, con la siguiente ecuación:

Ecuación 10 Tiempo de Fraguado

$$Tf = Tff - Tfi$$

Fuente: ASTM C403

Donde:

Tf = Tiempo de Fraguado (Horas).

Tff = Tiempo de Fraguado Final (Horas).

Tfi = Tiempo de Fraguado Inicial (Horas).

Sustituyendo los datos se obtiene:

$$Tf = Tff - Tfi$$

Donde el fraguado inicial Tfi y el final Tff se calculan de la siguiente forma:

1. Se calcula el esfuerzo aplicado al concreto con el manómetro del aparato.
2. Se usa una aguja indicada dependiendo del estado del concreto.
3. Se tomará las diferentes lecturas del manómetro hasta que de lecturas que se aproximen a $500 \geq x$, y $4000 \geq x$.
4. El esfuerzo a la penetración se calculó con la ecuación.

Ecuación 11 Esfuerzo de penetración aplicado

$$\varepsilon = \frac{P}{A}$$

Fuente: ASTM C 403

ε =Esfuerzo de penetración

P= Carga aplicada (Lb) = 42 lb

A= Área de la aguja = se usó la 1/10 de pulg²

$$\varepsilon = \frac{42 \text{ lb}}{1/10 \text{ pulg}^2} = 420 \text{ PSI}$$

De la misma forma se obtienen los demás resultados (Ver sección 4.5).

Teniendo los resultados iniciales y finales se sustituyen en la formula anterior.

$$Tf = 372 \text{ min} - 178 \text{ min}$$

El tiempo de fraguado obtenido en laboratorio, dio como resultado es 3 horas y 14 minutos.

Figura 64 Cubo de 1:3 con 1.5% de fibra después de tiempos de fraguado.



Fuente propia

Figura 65 Cubo después de tiempos de fraguado



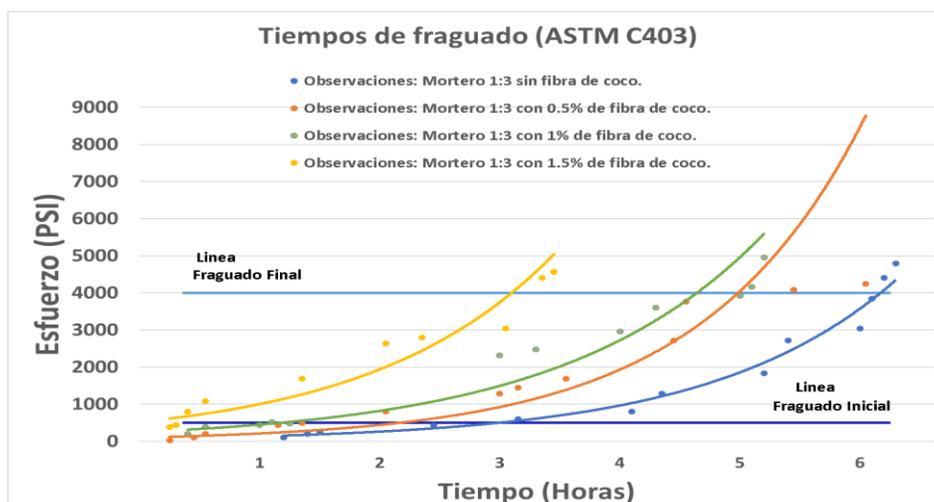
Fuente propia

ANÁLISIS.

En esta sección se hará una comparación de los diferentes tiempos de fraguado realizados en laboratorio que se muestran en sección 3.8, donde se da a conocer que variación se obtuvo cuando el aumento de fibra en el mortero se incrementa.

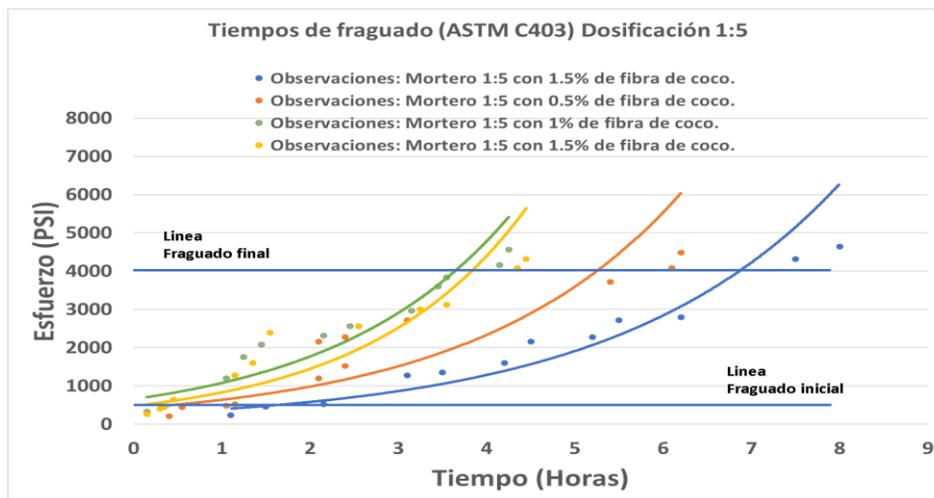
En la siguiente graficas se muestran tanto para proporciones 1:3 y 1:5 respectivamente

Gráfica 13 Resultados de Tiempos de fraguado dosificación 1:3



Fuente propia.

Gráfica 14 Resultados de Tiempos de fraguado dosificación 1:5



Fuente propia.

La diferencia en los tiempos depende de varios factores que influyen en el fraguado como la cantidad de agua, la temperatura, y la adición de fibra, siendo este último uno de los principales comportamientos.

En la gráfica 13 se observa los valores de las 4 variantes, teniendo como base la comparación de una muestra sin porcentaje de fibra que tuvo un fraguado inicial a las 2:41 horas y un fraguado final de 6:4 horas. Los valores de fibra de 0.5% son los que más se asemejan a los resultados de la muestra patrón, excepto por su fraguado inicial que fue de 1:41 horas y su final que dio 5:43 horas. En la variante de 1% se observa una disminución aún más que la de 0.5% con un fraguado inicial de 1:11 horas y su final de 4:51 horas. En la de variante de 1.5% es donde se presentan mayores cambios que las anteriores, sus fraguados donde el inicial fue de 30 minutos y su final de 3:25 horas, lo que hace a la mezcla no apta para esta cantidad de fibra.

En el gráfico 14 se mostraron mayores cambios en el tiempo tomando siempre como referencia una muestra sin ninguna adición de fibra. La dosificación sin fibra dio como resultados iniciales de 1:56 horas y final de 7:25 horas. Los valores de fibra al 0.5% fueron de fraguado inicial de 1:09 horas y de final de 6:12 horas. En la variante de 1% el fraguado inicial fue de 23 minutos y final de 4:06 horas. En la última dosificación de 1.5% el tiempo de fraguado inicial fue de 32 minutos y el final fue de 4:25 horas. A medida se iba aumentando el porcentaje de fibra, el tiempo se iba disminuyendo, siendo la dosificación patrón la que presenta mejores resultados.

La posible pérdida de fraguado se debe a que, al adicionarle más agregado a la mezcla, esta proporciona un desequilibrio en la relación agua cemento ya que la fibra absorbe agua de la mezcla, y demanda más compensación de agua. Otro factor puede ser que la temperatura de la fibra aumenta a medida el mortero comienza a perder agua ayudando en si a su aceleración.

Cuando los tiempos de fraguado son cortos, se reduce el tiempo de trabajo que tiene el albañil para colocar el repello, pues la mezcla pierde su plasticidad y manejabilidad, lo que obliga la adición de agua para conservar la trabajabilidad de esta.

TABULACION.

Los valores del fraguado obtenida en laboratorio, en cada una de las variables y tipos de mezclas en las cuales comparamos los valores en el tiempo partiendo de los resultados de la muestra patrón con cada incremento de adición de fibra, dichos valores se encuentran incluidas dentro del apartado 6.3.7 en la tabla de Tiempos de fraguado donde se pueden verificar.

4.2.8. Prueba De Adherencia De Morteros “Pull Off” (ASTM C 4541)

La prueba consiste en fijar un probador de carga a la superficie del revestimiento con un adhesivo. Se fija un aparato al probador y se alinea de manera que se pueda tirar de él perpendicularmente. La fuerza se aumenta gradualmente hasta que se desprende el probador El usuario reporta la resistencia al desprendimiento (en psi o MPa) y la ubicación de la rotura en el sistema de revestimiento.

Teniendo los resultados se procede a analizar comparando cuales son los tipos de superficies que más se adhieren entre sí, evaluando con cada uno del incremento de fibra siendo la Patrón la unidad de análisis a comparar.

CÁLCULOS:

Para calcular la resistencia a la adherencia se usará la siguiente formula:

Ecuación 12 Resistencia al desprendimiento Pull Off

$$Resistencia = \frac{P}{A}$$

Fuente: ASTM D 4541

Donde:

- P= Carga aplicada (Lb)
- A= Área de la pastilla.
- Sustituyendo valores por datos reales.

$$Resistencia = \frac{280.66 \text{ Kg}}{38.48 \text{ pulg}^2}$$

$$Resistencia \text{ a la adherencia} = 7.29 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

Los demás resultados se realizan de la misma forma, luego se saca un promedio del número de ensayos.

ANÁLISIS.

EVALUACION DE LA ADHERENCIA O PULL OFF EN EL RECUBRIMIENTO EN DOS SUPERFICIES.

Siendo el mortero de repello como principal estudió a analizar con sus diferentes variables propuestas, y mediante los resultados obtenidos en sus diversos ensayos realizados en laboratorio como se describe en el capítulo 3.11, se hicieron comparaciones entre los diferentes adiciones de fibra, siendo la principal referencia una muestra patrón donde se detalló si la adición de fibra afectaría su comportamiento físico mecánico, cuando la muestra a alcanzado el mayor porcentaje de ganancia en su durabilidad a fin de establecer la mejor combinación de condiciones para mejorar la adherencia.

INTERPRETACION DE LA ADHERENCIA EN REPELLOS CON BLOQUE COMERCIALES.

En este apartado se detalla los resultados obtenidos en dos proporciones de mortero con diferentes adiciones de fibra. Como se observa en la tabla 21 donde se muestra el esfuerzo promedio para los diferentes porcentajes.

Tabla 18

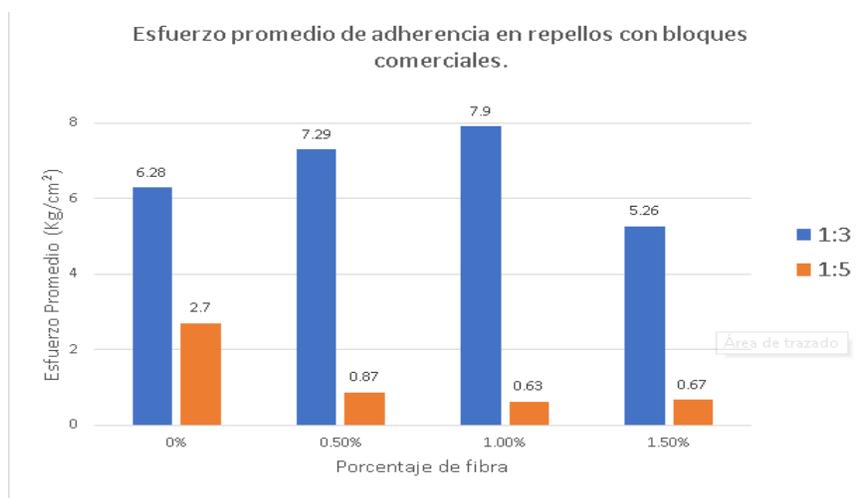
Promedio de resultados de Pull Off para boques comerciales

Esfuerzo promedio de adherencia en repellos con bloques comerciales.		
Dosificación	% de fibra	Esfuerzo Promedio (Kg/cm ²)
1:3	0%	6.28
	0.5%	7.29
	1.0%	7.90
	1.5%	5.26
1:5	0%	2.70
	0.5%	0.87
	1.0%	0.63
	1.5%	0.67

Fuente: propia.

Estos datos se presentan en la gráfica siguiente:

Gráfica 15 Resultados de Pull Off para Bloque Comerciales



Fuente: propia.

Comparación de esfuerzos promedio de adherencia en repellos con bloques comerciales según las proporciones 1:3 y 1:5.

De las dos dosificaciones utilizadas la proporción 1:3 contempla las mayores resistencias a la adherencia, tomando como referencia una muestra patrón sin ninguna adición de fibra. Se observa que las dosificaciones con porcentaje de fibra del 0.5% fue de 7.29 kg/cm² y 1% fue de 7.9 kg/cm² proporciona un mejor desempeño que la muestra patrón el cuál su promedio fue de 6.28 kg/cm² (**ver gráfico 15, barra color azul**). Mientras que la de 1.5% de fibra fue de 5.26 kg/cm² en su promedio obteniendo resultados en la reducción de adherencia.

Para la proporción 1:5 se observa que no hubo cambios en su resistencia a la adherencia en sus diferentes variantes, siendo la muestra sin adición la que presento mejores resultados con una resistencia a la adherencia de 2.7 Kg/cm². En las variantes con fibra el resultado para el porcentaje de 0.5% fueron de 0.87 Kg/cm². Para 1% fue de 0.63 Kg/cm². En el de 1.5% fueron de 0.67 Kg/cm², esto significa que, por su naturaleza en su cantidad de materiales el mortero no presenta una trabajabilidad adecuada el cual afecta la adhesión (**ver gráfico 15, barra color naranja**).

INTERPRETACION DE LA ADHERENCIA EN REPELLOS CON LADRILLO ROJO.

En este apartado se detalla los resultados obtenidos en dos proporciones de mortero con diferentes adiciones de fibra. Como se observa en la tabla 22 donde se muestra el esfuerzo promedio para los diferentes porcentajes.

Tabla 19

Promedio de resultados de Pull Off para ladrillo rojo.

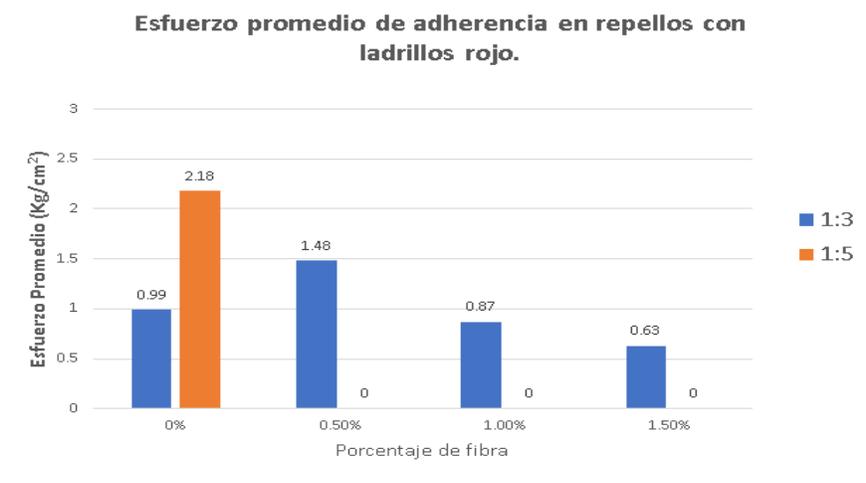
Esfuerzo promedio de adherencia en repellos con ladrillo rojo.

Dosificación	% de fibra	Esfuerzo Promedio (Kg/cm ²)
1:3	0%	0.99
	0.5%	1.48
	1.0%	0.87
	1.5%	0.63
1:5	0%	2.18
	0.5%	-
	1.0%	-
	1.5%	-

Fuente: propia

Estos datos se presentan en la gráfica siguiente:

Gráfica 16 Resultados de Pull Off con ladrillo rojo.



