



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**INGENIERÍA CIVIL**

**TEMA:**

**EFFECTOS DE LA PENETRACIÓN DEL ION CLORUROS EN  
MORTEROS REFORZADOS CON FIBRAS DE ABACÁ A CORTO Y  
LARGO PLAZO SOMETIDAS A PROCESO DE ENVEJECIMIENTO**

**AUTOR:**

**PINTO CASTILLO, KENNY STEVEN**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de**

**INGENIERO CIVIL**

**TUTOR:**

**ING. STEFANY ALCÍVAR BASTIDAS, MSc.**

**Guayaquil, Ecuador**

**20 de septiembre del 2021**



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**INGENIERÍA CIVIL**

### **CERTIFICACIÓN**

Certificamos que el presente trabajo de titulación fue realizado en su totalidad por **Pinto Castillo Kenny Steven**, como requerimiento para la obtención del título de **Ingeniero Civil**.

**TUTOR (A)**

f. \_\_\_\_\_

**Ing. Stefany Alcívar Bastidas, MSc.**

**DECANO DE LA FACULTAD**

f. \_\_\_\_\_

**Ing. Carlos Chon Díaz, MSc.**

**Guayaquil, a los 20 del mes de septiembre del 2021**



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**INGENIERÍA CIVIL**

**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

**Yo, Pinto Castillo Kenny Steven**

**DECLARO QUE:**

El Trabajo de Titulación, **Efectos de la penetración del ion cloruros en morteros reforzados con fibras de abacá a corto y largo plazo sometidas a proceso de envejecimiento** previo a la obtención del título de **Ingeniero Civil**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de nuestra total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

**Guayaquil, a los 20 del mes de septiembre del 2021**

**AUTOR**

f. \_\_\_\_\_

**Pinto Castillo Kenny Steven**



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**INGENIERÍA CIVIL**

**AUTORIZACIÓN**

**Yo, Pinto Castillo Kenny Steven**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la publicación en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, **Efectos de la penetración del ion cloruros en morteros reforzados con fibras de abacá a corto y largo plazo sometidas a proceso de envejecimiento**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

**Guayaquil, a los 20 del mes de septiembre del 2021**

**AUTOR**

f. \_\_\_\_\_

**Pinto Castillo Kenny Steven**

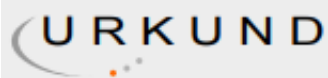


UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERIA

INGENIERÍA CIVIL

REPORTE URKUND



### Urkund Analysis Result

**Analysed Document:** PINTO\_KENNY\_FINAL.docx (D112903798)  
**Submitted:** 9/19/2021 1:53:00 PM  
**Submitted By:** clara.glas@cu.ucsg.edu.ec  
**Significance:** 8 %

#### Sources included in the report:

BECERRA\_GEORGE\_FINAL 1.docx (D98662898)  
BECERRA\_GEORGE\_FINAL..docx (D98344338)  
ingrid.tobar\_stalin.cobeña.pdf (D78582951)  
Freire\_Marjorie\_Final.pdf (D48880503)  
<https://books.google.com.ec/books?id=EWq-QPJhsRAC&pg=PA346&lpg=PA346&dq=ACI+Tecnolog>  
<http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/13839/1/T-UCSG-PRE-ING-IC-316.pdf>  
<https://docplayer.es/195261139-Universidad-nacional-pedro-henriquez-urena-unphu-facultad-de-ciencia-y-tecnologia-escuela-de-ingenieria-civil.html>  
<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/24749/1/INFLUENCIA%20DE%20LOS%20RESIDUOS%20DE%20CONSTRUCCI%C3%93N%20Y%20DEMOLICI%C3%93N%20%28RCD%2029.pdf>

#### Instances where selected sources appear:

30

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por darme la oportunidad de llegar hasta este punto de mi vida, por una familia que siempre me ha apoyado sin importar las circunstancias y por poner en mi vida a personas que quieren lo mejor para mí.

A mi padre por ser mi fuente de inspiración en muchos aspectos, pero que, sobre todo, me enseñó que todo lo que soñamos es porque podemos lograrlo con esfuerzo, sacrificios y ganas de ser feliz. A mi madre quien me demostró que con fe y amor podemos soportar cualquier adversidad que se nos presente y a mi hermano que me recuerda siempre que no hay que ser perfecto para llegar a ser grande.

A mi tutora de tesis la Ing. Stefany Alcívar por brindarme su confianza y apoyo durante todo este proyecto de investigación y ayudarme a crecer no solo como persona, sino como profesional.

A todo el equipo del Centro de Innovación de Holcim, por permitirnos el uso de sus instalaciones y equipos además de compartir su amplio conocimiento conmigo, en colaboración del Ing. Daniel Petroche a quien agradezco su atención y su supervisión para llevar a cabo un buen trabajo.

**Pinto Castillo Kenny Steven**

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a mis padres y a mi hermano por todo el amor, felicidad, sabiduría y consejos que me brindaron siempre para nunca rendirme.

A todos los amigos que hice a lo largo de este camino, a todas las personas que decidieron compartir tiempo conmigo y a quienes ya no están por algún motivo, ya que todos de alguna manera influenciaron positivamente en mí.

**Pinto Castillo Kenny Steven**



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**INGENIERÍA CIVIL**

f. \_\_\_\_\_

**Ing. Stefany Alcívar Bastidas, MSc.**

**TUTOR**

**TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

f. \_\_\_\_\_

**Ing. Carlos Chon Diaz, MSc.**

**DECANO DE LA FACULTAD**

f. \_\_\_\_\_

**Ing. Gilberto Martínez Rehpani, MSc.**

**DOCENTE DE LA CARRERA**

f. \_\_\_\_\_

**ING. Daniel Petroche, MSc.**

**OPONENTE**



# ÍNDICE

INTRODUCCIÓN .....	2
Antecedentes .....	2
Objetivo General .....	3
Objetivos Específicos.....	3
Hipótesis .....	3
Justificación .....	3
CAPÍTULO I .....	4
1. MARCO TEÓRICO .....	5
1.1 Mortero.....	5
1.2 Arena .....	5
1.3 Cemento .....	6
1.4 Agua.....	7
1.5 Fibras Vegetales .....	8
1.6 Abacá.....	8
1.7 Fibras de Abacá .....	8
1.8 Tratamiento Alcalino .....	9
1.9 Procesos de envejecimiento .....	9
1.10 Transmisión de ion cloruros .....	10
CAPÍTULO II .....	11
2. METODOLOGÍA DE TRABAJO.....	12
2.1 Primera Etapa (Revisión Bibliográfica).....	12
2.2 Segunda Etapa (Experimental) .....	13
2.2.1 Fase I.....	14
2.2.2 Fase II.....	14
CAPÍTULO III .....	15
3. ELABORACIÓN DE MUESTRAS .....	16

3.1	Preparación de la fibra .....	16
3.2	Tratamiento de hidróxido de sodio (NaOH).....	16
3.3	Preparación de las muestras.....	17
3.3.1	Materiales .....	17
3.3.2	Amasado.....	19
3.4	Elaboración de muestras .....	20
3.4.1	Elaboración de cilindros .....	20
3.4.2	Elaboración de probetas .....	21
3.5	Moldes .....	22
CAPÍTULO IV .....		24
4.	Procesos de Envejecimiento .....	25
4.1	Envejecimiento acelerado según (Neves et al., 2019) .....	25
4.2	Envejecimiento acelerado según (Wei et al., 2019) .....	25
4.2.1	Especificación del Proceso de envejecimiento .....	25
CAPÍTULO V .....		27
5.	Flexotracción