Fuente: Propia.

Comparación de esfuerzos promedio de adherencia en repellos con ladrillo rojo según las proporciones 1:3 y 1:5.

De las dos dosificaciones utilizadas, resalta que la proporción 1:5 contempla las mayores resistencias a la adherencia siendo el patrón la que posee 2.18 kg/cm², no obstante, la adición de fibra para este tipo de superficie afecta negativamente en su adhesión (**ver gráfico 16, barra**

color naranja). Esto puede deberse al tipo de material del ladrillo el cual está hecho principalmente de arcilla provocando una mayor absorción de agua en el mortero, y al ser una mezcla pobre afecta relativamente su adhesión al adicionarle fibra.

La proporción 1:3 tomando como referencia una muestra patrón sin ninguna adición de fibra. Se observa que las dosificaciones con porcentaje de fibra del 0.5% fue de 1.48 kg/cm² y 1% fue de 0.87 kg/cm² proporciona un menor desempeño con respecto a la muestra patrón el cuál su promedio fue de 0.99 kg/cm² (**ver gráfico 16, barra color azul**). Mientras que la de 1.5% de fibra fue de 0.63 kg/cm² en su promedio obteniendo resultados más desfavorables en la adherencia.

TABULACION.

Los valores del ensayo Pull Off obtenida en laboratorio, en cada una de las variables, para la elaboración de los diferentes tipos de mezclas en las cuales se compararon los valores de promedios de resistencia a la adherencia partiendo de la muestra patrón y verificando los incrementos de adición de fibra, dichos valores se encuentran incluidas dentro del apartado 6.3.8 en la tabla prueba de Pull- Off donde se pueden verificar.

4.2.9. Penetración De Cloruros.

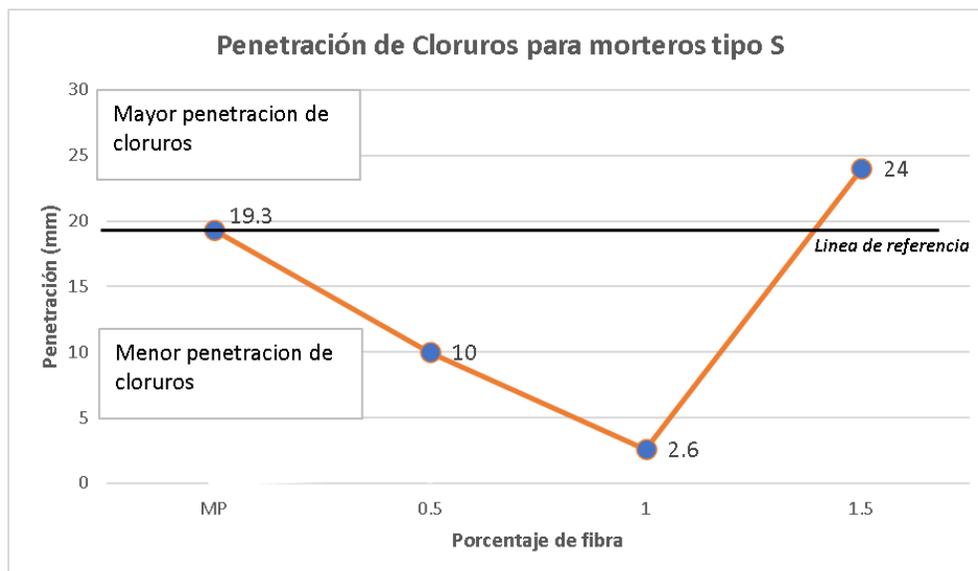
El método colorimétrico es utilizado para la medición de la profundidad de penetración de cloruros en el mortero y está basado en la implementación del nitrato de plata (AgNO₃) en conjunto con el cromato de potasio (K₂CrO₄) los cuales reaccionan formando una decoloración.

ANALISIS.

La profundidad de penetración se indica en la Grafica 17 y gráfica 18, para todos los porcentajes de adición corresponden a un promedio obtenido de las muestras, midiendo desde la

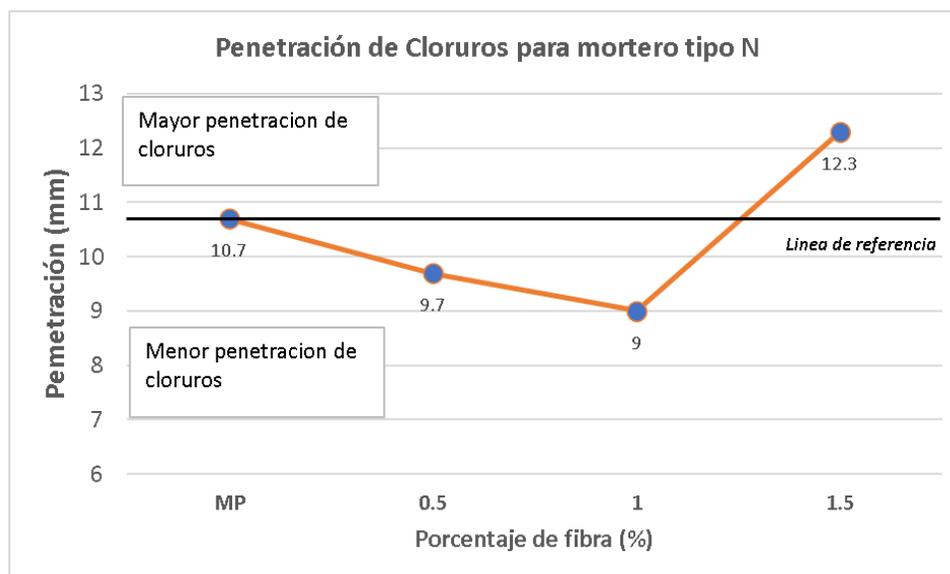
cara externa hacia el centro de la sección. Se registro las mediciones y se efectuó la sumatoria de las cuatro lecturas.

Gráfica 17 Resumen de penetración de cloruros dosificación 1:3



Fuente: propia

Gráfica 18 Resumen de penetración de cloruros de dosificación 1:5



Fuente: propia

Tabla 20

Resumen de resultados de Penetración de Cloruros

Esfuerzo promedio de Penetración de Cloruros			
Dosificación	Porcentaje de fibra	Profundidad de Penetración (mm)	Profundidad porcentual (%)
1:3	0%	19.3	-
	0.5%	10	48.18
	1%	2.6	86.52
	1.5%	24	-24.35
1:5	0%	10.7	-
	0.5%	9.7	9.34
	1%	9.0	15.88
	1.5%	12.3	-14.95

Fuente propia

El comportamiento observado según los datos obtenidos se explica como la adición de fibra tiene un efecto favorable al reducir ya sea la cantidad de poros o la conectividad de estos, constituyendo una especie de barrera para el paso de iones. Es así como para el porcentaje de adición de 0,5% de fibra natural de coco se obtiene una disminución en la profundidad de la penetración de cloruros del 48,18%, mientras que para el 1,0 % de fibra se obtuvo una baja del 86,52% respecto del con 0%, Para el 1,5% de adición se puede ver un aumento de la profundidad de penetración del 24% respecto al mortero con 0%, atribuida a los problemas en el mezclado que generó la aglomeración de trozos de fibra de coco, generando un mortero demasiado poroso esto para el caso del mortero 1:3.

Respecto a la alternativa del mortero 1:5 tenemos un comportamiento similar, pero con porcentajes relativamente bajos, por ejemplo, el mortero con 0.5% de fibra se observa una disminución de la profundidad de penetración del 9.34%, para 1.0% una disminución también del 15.88% y para el porcentaje de adición de fibra natural de coco del 1.5% un aumento de la profundidad de 14.95% respecto a la muestra patrón

De acuerdo con lo anterior, queda descartada una posible reacción química que tienda a tomar parte de los cloruros que ingresan al interior del mortero y formen compuestos estables (como ocurre con cenizas volantes cuando son utilizadas como adición en que forman C3A con parte de los cloruros reduciendo por tanto la disponibilidad de iones libres), ya que la fibra de coco es totalmente inactiva frente a estos.

TABULACION.

La penetración de cloruros se comparó partiendo de los resultados de la muestra patrón y verificando la profundidad con cada incremento de adición de fibra, dichos valores se encuentran incluidas en el apartado 6.3.9 del capítulo 6.

CAPITULO 5

CONCLUSIONES Y

RECOMENDACIONES.

5.1. CONCLUSIONES

- De acuerdo con los resultados obtenidos podemos concluir que la fluidez se ve afectada negativamente con cada adición de fibra para ambos tipos de morteros tipo N y Tipo S, es decir sus porcentajes de fluidez son menores, lo que se puede traducir en menos trabajabilidad en las mezclas de acuerdo con los datos obtenidos y la evaluación de las mezclas. Se observó que presentaron disminución en su fluidez en comparación con la muestra patrón sin ninguna fibra. Esto puede deberse a la aglomeración de fibra al momento del mezclado, también debido a una posible absorción por parte de la fibra, siendo estas las dos posibles razones de su cambio percibiéndose que la trabajabilidad con cada incremento disminuyó.
- Con la adición de fibra se observó un comportamiento en las mezclas de una reducción de los tiempos de fraguado, obteniendo fraguados iniciales cortos al igual que los fraguados finales se redujeron significativamente con cada incremento de fibra, para ambos tipos de morteros, por lo cual se concluye que la adición de fibra reduce los tiempos de fraguado.
- Según los datos y el comportamiento de las mezclas Tipo "S" se puede concluir que la fibra contribuye en la resistencia a la compresión del mortero ya que esta mejora la unión entre pasta y agregado por lo cual las mezclas de 0.5% presentaron pequeñas variaciones en la mejora de la resistencia y la de 1% pudimos ver que la resistencia ganada fue menor que la muestra patrón, sin embargo, cumple con la esperada de 125 kg/cm^2 ; por lo tanto concluimos del estudio que las mezclas con los porcentajes de adición de 0.5% de fibra y 1% de fibra para mortero tipo "S" son las que mejor cumplían el desempeño por resistencias.
- Para los casos de mortero tipo "N" de las observaciones y resultados podemos definir que, con la adición de fibra se obtuvieron resistencias iniciales por debajo de la muestra patrón en

todos los porcentajes de fibra, pero con resistencias finales mucho más superiores para los porcentajes de 1% y 1.5% respectivamente.

- Con el uso de fibra en los morteros estudiados, de acuerdo con las mediciones realizadas concluimos que, tras las adiciones realizadas, los morteros tienen una tendencia a volverse menos densos y existe una pequeña pérdida de peso a lo largo de la edad de los morteros, este comportamiento fue igual para todos los morteros incluidas las muestras patrones; más sin embargo fue mucho más evidente con cada incremento de fibra en donde los cubos de mortero presentaban diferencias en sus pesos.
- Respecto a las propiedades mecánica de adherencia para la superficie en bloques concluimos que la adición de fibra mejora la adherencia en los casos de 0.5% y 1% de fibra respectivamente, no así para el caso de 1.5% para los morteros tipo S, para los casos de morteros tipo N no presentaron mejoras en la adherencia. También podemos concluir que el esfuerzo promedio de adherencia en superficies de ladrillo rojo mejoro exclusivamente para mortero tipo "S" en el porcentaje 0.5% y que para todas las otras variantes fue inferior.
- Según las pruebas ejecutadas en la penetración de cloruros y a los ensayos obtenidos concluimos que para los morteros tipo "N" y Tipo "S", la adición de fibra en los porcentajes de 0.5% y 1% frenaron la penetración de cloruros en los morteros con respecto a la muestra patrón, no así para el porcentaje de 1.5% donde la penetración de cloruros fue mayor.
- Finalmente podemos concluir que con los resultados obtenido y el comportamiento de mezclas para morteros tipo S es el que presenta mejoras en sus capacidades mecánicas en estado endurecido y en estado fresco y se recomienda su uso en, repellos y afinados en superficies en pared de bloque, así como también para obras complementarias como pudiesen ser aceras o cordones cunetas por mencionar algunos.

5.2. RECOMENDACIONES.

- Se recomienda al momento de la compactación de los cubos de mortero aplicar una fuerza apropiada en la sucesión de golpes, esto para evitar la segregación entre las capas de compactación y tener homogeneidad de los especímenes ya que la aglomeración de fibra puede dificultar la consolidación de la mezcla fresca.
- Se recomienda agregar el porcentaje de fibra definido posterior al primer mezclado del agua, cemento, y agregados o verterlos al mismo tiempo que el agregado fino.
- Se sugiere que cuando se utilice el mortero con fibra de coco, se realice una buena planificación de tiempos desde su elaboración hasta su colocación debido a que el mortero tiende a fragura más rápido al adicionarle fibra de coco.
- Con el uso de morteros con fibra natural de coco se recomienda que el tiempo de traslado y colocación de las mezclas sea considerado, ya que las mezclas con fibra de coco tienden a endurecerse en un menor tiempo que las mezclas convencionales.
- Los morteros tipo "S" con adiciones de fibra de 0.5% su resistencia fue mayores que las muestras patrones y la 1.0% cumplen con las resistencias esperadas por lo tanto son aptas para el uso en superficies que resisten cargas como podrían ser ceras, firmes en pisos u otros de este tipo.
- Es recomendable el uso de fibra en el mortero en porcentajes de 0.5% y 1.0% en superficies de pared de bloque, ya que el uso de la fibra en estos porcentajes mejora la adherencia entre capas de mortero.

- Al momento de realizar el ensayo de colorímetro, es indispensable que la aplicación se realice en un lugar donde no entre los rayos del sol ya que el nitrato de plata es muy susceptible a la luz solar lo que provoca que el químico se haga color negro.
- Para los morteros expuesto o ambientes en donde se tiene concentración de cloruros se recomienda el uso de morteros con adiciones de fibra de 0.5% y 1.0% ya que estos frenan la penetración de los cloruros.
- Se recomienda, tomando en cuenta las resistencias y características de los morteros que sus usos sean en repellos, aceras peatonales, cordones cunetas, no así para funciones estructurales como son los morteros de tipo grout.

CAPITULO 6
REFERENCIAS
BIBLIOGRÁFICAS Y
ANEXOS.

6.1. PROPUESTA DE TRABAJO.

- Estudio técnico del comportamiento de resistencia y adherencia del mortero utilizando fibra natural de coco para longitudes de fibra de 1,2,3 cm.
- Determinación de la trabajabilidad idónea estudiando relaciones agua cemento para los morteros con fibras naturales.
- Estudio técnico del comportamiento de la fibra de coco como adición en el diseño de mezclas de morteros calcáreos de baja resistencia tipo N y S para obras civiles.
- Análisis del uso de morteros a base de fibra natural de coco en mampostería estructural.
- Estudio técnico de la penetración de cloruros en morteros.

6.2. REFERENCIAS.

ACI 544.4R-18 Guide to Design with Fiber-Reinforced Concrete Reported by ACI Committee

544.

Amaya Valencia, Mauricio Alfredo, Díaz Acosta, Carlos Ernesto. (2011). *Manual de guías de laboratorio enfocadas al control de calidad de materiales para las asignaturas:*

“ingeniería de materiales” y “tecnología del concreto”. (339 pp.) Trabajo de Grado de

la Universidad de El Salvador Facultad de Ingeniería. San Salvador (El Salvador)

ASTM C 109/C 109M – 02: *Standard Test Method for Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars (Using 2-in. or [50-mm] Cube Specimens)*

ASTM C 144-02: *Standard Specification for Aggregate for Masonry Mortar*

ASTM C 230/C 230M-03: *Specification for Flow Table for Use in Tests of Hydraulic Cement*

ASTM C 270 – 02: *Standard Specification for Mortar for Unit Masonry*

ASTM C 91 – 03: *Standard Specification for Masonry Cement*

ASTM C128 – 07: *Standard Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity), and Absorption of Fine Aggregate*

ASTM C1437-07: *Standard Test Method for Flow of Hydraulic Cement Mortar*

ASTM C29 / C29M – 09: Standard Test Method for Bulk Density (Unit Weight) and Voids in Aggregate.

ASTM C403: *Standard Test Method for Time of Setting of Concrete Mixtures by Penetration Resistance*

ASTM D4541-16: *Standard Guide for Quality Assurance of Mortars*

Constructor Civil. *Dosificación de morteros*. Recuperado el 18 de diciembre de 2010 de

<https://www.elconstructorcivil.com/2011/01/dosificacion-de-morteros.html>.

Grupo Editorial Océano. (1990). *Enciclopedia de la Construcción Arquitectura e Ingeniería*.

(Vol. 1, pp. 103-112). Nueva York (EE.UU): McGraw-Hill.

Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto. (enero-2011). *Cemento para Albañilería*

(Mortero)/Especificaciones y métodos de prueba. Sección Coleccionable 47. (pp. 41-71)

Revista ALCONPAT, Volumen 5, Número 2, mayo - agosto 2015, Páginas 149 – 159

Rivera López, Gerardo Antonio. (2004). *Concreto Simple*. (pp.13-82). Facultad de Ingeniería

Civil de la Universidad del Cauca (Colombia).

Salamanca Correa, Rodrigo. (2001). *La tecnología de los Morteros*. (pp. 41-48). Bogotá

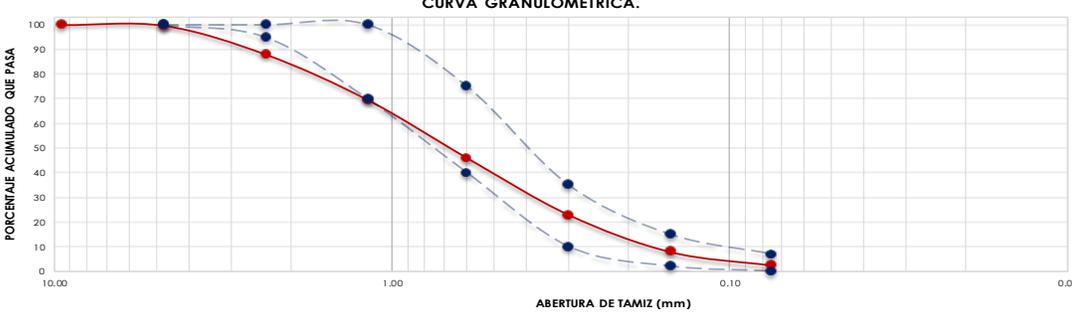
(Colombia).

Sánchez de Guzmán, Diego. (2001). *Tecnología del concreto y del mortero* (5ta ed., pp. 57-108,

303-317). Bogotá (Colombia): Bhandar Editores.

6.3. ANEXOS.

6.3.1. Tabulación De Agregados Finos (ASTM C 136 – C144).

Universidad de El Salvador Facultad Multidisciplinaria Oriental Departamento de Ingeniería y Arquitectura									
									
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO DE AGREGADO FINO (ASTM C-144).									
PROYECTO: Estudio técnico del comportamiento de la fibra de coco como adición en el diseño de mezclas de morteros baja resistencia Tipo N Y S para obras civiles.									
Solicitante:		Miguel Enrique Hernández Portillo, Mauricio Alberto Campos Rivera							
Ubicación		Laboratorio de Suelos y Materiales, UES FMO							
Laboratoristas:		Miguel Enrique Hernández Portillo, Mauricio Alberto Campos Rivera							
Tipo de arena:		Natural							
Procedencia:		Rio Lempa							
Fecha del Muestreo :					Fecha de Ensayo :				
					10-diciembre-2019				
CANTIDAD					PROPIEDADES FISICAS DE AGREGADO.				
Masa Inicial Total de Material (g):					500.0				
Masa de Material Retenida Despues de Lavado (g):					500.0				
Masa de Material que Pasa Malla No.200 (g):					0.0				
					Forma de grano:				
					Redonda y Subangular				
					Clasificación:				
					Arena Media				
					Modulo de Finura:				
					2.7				
Designacion de Tamiz.	Abertura. (mm).	Masa Retenida Parcial (g).	Porcentaje Retenido parcial.	Porcentaje Retenido Acumulado.	Porcentaje Que Pasa.	Requerimientos Segun ASTM C-		Resultados Obtenidos.	
						Minimo.	Maximo.		
3/8	9.50 mm		0.0	0.00	100.00	100.0	100.0	D 60: 0.95	
No. 4	4.75 mm	1.6	0.3	0.32	99.68	100.0	100.0	D 30: 0.39	
No. 8	2.36 mm	59.0	11.8	12.12	87.88	95.0	100.0	D 10: 0.17	
No. 16	1.18 mm	92.0	18.4	30.52	69.48	70.0	100.0	Cu: 5.53	
No. 30	0.60 mm	117.6	23.5	54.04	45.96	40.0	75.0	Cc: 0.95	
No. 50	0.30 mm	115.3	23.1	77.10	22.90	10.0	35.0	Grava: 0.0	
No. 100	0.15 mm	75.0	15.0	92.10	7.90	2.0	15.0	Arena: 97.6	
No. 200	0.075 mm	27.4	5.5	97.58	2.42	0.0	7.0	Finos: 2.4	
Fondo		11.3	2.3	99.84					
	SUMA	499.2							
CURVA GRANULOMETRICA.									
									
OBSERVACIONES.									

6.3.2. *Peso Unitario (ASTM C 29).*

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES



Determinación de peso unitario suelto, varillado o sacudido en agregados, según ASTM C 29

PROYECTO: Estudio técnico del comportamiento de la fibra de coco como adición en el diseño de mezclas de morteros de baja resistencia Tipo N Y S para obras civiles.

Tipo de muestra: Agregado fino

Lugar de procedencia: Rio El Jiboa.

Fecha de realización: 17 de Diciembre de 2019

Laboratoristas: CAMPOS RIVERA, MAURICIO ALBERTO
HERNÁNDEZ PORTILLO, MIGUEL ENRIQUE

PESO VOLUMETRICO SUELTO				
Descripción	Unidad	1.00	2.00	3.00
Identificación del molde				
Peso molde	Kg	2.85	2.85	2.85
Peso molde + Agregado	Kg	5.14	5.20	5.19
Peso Agregado	Kg	2.29	2.36	2.34
Vol. promedio del molde	m ³	0.003	0.003	0.003
Peso volumétrico Suelto	kg/m ³	817.86	841.07	835.71
Peso volumétrico suelto prom.	kg/m ³	831.55		

PESO VOLUMETRICO VARILLADO				
Descripción	Unidad	1.00	2.00	3.00
Identificación del molde				
Peso molde	Kg	2.85	2.85	2.85
Peso molde + Agregado	Kg	5.47	5.48	5.40
Peso Agregado	Kg	2.63	2.64	2.55
Vol. promedio del molde	m ³	0.00	0.00	0.00
Peso volumétrico Suelto	kg/m ³	938.57	941.07	910.71
Peso volumétrico suelto prom.	kg/m ³	930.12		

6.3.3. Gravedad Especifica Y Absorcion De Agregados Fino (ASTM C 128).

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
 FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
 DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
 LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES



MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA DENSIDAD, DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA), Y ABSORCIÓN DE AGREGADO FINO (ASTM C 128)

PROYECTO: Estudio técnico del comportamiento de la fibra de coco como adición en el diseño de mezclas de morteros de baja resistencia Tipo N Y S para obras civiles.

Tipo de muestra: Agregado fino

Lugar de procedencia: Rio El Jiboa.

Fecha de realización: 17 de diciembre de 2019

Laboratoristas: CAMPOS RIVERA, MAURICIO ALBERTO
 HERNÁNDEZ PORTILLO, MIGUEL ENRIQUE

GRAVEDAD ESPECIFICA DEL AGREGADO FINO POR EL METODO DEL PICNOMETRO	
Peso inicial de la muestra saturada superficialmente seca (W _{ss}):	200.00
Peso del frasco más agua(W _{fa}):	1307.00
Peso del frasco-agua+agregado fino (W _{faa}):	1421.00
Gravedad especifica en masa (Gs)	2.33
ABSORCION	
Peso del recipiente:	81.40
Peso inicial de la muestra saturada superficialmente seca (W _{ss}):	200.00
Peso seco de la muestra (W _s):	192.60
% Absorción:	3.8%

6.3.4. Prueba De Fluidez (ASTM C 1437).

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES



Metodo de ensayo de fluidez para morteros (ASTM C 1437)

PROYECTO: Estudio técnico del comportamiento de la fibra de coco como adición en el diseño de mezclas de morteros baja resistencia Tipo N Y S para obras civiles.

Solicitante: Miguel Enrique Hernandez Portillo, Mauricio Alberto Campos Rivera

Ubicación: Laboratorio de Suelos y Materiales -UES

Tipo de agregado: Arena del Rio Jiboa

Fecha de recepción de la muestra: 25 de febrero de 2020

Hora del ensayo: 10:00 AM

Temperatura inicial: 29 °C

Dosificación	Porcentaje de fibra	Lectura 1	Lectura 2	Lectura 3	Lectura 4	SUMA
1;3	0%	29	28	29	29	115
	0.5%	28	26	28	28	110
	1%	27	27	26	27	107
	1.5%	25	25	27	26	103
1;5	0%	27	28	26	28	109
	0.5%	26	27	25	26	104
	1%	25	25	25	26	101
	1.5%	-	-	-	-	La mezcla es muy dura

6.3.5. Prueba De Resistencia A La Compresión De Mezclas De 1:3.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR									
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL									
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA									
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES									
									
CONTROL DE ENSAYOS A COMPRESION DE ESPECIMENES EN LABORATORIO									
PROYECTO: Estudio técnico del comportamiento de la fibra de coco como adición en el diseño de mezclas de morteros baja resistencia Tipo N Y S para obras civiles.									
Tipo de mortero:	Mortero Tipo "S"								
Proporción:	1:3								
Resistencia esperada:	125								
Tipo de muestra:	Muestra Patrón (MP)								
Laboratoristas:	CAMPOS RIVERA, MAURICIO ALBERTO HERNÁNDEZ PORTILLO, MIGUEL ENRIQUE								
Correlativo interno No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Identificación:	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
Proyecto/ Solicitante:	FMO-UES	FMO-UES	FMO-UES	FMO-UES	FMO-UES	FMO-UES	FMO-UES	FMO-UES	FMO-UES
Fecha de elaboración:									
Edad de ensayo (días):	7 días	7 días	7 días	14 días	14 días	14 días	28 días	28 días	28 días
Fecha de ensayo:									
F'c o MR (kg/cm2):	125	125	125	125	125	125	125	125	125
Tipo de espécimen:	Cubo	Cubo	Cubo	Cubo	Cubo	Cubo	Cubo	Cubo	Cubo
Ancho 1 (mm):	50.60	51.13	50.99	50.92	50.91	50.76	51.08	51.16	51.23
Ancho 2 (mm):	50.74	50.76	50.67	51.06	50.97	51.36	51.18	51.00	51.47
Altura promedio (mm):	51.97	51.3	51.07	51.91	51.2	51.69	51.59	51.44	51.5
Masa del espécimen (kg)	276	274	272	271	270	273	277	276	275
Lectura (kgf):	2,403.90	2,428.00	2,539.90	3,512.00	3,701.00	3,900.00	3,921.50	4,268.90	3,997.70
RESUMEN DE RESULTADOS									
Correlativo interno No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Identificación:	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
Edad de ensayo (días):	7 días			14 días			28 días		
Resistencia ganada:	93.63	93.55	98.31	135.08	142.63	149.60	150.00	163.61	151.61
Porcentaje de ganancia	74.90%	74.84%	78.64%	108.06%	114.10%	119.68%	120.00%	130.89%	121.29%
PROMEDIOS									
Promedio	95.16			142.43			155.08		

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
 FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
 DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
 LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES



CONTROL DE ENSAYOS A COMPRESION DE ESPECIMENES EN LABORATORIO

PROYECTO: Estudio técnico del comportamiento de la fibra de coco como adición en el diseño de mezclas de morteros baja resistencia Tipo N Y S para obras civiles.

Tipo de mortero: Mortero Tipo "S"
Proporción: 1:3
Resistencia esperada: 125
Tipo de muestra: Muestra 0.5% de Fibra
Laboratoristas: CAMPOS RIVERA, MAURICIO ALBERTO
 HERNÁNDEZ PORTILLO, MIGUEL ENRIQUE

Correlativo interno No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Identificación:	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
Proyecto/ Solicitante:	FMO-UES	FMO-UES	FMO-UES	FMO-UES	FMO-UES	FMO-UES	FMO-UES	FMO-UES	FMO-UES
Fecha de elaboración:									
Edad de ensayo (días):	7 días	7 días	7 días	14 días	14 días	14 días	28 días	28 días	28 días
Fecha de ensayo:									
F'c o MR (kg/cm2):	125	125	125	125	125	125	125	125	125
Tipo de espécimen:	Cubo	Cubo	Cubo	Cubo	Cubo	Cubo	Cubo	Cubo	Cubo
Ancho 1 (mm):	50.92	50.86	50.89	50.86	50.88	50.94	50.93	50.81	50.90
Ancho 2 (mm):	50.89	50.89	50.89	50.97	51.06	50.87	50.75	50.93	51.10
Altura promedio (mm):	51.38	51.76	51.36	51.71	52.18	51.75	51.13	51.79	51.79
Masa del espécimen (kg)	278	276	276	274	273	274	273	276	277
Lectura (kgf):	2,839.00	2,939.00	2,840.00	1,945.90	2,659.00	2,859.90	4,566.4	3,767.90	4,216.60

Correlativo interno No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Identificación:	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
Edad de ensayo (días):	7 días			14 días			28 días		
Resistencia ganada:	109.56	113.55	109.66	75.06	102.35	110.36	176.67	145.61	162.12
Porcentaje de ganancia	87.65%	90.84%	87.73%	60.05%	81.88%	88.29%	141.34%	116.48%	129.69%

Promedio	110.92	95.93	161.46
-----------------	---------------	--------------	---------------

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES



CONTROL DE ENSAYOS A COMPRESION DE ESPECIMENES EN LABORATORIO

PROYECTO: Estudio técnico del comportamiento de la fibra de coco como adición en el diseño de mezclas de morteros baja resistencia Tipo N Y S para obras civiles.

Tipo de mortero: Mortero Tipo "S"
Proporción: 1:3
Resistencia esperada: 125
Tipo de muestra: Muestra 1.0% de Fibra
Laboratoristas: CAMPOS RIVERA, MAURICIO ALBERTO
HERNÁNDEZ PORTILLO, MIGUEL ENRIQUE

Observaciones:

Correlativo interno No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Identificación:	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
Proyecto/ Solicitante:	FMO-UES								
Fecha de elaboración:									
Edad de ensayo (días):	7 días	7 días	7 días	14 días	14 días	14 días	28 días	28 días	28 días
Fecha de ensayo:									
F'c o MR (kg/cm²):	125	125	125	125	125	125	125	125	125
Tipo de espécimen:	Cubo								
Ancho 1 (mm):	50.94	51.41	51.44	51.82	50.97	51.00	50.94	50.90	51.68
Ancho 2 (mm):	51.01	51.36	51.17	51.21	50.97	51.00	50.97	50.92	50.92
Altura promedio (mm):	52.3	51.68	52.13	51.81	52.18	51.98	51.65	51.75	51.35
Masa del espécimen (kg)	273	272	274	270	269	270	269	268	268
Lectura (kgf):	2,390.60	2,146.00	2,941.90	2,856.20	2,542.00	2,804.80	3,803.90	3,611.20	3,702.40

Correlativo interno No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Identificación:	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
Edad de ensayo (días):	7 días			14 días			28 días		
Resistencia ganada:	92.00	81.28	111.77	107.63	97.85	107.84	146.51	139.33	140.69
Porcentaje de ganancia	73.60%	65.02%	89.41%	86.10%	78.28%	86.27%	117.20%	111.46%	112.55%

Promedio	95.01	104.44	142.18
-----------------	--------------	---------------	---------------

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES



CONTROL DE ENSAYOS A COMPRESION DE ESPECIMENES EN LABORATORIO

PROYECTO: Estudio técnico del comportamiento de la fibra de coco como adición en el diseño de mezclas de morteros baja resistencia Tipo N Y S para obras civiles.

Tipo de mortero: Mortero Tipo "S"
Proporción: 1:3
Resistencia esperada: 125
Tipo de muestra: Muestra 1.5% de Fibra
Laboratoristas: CAMPOS RIVERA, MAURICIO ALBERTO
HERNÁNDEZ PORTILLO, MIGUEL ENRIQUE

Correlativo interno No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Identificación:	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
Proyecto/ Solicitante:	FMO-UES								
Fecha de elaboración:									
Edad de ensayo (días):	7 días	7 días	7 días	14 días	14 días	14 días	28 días	28 días	28 días
Fecha de ensayo:									
F'c o MR (kg/cm ²):	125	125	125	125	125	125	125	125	125
Tipo de espécimen:	Cubo								
Ancho 1 (mm):	50.86	50.96	51.92	50.90	50.95	50.96	51.04	50.74	51.13
Ancho 2 (mm):	50.95	51.00	50.84	51.18	51.08	51.03	50.83	51.02	51.02
Altura promedio (mm):	51.4	51.65	51.78	51.88	51.72	51.73	51.07	51.82	51.5
Masa del espécimen (kg)	264	262	263	266	265	263	264	262	265
Lectura (kgf):	1,121.00	1,145.00	1,608.00	2,728.90	2,589.70	2,595.30	3,111.40	3,089.70	3,165.90

Observaciones:

Correlativo interno No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Identificación:	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
Edad de ensayo (días):	7 días			14 días			28 días		
Resistencia ganada:	43.26	44.06	60.92	104.75	99.51	99.80	119.93	119.35	121.36
Porcentaje de ganancia	34.61%	35.24%	48.73%	83.80%	79.61%	79.84%	95.94%	95.48%	97.09%
Promedio	49.41			101.35			120.21		

6.3.6. Prueba De Resistencia A La Compresion De Mezclas De 1:3.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR									
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL									
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA									
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES									
									
CONTROL DE ENSAYOS A COMPRESION DE ESPECIMENES EN LABORATORIO									
PROYECTO: Estudio técnico del comportamiento de la fibra de coco como adición en el diseño de mezclas de morteros baja resistencia Tipo N Y S para obras civiles.									
Tipo de mortero:	Mortero Tipo "N"								
Proporción:	1:5								
Resistencia esperada:	55								
Tipo de muestra:	Muestra Patrón (MP)								
Laboratoristas:	CAMPOS RIVERA, MAURICIO ALBERTO HERNÁNDEZ PORTILLO, MIGUEL ENRIQUE								
Correlativo interno No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Identificación:	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
Proyecto/ Solicitante:	FMO-UES	FMO-UES	FMO-UES	FMO-UES	FMO-UES	FMO-UES	FMO-UES	FMO-UES	FMO-UES
Fecha de elaboración:									
Edad de ensayo (días):	7 días	7 días	7 días	14 días	14 días	14 días	28 días	28 días	28 días
Fecha de ensayo:									
F'c o MR (kg/cm2):	55	55	55	55	55	55	55	55	55
Tipo de espécimen:	Cubo	Cubo	Cubo	Cubo	Cubo	Cubo	Cubo	Cubo	Cubo
Ancho 1 (mm):	50.84	51.22	51.40	50.92	50.91	50.76	51.50	51.48	51.34
Ancho 2 (mm):	50.97	51.00	51.16	51.06	50.97	51.36	51.54	51.29	51.00
Altura promedio (mm):	51.61	51.88	51.84	51.91	51.2	51.69	52.24	51.07	51.44
Masa del espécimen (kg)	268	269	270	271	270	273	279	277	272
Lectura (kgf):	1,502.60	1,087.00	1,616.00	1,350.00	1,358.00	1,417.00	1,385.00	1,316.00	1,903.80
Correlativo interno No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Identificación:	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
Edad de ensayo (días):	7 días			14 días			28 días		
Resistencia ganada:	57.99	41.61	61.45	51.92	52.33	54.35	52.18	49.84	72.71
Porcentaje de ganancia	105.43%	75.66%	111.73%	94.41%	95.15%	98.82%	94.87%	90.62%	132.20%
Promedio	53.68			52.87			58.24		

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES



CONTROL DE ENSAYOS A COMPRESION DE ESPECIMENES EN LABORATORIO

PROYECTO: Estudio técnico del comportamiento de la fibra de coco como adición en el diseño de mezclas de morteros baja resistencia Tipo N Y S para obras civiles.

Tipo de mortero: Mortero Tipo "N"
Proporción: 1:5
Resistencia esperada: 55
Tipo de muestra: Muestra 0.5% de Fibra
Laboratoristas: CAMPOS RIVERA, MAURICIO ALBERTO
HERNÁNDEZ PORTILLO, MIGUEL ENRIQUE

Observaciones:

Correlativo interno No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Identificación:	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
Proyecto/ Solicitante:	FMO-UES								
Fecha de elaboración:									
Edad de ensayo (días):	7 días	7 días	7 días	14 días	14 días	14 días	28 días	28 días	28 días
Fecha de ensayo:									
F'c o MR (kg/cm2):	55	55	55	55	55	55	55	55	55
Tipo de espécimen:	Cubo								
Ancho 1 (mm):	50.96	50.94	50.84	50.90	50.85	50.90	50.95	51.13	51.20
Ancho 2 (mm):	50.79	50.84	50.92	50.92	50.93	50.82	50.88	51.16	51.21
Altura promedio (mm):	50.7	51.36	50.31	50.8	50.88	51.25	51.06	51.33	51.06
Masa del espécimen (kg)	262	265	262	262	261	263	262	263	265
Lectura (kgf):	1,480.00	1,470.00	1,363.00	1,098.00	1,309.00	1,322.00	1,650.00	1,494.00	1,370.00

Observaciones:

Correlativo interno No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Identificación:	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
Edad de ensayo (días):	7 días			14 días			28 días		
Resistencia ganada:	57.18	56.76	52.65	42.36	50.54	51.11	63.65	57.11	52.25
Porcentaje de ganancia	103.97%	103.20%	95.73%	77.03%	91.90%	92.92%	115.73%	103.84%	95.00%

Promedio	55.53			48.01			57.67		
-----------------	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES



CONTROL DE ENSAYOS A COMPRESION DE ESPECIMENES EN LABORATORIO

PROYECTO: Estudio técnico del comportamiento de la fibra de coco como adición en el diseño de mezclas de morteros baja resistencia Tipo N Y S para obras civiles.

Tipo de mortero: Mortero Tipo "N"
Proporción: 1:5
Resistencia esperada: 55
Tipo de muestra: Muestra 1.0% de Fibra
Laboraristas: CAMPOS RIVERA, MAURICIO ALBERTO
HERNÁNDEZ PORTILLO, MIGUEL ENRIQUE

Observaciones:

Correlativo interno No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Identificación:	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
Proyecto/ Solicitante:	FMO-UES								
Fecha de elaboración:									
Edad de ensayo (días):	7 días	7 días	7 días	14 días	14 días	14 días	28 días	28 días	28 días
Fecha de ensayo:									
F'c o MR (kg/cm2):	55	55	55	55	55	55	55	55	55
Tipo de espécimen:	Cubo								
Ancho 1 (mm):	51.15	50.89	50.85	50.89	50.91	50.79	50.92	50.91	50.97
Ancho 2 (mm):	51.16	50.97	50.86	50.83	50.80	50.89	50.97	50.89	51.09
Altura promedio (mm):	51.43	51.49	51.57	51.56	51.48	51.33	51.41	50.99	51.47
Masa del espécimen (kg)	264	263	262	264	260	261	264	261	264
Lectura (kgf):	1,295.00	1,140.60	1,130.10	1,097.00	1,492.00	1,490.00	2,054.30	1,695.80	1,997.50

Correlativo interno No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Identificación:	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
Edad de ensayo (días):	7 días			14 días			28 días		
Resistencia ganada:	49.49	43.97	43.70	42.41	57.69	57.65	79.15	65.45	76.71
Porcentaje de ganancia	89.98%	79.95%	79.45%	77.11%	104.89%	104.81%	143.91%	119.01%	139.47%

Promedio	45.72			52.58			73.77		
-----------------	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES



CONTROL DE ENSAYOS A COMPRESION DE ESPECIMENES EN LABORATORIO

PROYECTO: Estudio técnico del comportamiento de la fibra de coco como adición en el diseño de mezclas de morteros baja resistencia Tipo N Y S para obras civiles.

Tipo de mortero: Mortero Tipo "N"
Proporción: 1:5
Resistencia esperada: 55
Tipo de muestra: Muestra 1.5% de Fibra
Laboratoristas: CAMPOS RIVERA, MAURICIO ALBERTO
HERNÁNDEZ PORTILLO, MIGUEL ENRIQUE

Observaciones:

Correlativo interno No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Identificación:	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
Proyecto/ Solicitante:	FMO-UES	FMO-UES	FMO-UES	FMO-UES	FMO-UES	FMO-UES	FMO-UES	FMO-UES	FMO-UES
Fecha de elaboración:									
Edad de ensayo (días):	7 días	7 días	7 días	14 días	14 días	14 días	28 días	28 días	28 días
Fecha de ensayo:									
F'c o MR (kg/cm²):	55	55	55	55	55	55	55	55	55
Tipo de espécimen:	Cubo	Cubo	Cubo	Cubo	Cubo	Cubo	Cubo	Cubo	Cubo
Ancho 1 (mm):	50.02	50.67	50.99	50.80	51.02	51.06	50.97	51.00	50.93
Ancho 2 (mm):	50.80	51.50	51.70	51.05	51.09	50.90	51.23	51.26	51.18
Altura promedio (mm):	51.99	52.22	52.27	51.85	51.3	51.74	51.73	51.89	52.32
Masa del espécimen (kg)	264	262	264	263	261	262	264	265	268
Lectura (kgf):	1,220.00	1,012.00	1,085.00	957.00	1,389.00	1,390.00	2,106.90	1,898.80	1,997.90

Observaciones:

Correlativo interno No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Identificación:	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
Edad de ensayo (días):	7 días			14 días			28 días		
Resistencia ganada:	48.01	38.78	41.16	36.90	53.29	53.48	80.69	72.63	76.65
Porcentaje de ganancia	87.30%	70.51%	74.83%	67.09%	96.89%	97.24%	146.70%	132.06%	139.36%

Promedio	42.65			47.89			76.66		
-----------------	--------------	--	--	--------------	--	--	--------------	--	--

6.3.7. Prueba De Tiempos De Fraguado.

TIEMPO TRANSCURRIDO		Diámetro de Aguja (pulg.)	ÁREA (pulg ²)	CARGA (lb)	ESFUERZO (PSI)	
Hora Penetración	Horas Transcurridas					Minutos
11:20	01:20	80	0.36	1/10	10	100
11:40	01:40	100	0.36	1/10	20	200
11:50	01:50	110	0.36	1/10	24	240
12:45	02:45	165	0.36	1/10	42	420
13:15	03:15	195	0.36	1/10	60	600
13:30	03:30	210	0.25	1/20	40	800
14:10	04:10	250	0.18	1/40	32	1280
14:35	04:35	275	0.18	1/40	46	1840
15:00	05:00	300	0.18	1/40	68	2720
15:40	05:40	340	0.18	1/40	76	3040
16:10	06:10	370	0.18	1/40	96	3840
16:20	06:20	380	0.18	1/40	110	4400
16:30	06:30	390	0.18	1/40	120	4800

SOLICITANTE: Mauricio Alberto Campos Rivera ENSAYO: 2021-E508-001
 UBICACIÓN : San Salvador
 PROYECTO : Estudio Técnico comportamiento de la fibra de coco como adición de mezclas de mortero de baja resistencia tipo N y S para obras civiles FECHA DE MEZCLADO: 6/1/2021
FECHA FINAL DEL ENSAYO: 6/1/2021
 FECHA DE ENSAYO: 13/1/2021 TEMPERATURA INICIAL: 17.7
 LABORATORISTAS: VR RELACIÓN a/mc: 0.65
 HORA ELABORACIÓN: 10:00 REVENIMIENTO (IN): --
 OBSERVACIONES: Mezcla patrón 1:3

ESFUERZO MÍNIMO, psi **500** ESFUERZO MÁXIMO, psi **4000**

Fraguado Inicial 161 minutos
 Fraguado Final 384 minutos

Tiempo de Fraguado

$y = 0.0027x^{2.3877}$
 $R^2 = 0.9835$

G. Aguirre
Ing. Gabriela Aguirre
Jefe de laboratorio

J. Bo.
Vp. Bo.

www.iscyc.net



CENTRO DE INVESTIGACIONES ISCYC
ING. JOSÉ ALEJANDRO BELLEGARRIGUE SUÁREZ

Calle Gerardo Barrios No. 1436, Colonia Cucumacayán, Departamento de San Salvador, teléfono: 2121-8900

**TIEMPO DE FRAGUADO EN MEZCLAS DE CONCRETO
POR RESISTENCIA LA PENETRACIÓN
ASTM C-403**

SOLICITANTE: Mauricio Alberto Campos Rivera

ENSAYO: 2021-E508-004

UBICACIÓN : San Salvador

PROYECTO : Estudio Técnico comportamiento de la fibra de coco como adición de mezclas de mortero de baja resistencia tipo N y S para obras civiles

FECHA DE MEZCLADO: 13/1/2020

FECHA FINAL DEL ENSAYO: 13/1/2020

FECHA DE ENSAYO: 13/1/2021

TEMPERATURA INICIAL: 20.2°C

LABORATORISTAS: VR

RELACIÓN a/mc: 0.65

HORA ELABORACIÓN: 10:15

REVENIMIENTO (IN): --

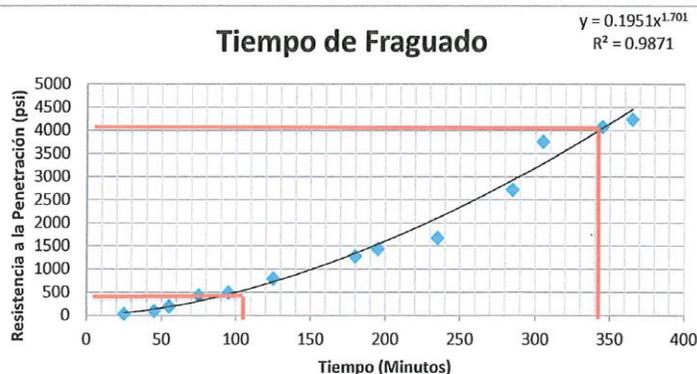
OBSERVACIONES: Proporción 1:3, 0.5% fibra

ESFUERZO MÍNIMO, psi **500** ESFUERZO MÁXIMO, psi **4000**

TIEMPO TRANSCURRIDO			Diámetro de Aguja (pulg)	ÁREA (pulg ²)	CARGA (lb)	ESFUERZO (PSI)
Hora Penetración	Horas Transcurridas	Minutos				
10:40	00:25	25	0.56	1/4	10	40
11:00	00:45	45	0.36	1/10	10	100
11:10	00:55	55	0.36	1/10	20	200
11:30	01:15	75	0.25	1/20	22	440
11:50	01:35	95	0.25	1/20	25	500
12:20	02:05	125	0.18	1/40	20	800
13:15	03:00	180	0.18	1/40	32	1280
13:30	03:15	195	0.18	1/40	36	1440
14:10	03:55	235	0.18	1/40	42	1680
15:00	04:45	285	0.18	1/40	68	2720
15:20	05:05	305	0.18	1/40	94	3760
16:00	05:45	345	0.18	1/40	102	4080
16:20	06:05	365	0.18	1/40	106	4240

Fraguado Inicial 101 minutos

Fraguado Final 343 minutos



Gabriela Aguirre
Ing. Gabriela Aguirre
Jefe de laboratorio

V. B.
Vo. B.





CENTRO DE INVESTIGACIONES ISCYC
ING. JOSÉ ALEJANDRO BELLEGARRIGUE SUÁREZ

Calle Gerardo Barrios No. 1436, Colonia Cucumacayán, Departamento de San Salvador, teléfono: 2121-8900

**TIEMPO DE FRAGUADO EN MEZCLAS DE CONCRETO
POR RESISTENCIA LA PENETRACIÓN
ASTM C-403**

SOLICITANTE: Mauricio Alberto Campos Rivera

ENSAYO: 2021-E508-002

UBICACIÓN : San Salvador

PROYECTO : Estudio Técnico comportamiento de la fibra de coco como adición de mezclas de mortero de baja resistencia tipo N y S para obras civiles

FECHA DE MEZCLADO: 7/1/2021

FECHA FINAL DEL ENSAYO: 7/1/2021

FECHA DE ENSAYO: 7/1/2021

TEMPERATURA INICIAL: 26.9°C

LABORATORISTAS: VR

RELACIÓN a/mc: 0.9

HORA ELABORACIÓN: 10:00

REVENIMIENTO (IN): --

OBSERVACIONES: Proporción 1:3, 1% fibra

ESFUERZO MÍNIMO, psi

500

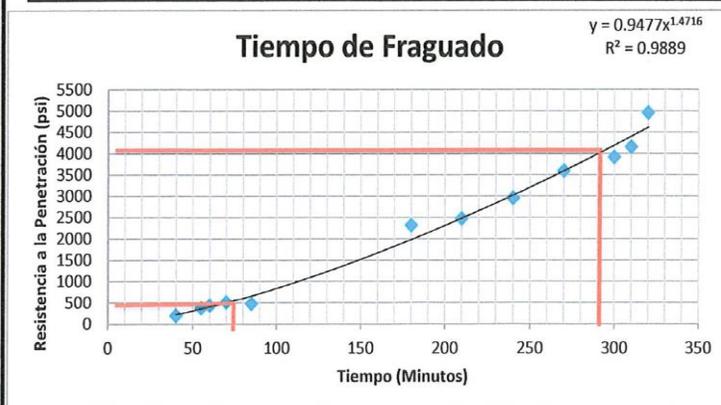
ESFUERZO MÁXIMO, psi

4000

TIEMPO TRANSCURRIDO			Diámetro de Aguja pulg.	ÁREA (pulg ²)	CARGA (lb)	ESFUERZO (PSI)
Hora Penetración	Horas Transcurridas	Minutos				
10:40	00:40	40	0.80	1/2	102	204
10:55	00:55	55	0.25	1/20	19	380
11:00	01:00	60	0.25	1/20	22	440
11:10	01:10	70	0.25	1/20	26	520
11:25	01:25	85	0.25	1/20	24	480
13:00	03:00	180	0.18	1/40	58	2320
13:30	03:30	210	0.18	1/40	62	2480
14:00	04:00	240	0.18	1/40	74	2960
14:30	04:30	270	0.18	1/40	90	3600
15:00	05:00	300	0.18	1/40	98	3920
15:10	05:10	310	0.18	1/40	104	4160
15:20	05:20	320	0.18	1/40	124	4960

Fraguado Inicial 71 minutos

Fraguado Final 291 minutos



Ing. Gabriela Aguirre
Jefe de laboratorio

Vo. Bo.





CENTRO DE INVESTIGACIONES ISCYC
ING. JOSÉ ALEJANDRO BELLEGARRIGUE SUÁREZ

Calle Gerardo Barrios No. 1436, Colonia Cucumacayán, Departamento de San Salvador, teléfono: 2121-8900

**TIEMPO DE FRAGUADO EN MEZCLAS DE CONCRETO
POR RESISTENCIA LA PENETRACIÓN
ASTM C-403**

SOLICITANTE: Mauricio Alberto Campos Rivera

ENSAYO: 2021-E508-003

UBICACIÓN : San Salvador

PROYECTO : Estudio Técnico comportamiento de la fibra de coco como adición de mezclas de mortero de baja resistencia tipo N y S para obras civiles

FECHA DE MEZCLADO: 7/1/2021

FECHA FINAL DEL ENSAYO: 7/1/2021

FECHA DE ENSAYO: 7/1/2021

TEMPERATURA INICIAL: 26.9°C

LABORATORISTAS: VR

RELACIÓN a/mc: 0.9

HORA ELABORACIÓN: 11:25

REVENIMIENTO (IN): --

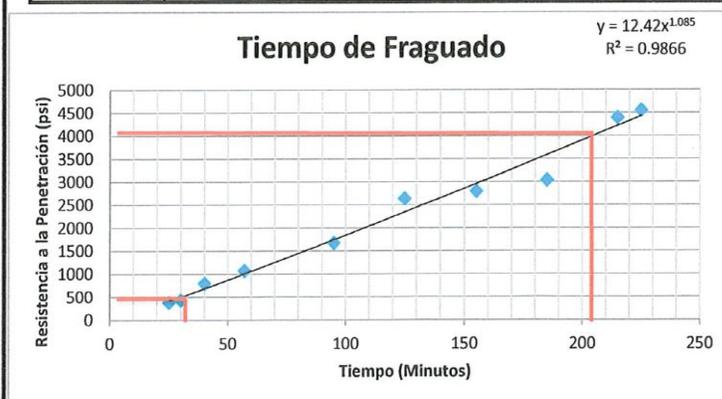
OBSERVACIONES: Proporción 1:3, 1.5% fibra

ESFUERZO MÍNIMO, psi **500** ESFUERZO MÁXIMO, psi **4000**

TIEMPO TRANSCURRIDO			Diámetro de Aguja (plug)	ÁREA (pulg ²)	CARGA (lb)	ESFUERZO (PSI)
Hora Penetración	Horas Transcurridas	Minutos				
11:50	00:25	25	0.56	1/4	96	384
11:55	00:30	30	0.56	1/4	110	440
12:05	00:40	40	0.36	1/10	80	800
12:22	00:57	57	0.36	1/10	108	1080
13:00	01:35	95	0.18	1/40	42	1680
13:30	02:05	125	0.18	1/40	66	2640
14:00	02:35	155	0.18	1/40	70	2800
14:30	03:05	185	0.18	1/40	76	3040
15:00	03:35	215	0.18	1/40	110	4400
15:10	03:45	225	0.18	1/40	114	4560

Fraguado Inicial 30 minutos

Fraguado Final 205 minutos



Ing. Gabriela Aguirre
Jefe de laboratorio

Vo. Bo.





CENTRO DE INVESTIGACIONES ISCYC
ING. JOSÉ ALEJANDRO BELLEGARRIGUE SUÁREZ

Calle Gerardo Barrios No. 1436, Colonia Cucumacayán, Departamento de San Salvador, teléfono: 2121-8900

**TIEMPO DE FRAGUADO EN MEZCLAS DE CONCRETO
POR RESISTENCIA LA PENETRACIÓN
ASTM C-403**

SOLICITANTE: Mauricio Alberto Campos Rivera

ENSAYO: 2021-E508-005

UBICACIÓN : San Salvador

PROYECTO : Estudio Técnico comportamiento de la fibra de coco como adición de mezclas de mortero de baja resistencia tipo N y S para obras civiles

FECHA DE MEZCLADO: 7/1/2021

FECHA FINAL DEL ENSAYO: 7/1/2021

FECHA DE ENSAYO: 7/1/2021

TEMPERATURA INICIAL: 23.3°C

LABORATORISTAS: V.R., A.M.

RELACIÓN a/mc: 0.9

HORA ELABORACIÓN: 09:10

REVENIMIENTO (IN): --

OBSERVACIONES: Proporción 1:5, Patron

ESFUERZO MÍNIMO, psi

500

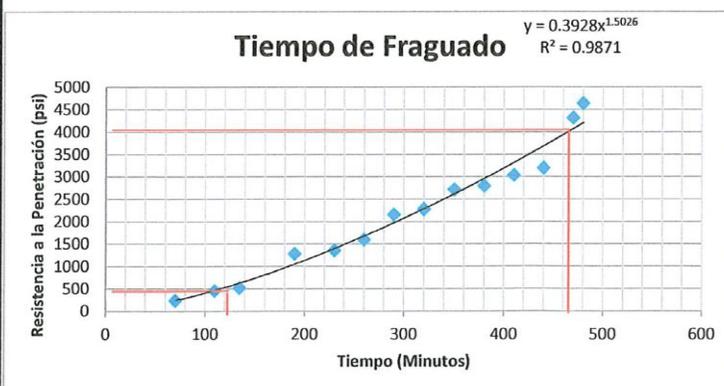
ESFUERZO MÁXIMO, psi

4000

TIEMPO TRANSCURRIDO			Diámetro de Aguja (pulg)	ÁREA (pulg ²)	CARGA (lb)	ESFUERZO (PSI)
Hora Penetración	Horas Transcurridas	Minutos				
10:20	01:10	70	0.36	1/10	24	240
11:00	01:50	110	0.25	1/20	23	460
11:25	02:15	135	0.25	1/20	26	520
12:20	03:10	190	0.18	1/40	32	1280
13:00	03:50	230	0.18	1/40	34	1360
13:30	04:20	260	0.18	1/40	40	1600
14:00	04:50	290	0.18	1/40	54	2160
14:30	05:20	320	0.18	1/40	57	2280
15:00	05:50	350	0.18	1/40	68	2720
15:30	06:20	380	0.18	1/40	70	2800
16:00	06:50	410	0.18	1/40	76	3040
16:30	07:20	440	0.18	1/40	80	3200
17:00	07:50	470	0.18	1/40	108	4320
17:10	08:00	480	0.18	1/40	116	4640

Fraguado Inicial 116 minutos

Fraguado Final 465 minutos



Ing. Gabriela Aguirre
Jefe de laboratorio

Vo. Bg.





CENTRO DE INVESTIGACIONES ISCYC
ING. JOSÉ ALEJANDRO BELLEGARRIGUE SUÁREZ

Calle Gerardo Barrios No. 1436, Colonia Cucumacayán, Departamento de San Salvador, teléfono: 2121-8900

**TIEMPO DE FRAGUADO EN MEZCLAS DE CONCRETO
POR RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN
ASTM C-403**

SOLICITANTE: Mauricio Alberto Campos Rivera

ENSAYO: 2021-E508-006

UBICACIÓN : San Salvador

PROYECTO : Estudio Técnico comportamiento de la fibra de coco como adición de mezclas de mortero de baja resistencia tipo N y S para obras civiles

FECHA DE MEZCLADO: 8/1/2021

FECHA FINAL DEL ENSAYO: 8/1/2021

FECHA DE ENSAYO: 8/1/2021

TEMPERATURA INICIAL: 21.1°C

LABORATORISTAS: V.R., A.M.

RELACIÓN a/mc: 0.9

HORA ELABORACIÓN: 07:50

REVENIMIENTO (IN): --

OBSERVACIONES: Proporción 1:6, 0.5% fibra

ESFUERZO MÍNIMO, psi **500** ESFUERZO MÁXIMO, psi **4000**

TIEMPO TRANSCURRIDO			Diámetro de Aguja (pulg)	ÁREA (pulg ²)	CARGA (lb)	ESFUERZO (PSI)
Hora Penetración	Horas Transcurridas	Minutos				
08:30	00:40	40	0.56	1/4	54	216
08:40	00:50	50	0.56	1/4	100	400
08:45	00:55	55	0.25	1/20	22	440
08:55	01:05	65	0.25	1/20	24	480
09:05	01:15	75	0.25	1/20	26	520
09:30	01:40	100	0.25	1/20	30	600
10:00	02:10	130	0.25	1/20	60	1200
10:30	02:40	160	0.18	1/40	38	1520
11:00	03:10	190	0.18	1/40	46	1840
11:30	03:40	220	0.18	1/40	48	1920
12:00	04:10	250	0.18	1/40	54	2160
12:20	04:30	270	0.18	1/40	68	2720
13:00	05:10	310	0.18	1/40	76	3040
13:30	05:40	340	0.18	1/40	93	3720
14:00	06:10	370	0.18	1/40	102	4080
14:10	06:20	380	0.18	1/40	112	4480

Fraguado Inicial 69 minutos

Fraguado Final 372 minutos



Ing. Gabriela Aguirre
Jefe de laboratorio

Vo. Bp.





**Fundación
ISCYC**

CENTRO DE INVESTIGACIONES ISCYC
ING. JOSÉ ALEJANDRO BELLEGARRIGUE SUÁREZ

Calle Gerardo Barrios No. 1436, Colonia Cucumacayán, Departamento de San Salvador, teléfono: 2121-8900

**TIEMPO DE FRAGUADO EN MEZCLAS DE CONCRETO
POR RESISTENCIA LA PENETRACIÓN
ASTM C-403**

SOLICITANTE: Mauricio Alberto Campos Rivera

ENSAYO: 2021-E508-007

UBICACIÓN : San Salvador

PROYECTO : Estudio Técnico comportamiento de la fibra de coco como adición de mezclas de mortero de baja resistencia tipo N y S para obras civiles

FECHA DE MEZCLADO: 8/1/2021

FECHA FINAL DEL ENSAYO: 8/1/2021

FECHA DE ENSAYO: 8/1/2021

TEMPERATURA INICIAL: 26.7

LABORATORISTAS: V.R., A.M.

RELACIÓN a/mc: 0.9

HORA ELABORACIÓN: 10:15

REVENIMIENTO (IN): --

OBSERVACIONES: Proporción 1:5, 1.0% fibra

ESFUERZO MÍNIMO, psi

500

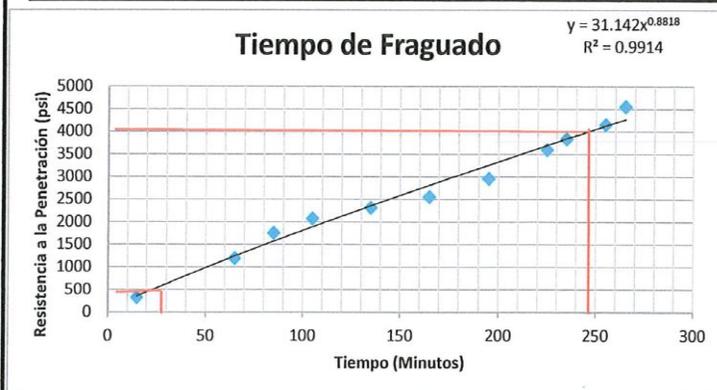
ESFUERZO MÁXIMO, psi

4000

TIEMPO TRANSCURRIDO			Diámetro de Aguja (pulg)	ÁREA (pulg ²)	CARGA (lb)	ESFUERZO (PSI)
Hora Penetración	Horas Transcurridas	Minutos				
10:30	00:15	15	0.56	1/4	82	328
11:20	01:05	65	0.18	1/40	30	1200
11:40	01:25	85	0.18	1/40	44	1760
12:00	01:45	105	0.18	1/40	52	2080
12:30	02:15	135	0.18	1/40	58	2320
13:00	02:45	165	0.18	1/40	64	2560
13:30	03:15	195	0.18	1/40	74	2960
14:00	03:45	225	0.18	1/40	90	3600
14:10	03:55	235	0.18	1/40	96	3840
14:30	04:15	255	0.18	1/40	104	4160
14:40	04:25	265	0.18	1/40	114	4560

Fraguado Inicial 23 minutos

Fraguado Final 246 minutos



Gabriela Aguirre
Ing. Gabriela Aguirre
Jefe de laboratorio

Mauricio Campos
Vo. Bo.





**Fundación
ISCYC**

CENTRO DE INVESTIGACIONES ISCYC
ING. JOSÉ ALEJANDRO BELLEGARRIGUE SUÁREZ

Calle Gerardo Barrios No. 1436, Colonia Cucumacayán, Departamento de San Salvador, teléfono: 2121-8900

**TIEMPO DE FRAGUADO EN MEZCLAS DE CONCRETO
POR RESISTENCIA LA PENETRACIÓN
ASTM C-403**

SOLICITANTE: Mauricio Alberto Campos Rivera

ENSAYO: 2021-E508-008

UBICACIÓN : San Salvador

PROYECTO : Estudio Técnico comportamiento de la fibra de coco como adición de mezclas de mortero de baja resistencia tipo N y S para obras civiles

FECHA DE MEZCLADO: 8/1/2021

FECHA FINAL DEL ENSAYO: 8/1/2021

FECHA DE ENSAYO: 8/1/2021

TEMPERATURA INICIAL: 26.6

LABORATORISTAS: V.R. , A.M.

RELACIÓN a/mc: 0.9

HORA ELABORACIÓN: 10:05

REVENIMIENTO (IN): --

OBSERVACIONES: Proporción 1:5, 1.5% fibra

ESFUERZO MÍNIMO, psi

500

ESFUERZO MÁXIMO, psi

4000

TIEMPO TRANSCURRIDO			Diámetro de Aguja (pulg)	ÁREA (pulg ²)	CARGA (lb)	ESFUERZO (PSI)
Hora Penetración	Horas Transcurridas	Minutos				
10:20	00:15	15	0.56	1/4	66	264
10:35	00:30	30	0.56	1/4	102	408
10:40	00:35	35	0.56	1/4	110	440
10:50	00:45	45	0.25	1/20	32	640
11:20	01:15	75	0.18	1/40	32	1280
11:40	01:35	95	0.18	1/40	40	1600
12:00	01:55	115	0.18	1/40	60	2400
13:00	02:55	175	0.18	1/40	64	2560
13:30	03:25	205	0.18	1/40	75	3000
14:00	03:55	235	0.18	1/40	78	3120
14:30	04:25	265	0.18	1/40	98	3920
14:40	04:35	275	0.18	1/40	102	4080
14:50	04:45	285	0.18	1/40	108	4320

Fraguado Inicial 32 minutos

Fraguado Final 265 minutos

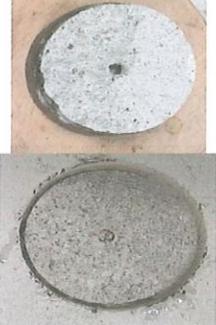


Ing. Gabriela Aguirre
Jefe de laboratorio

Vo. Bp.



6.3.8. Prueba De Pull Off (ASTM D 4541).

 Fundación ISCYC		CENTRO DE INVESTIGACIONES ISCYC ING. JOSÉ ALEJANDRO BELLEGARRIGUE SUÁREZ Calle Gerardo Barrios No. 1436, Colonia Cucumacayán, Departamento de San Salvador, teléfono: 2121-8900					
ESFUERZO DE ADHERENCIA DE REVESTIMIENTO USANDO EQUIPO DE ADHESIÓN PORTÁTILES ASTM D-4541							
SOLICITANTE:		<i>Mauricio Alberto Campos Rivera</i>			ENSAYO:		2021-E307-001
PROYECTO:		<i>Estudio Técnico comportamiento de la fibra de coco como adición de mezclas de mortero de baja resistencia tipo N y S para obras civiles</i>					
MUESTRA:		<i>Proporción patrón 1:3</i>					
FECHA DE ENSAYO:		<i>13/01/2021</i>					
MATERIAL		<i>Bloque comercial</i>					
PERSONAL:		<i>V.R. S.P. J.H.</i>		CALCULÓ		<i>V.R.</i>	
OBSERVACIONES:							
Ensayo N°	Indicación Manómetro	Fuerza (kN)	Diámetro Disco (cm)	Fuerza (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Hora de Ensayo	Plano de Falla
1	600.0	2.8	7.0	280.66	7.29	08:30:00 a.m.	No. 1
2	550.0	2.5	7.0	257.22	6.68	08:30:00 a.m.	No. 1
3	400.0	1.8	7.0	186.88	4.86	08:30:00 a.m.	No. 1
4		-	-	-	-		
Registro de falla							
No. 1 Cohesión interna de mortero							
No. 2 Interfaz mortero-superficie							
No. 3 Interfaz mortero-adhesivo							
No. 4 Interfaz mortero-superficie							
Ensayo N° 1		Ensayo N° 2			Ensayo N° 3		
							
 Ing. Gabriela Aguirre Jefe de laboratorio				  Vo. Bo.			



Fundación
ISCYC

CENTRO DE INVESTIGACIONES ISCYC
ING. JOSÉ ALEJANDRO BELLEGARRIGUE SUÁREZ

Calle Gerardo Barrios No. 1436, Colonia Cucumacayán, Departamento de San Salvador, teléfono:
2121-8900

ESFUERZO DE ADHERENCIA DE REVESTIMIENTO USANDO EQUIPO DE ADHESIÓN PORTÁTILES
ASTM D-4541

ENSAYO: 2021-E307-003

SOLICITANTE: Mauricio Alberto Campos Rivera

PROYECTO: Estudio Técnico comportamiento de la fibra de coco como adición de mezclas de mortero de baja resistencia tipo N y S para obras civiles

MUESTRA: Proporción 1:3, 0.5% fibra de coco

FECHA DE ENSAYO: 13/01/2021

MATERIAL: Bloque comercial

PERSONAL: V.R. S.P. J.H. CALCULÓ V.R.

OBSERVACIONES: _____

Ensayo N°	Indicación Manómetro	Fuerza (kN)	Diámetro Disco (cm)	Fuerza (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Hora de Ensayo	Plano de Falla
1	600.0	2.8	7.0	280.66	7.29	04:00:00 p.m.	No. 1
2	500.0	2.3	7.0	233.77	6.07	04:00:00 p.m.	No. 1
3	700.0	3.2	7.0	327.55	8.51	04:00:00 p.m.	No. 1
4		-	-	-	-		

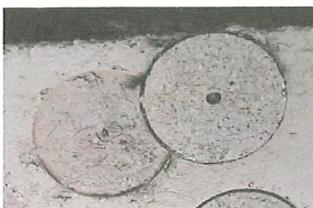
Registro de falla

- No. 1 Cohesión interna de mortero
- No. 2 Interfaz mortero-superficie
- No. 3 Interfaz mortero-adhesivo
- No. 4 Interfaz mortero-superficie

Ensayo N° 1



Ensayo N° 2

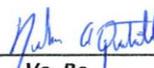


Ensayo N° 3




Ing. Gabriela Aguirre
Jefe de laboratorio




Vo. Bo.



CENTRO DE INVESTIGACIONES ISCYC
ING. JOSÉ ALEJANDRO BELLEGARRIGUE SUÁREZ

Calle Gerardo Barrios No. 1436, Colonia Cucumacayán, Departamento de San Salvador, teléfono:
 2121-8900

ESFUERZO DE ADHERENCIA DE REVESTIMIENTO USANDO EQUIPO DE ADHESIÓN PORTÁTILES
ASTM D-4541

	ENSAYO:	2021-E307-004
SOLICITANTE:	<u>Mauricio Alberto Campos Rivera</u>	
PROYECTO:	<u>Estudio Técnico comportamiento de la fibra de coco como adición de mezclas de mortero de baja resistencia tipo N y S para obras civiles</u>	
MUESTRA:	<u>Proporción 1:3 , 0.5% fibra de coco</u>	
FECHA DE ENSAYO:	<u>13/01/2021</u>	
MATERIAL	<u>Ladrillo Rojo</u>	
PERSONAL:	<u>V.R. S.P. J.H.</u>	CALCULÓ
OBSERVACIONES:		<u>V.R.</u>

Ensayo N°	Indicación Manómetro	Fuerza (kN)	Diámetro Disco (cm)	Fuerza (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Hora de Ensayo	Plano de Falla
1	100.0	0.5	7.0	46.21	1.20	04:00:00 p.m.	No. 1
2	150.0	0.7	7.0	69.65	1.81	04:00:00 p.m.	No. 1
3	120.0	0.5	7.0	55.59	1.44	04:00:00 p.m.	No. 1
4		-	-	-	-		

Registro de falla

- No. 1 Cohesión interna de mortero
- No. 2 Interfaz mortero-superficie
- No. 3 Interfaz mortero-adhesivo
- No. 4 Interfaz mortero-superficie

Ensayo N° 1



Ensayo N° 2

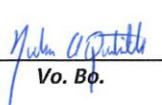


Ensayo N° 3




 Ing. Gabriela Aguirre
 Jefe de laboratorio




 Vo. Bp.



Fundación
ISCYC

CENTRO DE INVESTIGACIONES ISCYC
ING. JOSÉ ALEJANDRO BELLEGARRIGUE SUÁREZ

Calle Gerardo Barrios No. 1436, Colonia Cucumacayán, Departamento de San Salvador, teléfono:
2121-8900

ESFUERZO DE ADHERENCIA DE REVESTIMIENTO USANDO EQUIPO DE ADHESIÓN PORTÁTILES
ASTM D-4541

ENSAYO: 2021-E307-007

SOLICITANTE: Mauricio Alberto Campos Rivera
PROYECTO: Estudio Técnico comportamiento de la fibra de coco como adición de mezclas de mortero de baja resistencia tipo N y S para obras civiles
MUESTRA: Proporción 1:3, 1.5% fibra de coco
FECHA DE ENSAYO: 15/01/2021
MATERIAL: Bloque comercial
PERSONAL: V.R. S.P. J.H. CALCULÓ V.R.
OBSERVACIONES: _____

Ensayo N°	Indicación Manómetro	Fuerza (kN)	Diámetro Disco (cm)	Fuerza (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Hora de Ensayo	Plano de Falla
1	300.0	1.4	7.0	139.99	3.64	03:30:00 p.m.	No. 1
2	600.0	2.8	7.0	280.66	7.29	03:30:00 p.m.	No. 1
3	400.0	1.8	7.0	186.88	4.86	03:30:00 p.m.	No. 1
4		-	-	-	-		

Registro de falla

- No. 1 Cohesión interna de mortero
- No. 2 Interfaz mortero-superficie
- No. 3 Interfaz mortero-adhesivo
- No. 4 Interfaz mortero-superficie

Ensayo N° 1



Ensayo N° 2

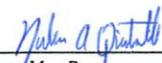


Ensayo N° 3




Ing. Gabriela Aguirre
Jefe de laboratorio




Vo. Bo.



Fundación
ISCYC

CENTRO DE INVESTIGACIONES ISCYC
ING. JOSÉ ALEJANDRO BELLEGARRIGUE SUÁREZ

Calle Gerardo Barrios No. 1436, Colonia Cucumacayán, Departamento de San Salvador, teléfono:
2121-8900

ESFUERZO DE ADHERENCIA DE REVESTIMIENTO USANDO EQUIPO DE ADHESIÓN PORTÁTILES
ASTM D-4541

ENSAYO: 2021-E307-005

SOLICITANTE: Mauricio Alberto Campos Rivera
PROYECTO: Estudio Técnico comportamiento de la fibra de coco como adición de mezclas de mortero de baja resistencia tipo N y S para obras civiles
MUESTRA: Proporción 1:3, 1% fibra de coco
FECHA DE ENSAYO: 15/01/2021
MATERIAL: Bloque comercial
PERSONAL: V.R. S.P. J.H. CALCULÓ V.R.
OBSERVACIONES: _____

Ensayo N°	Indicación Manómetro	Fuerza (kN)	Diámetro Disco (cm)	Fuerza (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Hora de Ensayo	Plano de Falla
1	700.0	3.2	7.0	327.55	8.51	08:00:00 a.m.	No. 1
2	650.0	3.0	7.0	304.11	7.90	08:00:00 a.m.	No. 1
3	600.0	2.8	7.0	280.66	7.29	08:00:00 a.m.	No. 1
4		-	-	-	-		

Registro de falla

- No. 1 Cohesión interna de mortero
- No. 2 Interfaz mortero-superficie
- No. 3 Interfaz mortero-adhesivo
- No. 4 Interfaz mortero-superficie

Ensayo N° 1



Ensayo N° 2

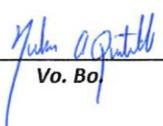


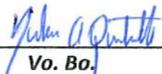
Ensayo N° 3




Ing. Gabriela Aguirre
Jefe de laboratorio




Vo. Bo.

 Fundación ISCYC		CENTRO DE INVESTIGACIONES ISCYC ING. JOSÉ ALEJANDRO BELLEGARRIGUE SUÁREZ Calle Gerardo Barrios No. 1436, Colonia Cucumacayán, Departamento de San Salvador, teléfono: 2121-8900					
ESFUERZO DE ADHERENCIA DE REVESTIMIENTO USANDO EQUIPO DE ADHESIÓN PORTÁTILES ASTM D-4541							
SOLICITANTE: PROYECTO: MUESTRA: FECHA DE ENSAYO: MATERIAL: PERSONAL: OBSERVACIONES:		ENSAYO: 2021-E307-008 <hr/> <i>Mauricio Alberto Campos Rivera</i> <hr/> <i>Estudio Técnico comportamiento de la fibra de coco como adición de mezclas de mortero de baja resistencia tipo N y S para obras civiles</i> <hr/> <i>Proporción 1:3, 1.5% fibra de coco</i> <hr/> <i>15/01/2021</i> <hr/> <i>Ladrillo rojo</i> <hr/> <i>V.R. S.P. J.H.</i> CALCULÓ <i>V.R.</i> <hr/>					
Ensayo N°	Indicación Manómetro	Fuerza (kN)	Diámetro Disco (cm)	Fuerza (kg)	Esfuerzo (kg/cm²)	Hora de Ensayo	Plano de Falla
1	40.0	0.2	7.0	18.07	0.47	04:00:00 p.m.	No. 1
2	70.0	0.3	7.0	32.14	0.84	04:00:00 p.m.	No. 2
3	50.0	0.2	7.0	22.76	0.59	04:00:00 p.m.	No. 2
4		-	-	-	-		
Registro de falla No. 1 Cohesión interna de mortero No. 2 Interfaz mortero-superficie No. 3 Interfaz mortero-adhesivo No. 4 Interfaz mortero-superficie							
Ensayo N° 1 		Ensayo N° 2 		Ensayo N° 3 			
 Ing. Gabriela Aguirre Jefe de laboratorio				 Vo. Bo.			
www.iscyc.net							



Fundación
ISCYC

CENTRO DE INVESTIGACIONES ISCYC
ING. JOSÉ ALEJANDRO BELLEGARRIGUE SUÁREZ

Calle Gerardo Barrios No. 1436, Colonia Cucumacayán, Departamento de San Salvador, teléfono:
2121-8900

ESFUERZO DE ADHERENCIA DE REVESTIMIENTO USANDO EQUIPO DE ADHESIÓN PORTÁTILES
ASTM D-4541

ENSAYO: 2021-E307-009

SOLICITANTE: Mauricio Alberto Campos Rivera
PROYECTO: Estudio Técnico comportamiento de la fibra de coco como adición de mezclas de mortero de baja resistencia tipo N y S para obras civiles
MUESTRA: Proporción 1:5 Mezcla patron
FECHA DE ENSAYO: 20/01/2021
MATERIAL: Bloque comercial
PERSONAL: V.R. S.P. J.H. CALCULÓ V.R.
OBSERVACIONES: _____

Ensayo N°	Indicación Manómetro	Fuerza (kN)	Diámetro Disco (cm)	Fuerza (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Hora de Ensayo	Plano de Falla
1	210.0	1.0	7.0	97.79	2.54	09:00:00 a.m.	No. 1
2	370.0	1.7	7.0	172.81	4.49	09:00:00 a.m.	No. 1
3	110.0	0.5	7.0	50.90	1.32	09:00:00 a.m.	No. 1
4		-	-	-	-		

Registro de falla

- No. 1 Cohesión interna de mortero
- No. 2 Interfaz mortero-superficie
- No. 3 Interfaz mortero-adhesivo
- No. 4 Interfaz mortero-superficie

Ensayo N° 1



Ensayo N° 2

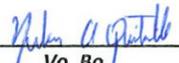


Ensayo N° 3




Ing. Gabriela Aguirre
Jefe de laboratorio




Vo. Bo.



Fundación
ISCYC

CENTRO DE INVESTIGACIONES ISCYC
ING. JOSÉ ALEJANDRO BELLEGARRIGUE SUÁREZ

Calle Gerardo Barrios No. 1436, Colonia Cucumacayán, Departamento de San Salvador, teléfono:
2121-8900

ESFUERZO DE ADHERENCIA DE REVESTIMIENTO USANDO EQUIPO DE ADHESIÓN PORTÁTILES
ASTM D-4541

ENSAYO: 2021-E307-011

SOLICITANTE: Mauricio Alberto Campos Rivera
PROYECTO: Estudio Técnico comportamiento de la fibra de coco como adición de mezclas de mortero de baja resistencia tipo N y S para obras civiles
MUESTRA: Proporción 1:5 , 0.5% fibra coco
FECHA DE ENSAYO: 20/1/2021
MATERIAL: Bloque comercial
PERSONAL: V.R. S.P. J.H. CALCULÓ V.R.
OBSERVACIONES: _____

Ensayo N°	Indicación Manómetro	Fuerza (kN)	Diámetro Disco (cm)	Fuerza (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Hora de Ensayo	Plano de Falla
1	100.0	0.5	7.0	46.21	1.20	15:00:00	No. 1
2	60.0	0.3	7.0	27.45	0.71	15:00:00	No. 1
3	60.0	0.3	7.0	27.45	0.71	15:00:00	No. 1
4		-	-	-	-		

Registro de falla

- No. 1 Cohesión interna de mortero
- No. 2 Interfaz mortero-superficie
- No. 3 Interfaz mortero-adhesivo
- No. 4 Interfaz mortero-superficie

Ensayo N° 1



Ensayo N° 2

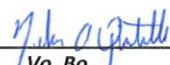


Ensayo N° 3




Ing. Gabriela Aguirre
Jefe de laboratorio




Vo. Bo.



Fundación
ISCYC

CENTRO DE INVESTIGACIONES ISCYC
ING. JOSÉ ALEJANDRO BELLEGARRIGUE SUÁREZ

Calle Gerardo Barrios No. 1436, Colonia Cucumacayán, Departamento de San Salvador, teléfono:
2121-8900

ESFUERZO DE ADHERENCIA DE REVESTIMIENTO USANDO EQUIPO DE ADHESIÓN PORTÁTILES
ASTM D-4541

ENSAYO: 2021-E307-010

SOLICITANTE: Mauricio Alberto Campos Rivera

PROYECTO:

Estudio Técnico comportamiento de la fibra de coco como adición de
mezclas de mortero de baja resistencia tipo N y S para obras civiles

MUESTRA:

Proporción 1:5 Mezcla patron

FECHA DE ENSAYO:

20/01/2021

MATERIAL

Ladrillo rojo

PERSONAL:

V.R. S.P. J.H.

CALCULÓ

V.R.

OBSERVACIONES:

Ensayo N°	Indicación Manómetro	Fuerza (kN)	Diámetro Disco (cm)	Fuerza (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Hora de Ensayo	Plano de Falla
1	240.0	1.1	7.0	111.86	2.91	09:10:00 a.m.	No. 2
2	240.0	1.1	7.0	111.86	2.91	09:10:00 a.m.	No. 2
3	60.0	0.3	7.0	27.45	0.71	09:10:00 a.m.	No. 2
4		-	-	-	-		

Registro de falla

- No. 1 Cohesión interna de mortero
- No. 2 Interfaz mortero-superficie
- No. 3 Interfaz mortero-adhesivo
- No. 4 Interfaz mortero-superficie

Ensayo N° 1



Ensayo N° 2

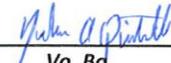


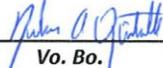
Ensayo N° 3




Ing. Gabriela Aguirre
Jefe de laboratorio




Vo. Ba.

 Fundación ISCYC		CENTRO DE INVESTIGACIONES ISCYC ING. JOSÉ ALEJANDRO BELLEGARRIGUE SUÁREZ Calle Gerardo Barrios No. 1436, Colonia Cucumacayán, Departamento de San Salvador, teléfono: 2121-8900					
ESFUERZO DE ADHERENCIA DE REVESTIMIENTO USANDO EQUIPO DE ADHESIÓN PORTÁTILES ASTM D-4541							
SOLICITANTE: PROYECTO: MUESTRA: FECHA DE ENSAYO: MATERIAL: PERSONAL: OBSERVACIONES:		ENSAYO: 2021-E307-012 <u>Mauricio Alberto Campos Rivera</u> <u>Estudio Técnico comportamiento de la fibra de coco como adición de mezclas de mortero de baja resistencia tipo N y S para obras civiles</u> <u>Proporción 1:5 , 0.5% fibra coco</u> <u>20/1/2021</u> <u>Ladrillo rojo</u> <u>V.R. S.P. J.H. CALCULÓ V.R.</u> <u>El mortero no presentó adherencia a la superficie del ladrillo.</u>					
Ensayo N°	Indicación Manómetro	Fuerza (kN)	Díámetro Disco (cm)	Fuerza (kg)	Esfuerzo (kg/cm²)	Hora de Ensayo	Plano de Falla
1	0.0	-	-	-	-	15:20:00	-
2	0.0	-	-	-	-	15:20:00	-
3	0.0	-	-	-	-	15:00:00	-
4		-	-	-	-		
Registro de falla No. 1 Cohesión interna de mortero No. 2 Interfaz mortero-superficie No. 3 Interfaz mortero-adhesivo No. 4 Interfaz mortero-superficie							
				Descripción de la fotografía: Al momento de realizar el corte para adherir las pastillas de ensayo el mortero fallo en toda la superficie del ladrillo.			
 Ing. Gabriela Aguirre Jefe de laboratorio				 Vo. Bo.			



Fundación
ISCYC

CENTRO DE INVESTIGACIONES ISCYC
ING. JOSÉ ALEJANDRO BELLEGARRIGUE SUÁREZ

Calle Gerardo Barrios No. 1436, Colonia Cucumacayán, Departamento de San Salvador, teléfono:
2121-8900

ESFUERZO DE ADHERENCIA DE REVESTIMIENTO USANDO EQUIPO DE ADHESIÓN PORTÁTILES
ASTM D-4541

ENSAYO: 2021-E307-014

SOLICITANTE: Mauricio Alberto Campos Rivera
 PROYECTO: Estudio Técnico comportamiento de la fibra de coco como adición de mezclas de mortero de baja resistencia tipo N y S para obras civiles
 MUESTRA: Proporción 1:5 , 1.0% fibra coco
 FECHA DE ENSAYO: 21/1/2021
 MATERIAL: Ladrillo rojo
 PERSONAL: V.R. S.P. J.H. CALCULÓ V.R.
 OBSERVACIONES: El mortero no presentó adherencia a la superficie del ladrillo.

Ensayo N°	Indicación Manómetro	Fuerza (kN)	Diámetro Disco (cm)	Fuerza (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Hora de Ensayo	Plano de Falla
1	0.0	-	-	-	-	15:20:00	-
2	0.0	-	-	-	-	15:20:00	-
3	0.0	-	-	-	-	15:00:00	-
4		-	-	-	-		

Registro de falla

- No. 1 Cohesión interna de mortero
- No. 2 Interfaz mortero-superficie
- No. 3 Interfaz mortero-adhesivo
- No. 4 Interfaz mortero-superficie



Descripción de la fotografía:

Al momento de preparar el ensayo se presentó una falla entre el mortero y la superficie del ladrillo.


Ing. Gabriela Aguirre
Jefe de laboratorio




Vo. Bo.



Fundación
ISCYC

CENTRO DE INVESTIGACIONES ISCYC
ING. JOSÉ ALEJANDRO BELLEGARRIGUE SUÁREZ

Calle Gerardo Barrios No. 1436, Colonia Cucumacayán, Departamento de San Salvador, teléfono:
2121-8900

ESFUERZO DE ADHERENCIA DE REVESTIMIENTO USANDO EQUIPO DE ADHESIÓN PORTÁTILES
ASTM D-4541

ENSAYO: 2021-E307-013

SOLICITANTE: Mauricio Alberto Campos Rivera

PROYECTO: Estudio Técnico comportamiento de la fibra de coco como adición de mezclas de mortero de baja resistencia tipo N y S para obras civiles

MUESTRA: Proporción 1:5, 1.0% fibra coco

FECHA DE ENSAYO: 21/1/2021

MATERIAL: Bloque comercial

PERSONAL: V.R. S.P. J.H. **CALCULÓ** V.R.

OBSERVACIONES: _____

Ensayo N°	Indicación Manómetro	Fuerza (kN)	Diámetro Disco (cm)	Fuerza (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Hora de Ensayo	Plano de Falla
1	50.0	0.2	7.0	22.76	0.59	08:15:00	No. 1
2	60.0	0.3	7.0	27.45	0.71	08:15:00	No. 1
3	50.0	0.2	7.0	22.76	0.59	08:15:00	No. 1
4		-	-	-	-		

Registro de falla

- No. 1 Cohesión interna de mortero
- No. 2 Interfaz mortero-superficie
- No. 3 Interfaz mortero-adhesivo
- No. 4 Interfaz mortero-superficie

Ensayo N° 1



Ensayo N° 2



Ensayo N° 3



Ing. Gabriela Aguirre
Jefe de laboratorio



Vo. Bo.



Fundación
ISCYC

CENTRO DE INVESTIGACIONES ISCYC
ING. JOSÉ ALEJANDRO BELLEGARRIGUE SUÁREZ

Calle Gerardo Barrios No. 1436, Colonia Cucumacayán, Departamento de San Salvador, teléfono:
2121-8900

ESFUERZO DE ADHERENCIA DE REVESTIMIENTO USANDO EQUIPO DE ADHESIÓN PORTÁTILES
ASTM D-4541

ENSAYO: **2021-E307-016**

SOLICITANTE: Mauricio Alberto Campos Rivera
PROYECTO: Estudio Técnico comportamiento de la fibra de coco como adición de mezclas de mortero de baja resistencia tipo N y S para obras civiles
MUESTRA: Proporción 1:5 , 1.5% fibra coco
FECHA DE ENSAYO: 21/01/2021
MATERIAL: Ladrillo rojo
PERSONAL: V.R. S.P. J.H. CALCULÓ V.R.
OBSERVACIONES: El mortero no presentó adherencia a la superficie del ladrillo.

Ensayo N°	Indicación Manómetro	Fuerza (kN)	Diámetro Disco (cm)	Fuerza (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Hora de Ensayo	Plano de Falla
1	0.0	-	-	-	-	03:20:00 p.m.	-
2	0.0	-	-	-	-	03:20:00 p.m.	-
3	0.0	-	-	-	-	03:00:00 p.m.	-
4		-	-	-	-		

Registro de falla

- No. 1 Cohesión interna de mortero
- No. 2 Interfaz mortero-superficie
- No. 3 Interfaz mortero-adhesivo
- No. 4 Interfaz mortero-superficie

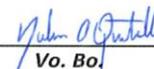


Descripción de la fotografía:

Al momento de realizar el corte para adherir las pastillas de ensayo el mortero fallo en toda la superficie del ladrillo.


Ing. Gabriela Aguirre
Jefe de laboratorio




Vo. Bo.

6.3.9. Prueba De Penetracion De Colorimetro.

Universidad de El Salvador
Facultad Multidisciplinaria Oriental
Departamento de Ingenieria y Arquitectura.



Método colorimétrico por aspersion de nitrato de plata para la evaluación de la penetración de cloruros en concreto.

PROYECTO: Estudio técnico del comportamiento de la fibra de coco como adición en el diseño de mezclas de morteros baja resistencia Tipo N Y S para obras civiles.

Solicitante: Miguel Enrique Hernández Portillo, Mauricio Alberto Campos Rivera

Muestra: 1:3 Patrón

Lugar del ensayo: Laboratorio de Quimica y Farmacias, UES FMO.

Fecha de ensayo: 17 de Abril

Concentración (N): 0.1 N

Cantidad de AgNO₃: 100 ml

Laboratoristas: Miguel Enrique Hernández Portillo, Mauricio Alberto Campos Rivera.

Observación: Método empleado por rociado.

N	% de fibra	Curado	Profundidad de Penetración (mm)
1	0	28	18
2	0	28	20
3	0	28	20
Promedio			19.3

Universidad de El Salvador
Facultad Multidisciplinaria Oriental
Departamento de Ingeniería y Arquitectura.



Método colorimétrico por aspersión de nitrato de plata para la evaluación de la penetración de cloruros en concreto.

PROYECTO: Estudio técnico del comportamiento de la fibra de coco como adición en el diseño de mezclas de morteros baja resistencia Tipo N Y S para obras civiles.

Solicitante: Miguel Enrique Hernández Portillo, Mauricio Alberto Campos Rivera

Muestra: 1:3 con 0.5% de fibra.

Lugar del ensayo: Laboratorio de Química y Farmacias, UES FMO.

Fecha de ensayo: 17 de Abril

Concentración (N): 0.1 N

Cantidad de AgNO₃: 100 ml

Laboratoristas: Miguel Enrique Hernández Portillo, Mauricio Alberto Campos Rivera.

Observación: Método empleado por rociado.

N	Curado	Profundidad de Penetración (mm)
1	28	12
2	28	10
3	28	8
Promedio		10.0

Facultad Multidisciplinaria Oriental
Departamento de Ingeniería y Arquitectura.



Método colorimétrico por aspersión de nitrato de plata para la evaluación de la penetración de cloruros en concreto.

PROYECTO: Estudio técnico del comportamiento de la fibra de coco como adición en el diseño de mezclas de morteros baja resistencia Tipo N Y S para obras civiles.

Solicitante: Miguel Enrique Hernández Portillo, Mauricio Alberto Campos Rivera

Muestra: 1:3 con 1% con fibra.

Lugar del ensayo: Laboratorio de Química y Farmacias, UES FMO.

Fecha de ensayo: 17 de Abril

Concentración (N): 0.1 N

Cantidad de AgNO₃: 100 ml

Laboratoristas: Miguel Enrique Hernández Portillo, Mauricio Alberto Campos Rivera.

Observación: Método empleado por rociado.

N	Curado	Profundidad de Penetración (mm)
1	28	2
2	28	4.3
3	28	1.5
Promedio		2.6

Universidad de El Salvador
Facultad Multidisciplinaria Oriental
Departamento de Ingeniería y Arquitectura.



Método colorimétrico por aspersion de nitrato de plata para la evaluación de la penetración de cloruros en concreto.

PROYECTO: Estudio técnico del comportamiento de la fibra de coco como adición en el diseño de mezclas de morteros baja resistencia Tipo N Y S para obras civiles.

Solicitante: Miguel Enrique Hernández Portillo, Mauricio Alberto Campos Rivera

Muestra: 1:3 con 1.5% de fibra.

Lugar del ensayo: Laboratorio de Química y Farmacias, UES FMO.

Fecha de ensayo: 17 de Abril

Concentración (N): 0.1 N

Cantidad de AgNO₃: 100 ml

Laboratoristas: Miguel Enrique Hernández Portillo, Mauricio Alberto Campos Rivera.

Observación: Método empleado por rociado.

N	Curado	Profundidad de Penetración (mm)
1	28	25
2	28	24
3	28	23
Promedio		24.0

Universidad de El Salvador
Facultad Multidisciplinaria Oriental
Departamento de Ingeniería y Arquitectura.



Método colorimétrico por aspersion de nitrato de plata para la evaluación de la penetración de cloruros en concreto.

PROYECTO: Estudio técnico del comportamiento de la fibra de coco como adición en el diseño de mezclas de morteros baja resistencia Tipo N Y S para obras civiles.

Solicitante: Miguel Enrique Hernández Portillo, Mauricio Alberto Campos Rivera

Muestra: 1:5 patrón.

Lugar del ensayo: Laboratorio de Química y Farmacias, UES FMO.

Fecha de ensayo: 17 de Abril

Concentración (N): 0.1 N

Cantidad de AgNO₃: 100 ml

Laboratoristas: Miguel Enrique Hernández Portillo, Mauricio Alberto Campos Rivera.

Observación: Método empleado por rociado.

N	% de fibra	Curado	Profundidad de Penetración (mm)
1	1	28	10
2	2	28	12
3	3	28	10
Promedio			10.7

Universidad de El Salvador
Facultad Multidisciplinaria Oriental
Departamento de Ingeniería y Arquitectura.



Método colorimétrico por aspersión de nitrato de plata para la evaluación de la penetración de cloruros en concreto.

PROYECTO: Estudio técnico del comportamiento de la fibra de coco como adición en el diseño de mezclas de morteros baja resistencia Tipo N Y S para obras civiles.

Solicitante: Miguel Enrique Hernández Portillo, Mauricio Alberto Campos Rivera

Muestra: 1:5 con 0.5% de fibra.

Lugar del ensayo: Laboratorio de Química y Farmacias, UES FMO.

Fecha de ensayo: 17 de Abril

Concentración (N): 0.1 N

Cantidad de AgNO₃: 100 ml

Laboratoristas: Miguel Enrique Hernández Portillo, Mauricio Alberto Campos Rivera.

Observación: Método empleado por rociado.

N	Curado	Profundidad de Penetración (mm)
1	28	5
2	28	12
3	28	12
Promedio		9.7

Universidad de El Salvador
Facultad Multidisciplinaria Oriental
Departamento de Ingeniería y Arquitectura.



Método colorimétrico por aspersión de nitrato de plata para la evaluación de la penetración de cloruros en concreto.

PROYECTO: Estudio técnico del comportamiento de la fibra de coco como adición en el diseño de mezclas de morteros baja resistencia Tipo N Y S para obras civiles.

Solicitante: Miguel Enrique Hernández Portillo, Mauricio Alberto Campos Rivera

Muestra: 1:5 con 0.5% de fibra.

Lugar del ensayo: Laboratorio de Química y Farmacias, UES FMO.

Fecha de ensayo: 17 de Abril

Concentración (N): 0.1 N

Cantidad de AgNO₃: 100 ml

Laboratoristas: Miguel Enrique Hernández Portillo, Mauricio Alberto Campos Rivera.

Observación: Método empleado por rociado.

N	Curado	Profundidad de Penetración (mm)
1	28	5
2	28	12
3	28	12
Promedio		9.7

Universidad de El Salvador
Facultad Multidisciplinaria Oriental
Departamento de Ingeniería y Arquitectura.



Método colorimétrico por aspersión de nitrato de plata para la evaluación de la penetración de cloruros en concreto.

PROYECTO: Estudio técnico del comportamiento de la fibra de coco como adición en el diseño de mezclas de morteros baja resistencia Tipo N Y S para obras civiles.

Solicitante: Miguel Enrique Hernández Portillo, Mauricio Alberto Campos Rivera

Muestra: 1:5 con 1.5% de fibra.

Lugar del ensayo: Laboratorio de Química y Farmacias, UES FMO.

Fecha de ensayo: 17 de Abril

Concentración (N): 0.1 N

Cantidad de AgNO₃: 100 ml

Laboratoristas: Miguel Enrique Hernández Portillo, Mauricio Alberto Campos Rivera.

Observación: Método empleado por rociado.

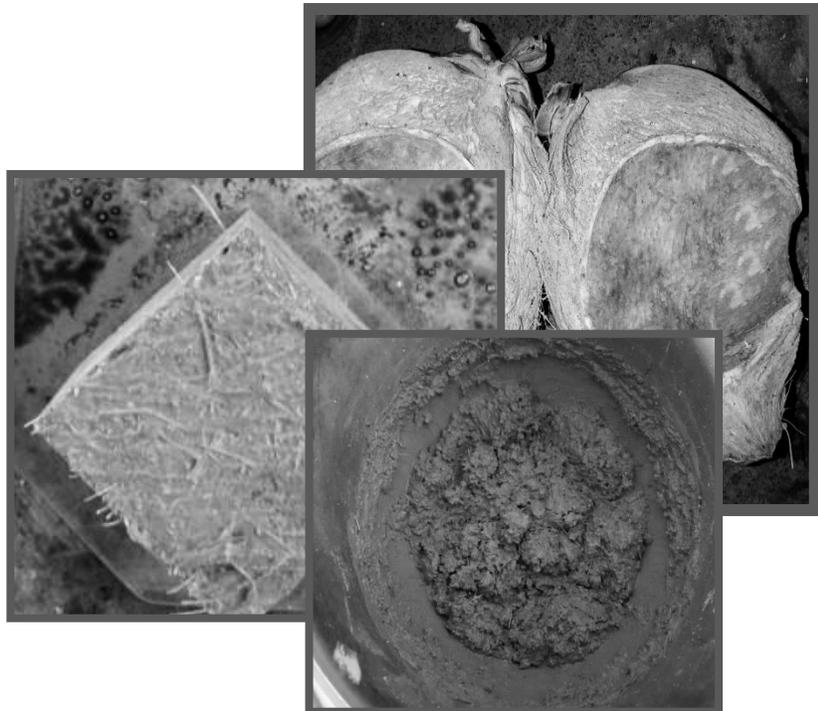
N	Curado	Profundidad de Penetración (mm)
1	28	12
2	28	11
3	28	14
Promedio		12.3



Guía técnica para la preparación de mezclas de mortero con incorporación de fibra natural de coco



**Universidad de El
Salvador**



Guía técnica para la preparación de mezclas de mortero con incorporación de Fibra natural de coco.



**Universidad de El
Salvador**

Elaboración

- Br. CAMPOS RIVERA, MAURICIO ALBERTO
- Br. HERNÁNDEZ PORTILLO, MIGUEL ENRIQUE

Docente tutor

- ING. LUIS CLAYTON MARTÍNEZ RIVERA

ADVERTENCIA:

Es responsabilidad de los profesionales realizar los diseños de mezclas óptimos según la particularidad de los proyectos que desarrollen. La calidad de los resultados producidos por este estándar depende de la competencia del personal que desarrolla el procedimiento y de la capacidad, calibración y mantenimiento de los equipos usados.

Resumen

En esta guía se presenta la metodología para la adición de fibras naturales en mezclas de mortero. Se abordaron los procedimientos establecidos de la Tesis: Estudio técnico del comportamiento de la fibra de coco como adición en el diseño de mezclas de morteros de baja resistencia tipo N y S para obras civiles.

La realización de la mezcla se basa en mortero creado en obra detallando los cuidados que este debe de tener para una mejor aplicación, así también una buena selección de agregados.

Septiembre de 2021

	<p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD MUTIDISCIPLINARIA ORIENTAL DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA</p>	<p style="text-align: center;">LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES.</p>	
<p style="text-align: center;">Sección</p>	<p style="text-align: center;">Guía técnica para la preparación de mezclas de mortero con incorporación de fibra natural de coco.</p>	<p style="text-align: center;">Practica N°</p>	
		<p style="text-align: center;">Fecha</p>	

ALCANCE.

Esta guía abarca los procedimientos para la elaboración de mezclas de mortero con adiciones de fibra de coco, partiendo desde la obtención de la fibra a partir de coco en su estado natural, hasta la elaboración de la mezcla final.

DEFINICIONES.

Mortero.

El mortero es una mezcla de materiales cementantes, agregado fino y agua. Los morteros o los concretos hidráulicos están constituidos en un alto porcentaje por agregados (50-80% en volumen) cuya función es permitir la sobre posición de las piezas de mampostería, logrando que forme un conjunto que tenga una liga fuerte y duradera.

Agregado.

Los agregados son un conjunto de partículas, de origen natural o artificial, que pueden ser tratados o elaborados. Pueden tener tamaños que van desde partículas casi invisibles hasta pedazos de piedra, junto con el agua y el cemento, conforman el trío de ingredientes necesarios para la fabricación de morteros.

Cemento.

Producto que se obtiene por la pulverización del Clinker Portland con la adición de una o más formas de sulfato de calcio.

Fibra.

Las fibras fueron usadas como material de construcción. Las fibras de acero, plástico, vidrio y materiales naturales (celulosa de madera) están disponibles en una amplia variedad de formas, tamaños y espesor.

IMPORTANCA Y APLICACIÓN DEL METODO.

La importancia de esta guía radica que presenta la secuencia de procedimientos en detalle a seguir para la elaboración de morteros con adiciones de fibra, en la cual también es importante que su aplicabilidad esta comprobada para morteros de repello, más recomendado en pared de bloque o estructuras de ceras bajo condiciones de carga normales, las cuales generalmente son construidas en viviendas u obras de uso común que no requieren mayores estándares ni controles.

MATERIALES Y EQUIPOS.**Materiales.**

- Arena.
- Cemento.
- Agua.
- Coco.

Equipos.

- Mescladora o mixer.

Misceláneos.

- Cuchara de albañil.
- Cubeta.
- Pala.
- Carretilla.
- Guantes.
- Llana

PROCEDIMIENTO.

- **Preparación del coco desde su estado natural.**

Un coco maduro tiene una cubierta exterior fabricada en material fibroso, esta parte del coco, llamada la cáscara, consiste en una piel dura y una gran cantidad de fibras envueltas en un material suave. Las fibras se pueden extraer simplemente remojando la cáscara en agua para descomponer el material blando rodeando las fibras. Este proceso, llamado retting, es ampliamente utilizado en los países menos desarrollados. Alternativamente, se puede usar un proceso químico para separar las fibras.

Pasos para seguir:

Agregar procedimiento de corte y separación de la cascara de coco e imágenes.

1. Obtención de coco maduro.

Figura 66 Coco



Fuente propia

2. Se separa el mesocarpio (Fibra) del endocarpio (cáscara) y exocarpio (piel exterior) tratando de no dañar el material extraído.

Figura 67 Coco partido.



Fuente propia

3. Seguidamente se procede al tratamiento con cal, este procedimiento consiste en sumergir la fibra en una lechada de cal (10 gr de cal por cada litro de agua), durante un periodo de 24 horas. Para este proceso se usó una cantidad de 80 gr de cal para los 8 litros de agua.

Figura 68 Fibra de coco con pulpa



Fuente propia

4. Se enjuaga repetidas veces con abundante agua, el tratamiento con solución de cal limpia la fibra de impurezas provenientes del fruto durante su pelado (aceite, agua, pulpa, etc.), durante su confinamiento (mugre, polvo) y del ataque microbiológico por parte hongos y

levaduras, este tratamiento protege la fibra del deterioro debido a la alta alcalinidad de la pasta de cemento y mejora la adherencia.

Figura 69 Tratamiento con cal



Fuente propia

5. Se procede a secar la fibra al sol para eliminar cualquier humedad que quede en ella.

Figura 70 Fibra secada al sol.



Fuente propia

6. Una vez estando seca la fibra, se procede retirar material que no sea apto para la adición a la mezcla de mortero.

Figura 71 Fibra libre de impurezas.



Fuente propia

7. Se realizan el corte a 1 cm de longitud aproximadamente de la fibra de coco. La mayoría de las fibras son relativamente cortas. (*PCA, Diseño y control de mezclas de mortero*)

Figura 72 Fibra cortada a 1 cm



Fuente propia

Selección del agregado y cemento.

Seleccionar la arena del origen de preferencia o conveniencia (Arena de río, mina). Clasificar esta arena haciéndola pasar por mallas que cumplan la norma 144 para depurar los tamaños mayores.

Figura 73 Banco de materiales



Fuente propia

Elaboración de la mezcla.

- **Secuencia de dosificación y mezclado en el mortero.**

La dosificación es el proceso de medida, por peso o por volumen de los ingredientes del mortero y su introducción en la batidora. Para producir con mortero de calidad y uniforme los ingredientes deben medirse con precisión para cada batida o bachada.

- **Recomendaciones para la elaboración de una mezcla.**

1. Curar el tambor por 2 minutos con 1 kg de arena y 1 kg de cemento.
2. Agregar la arena y mezclar por 30 segundos.

3. Agregar el cemento y homogenizar por un minuto.

Figura 74 Porcentaje de fibra a agregar.



Fuente propia

4. Adicionar agua y mezclar por 3 minutos.
5. Agregar en pequeñas porciones la cantidad de fibra (Esto para tener una distribución más uniforme).

Nota 1: La fibra agregada será previamente cortada y tratada con los procedimientos anteriores, esta se agregará tomando como criterio que el porcentaje será calculado de acuerdo con la suma de los pesos del agregado y del cemento, teniendo en cuenta que los porcentajes de adición no superen el 1%.

6. Detener el proceso cuando la mezcla tenga color uniforme.

- **Colocación.**

Un buen proceso de colocación debe evitar que se produzca la segregación y conseguir que la mezcla llene perfectamente todas las esquinas del encofrado (ver nota 2) y cubra bien las superficies para garantizar el cumplimiento de los requisitos.

- La superficie debe estar limpia de cualquier material que puede perjudicar la cohesión mezcla superficie.
- La pared este completamente humedecida previo a la colocación de mortero.
- La nivelación del espesor de la capa de mortero debe esta ya colocado.

Nota 2: Al aplicar adición de este tipo de fibra en mezclas de mortero, este reduce su tiempo de fraguado. Por lo que se recomienda colocación de este tipo de mortero antes de las 2 horas, después de que el agua haya hecho contacto con el cemento.

- **Curado.**

Para obtener el mejor resultado de los materiales cementosos en el yeso de cemento Portland, se debe mantener algo de humedad en el yeso durante los primeros días después de la aplicación. El curado húmedo, según la práctica actual de enlucido, generalmente se aplica solo a la capa base y se continúa hasta la aplicación de la capa de acabado. Por lo general, será suficiente empañar la superficie con agua al comienzo y nuevamente al final de la jornada laboral. Si hace calor, está seco y hay viento, la superficie de yeso debe humedecerse y cubrirse con una sola hoja de plástico de polietileno (ponderada o pegada con cinta adhesiva) para evitar la pérdida de agua por evaporación.

Nota: El mortero elaborado bajo las condiciones presentadas y con los porcentajes recomendados pueden ser para usos de repellos en pared de bloque o aceras de uso convencional.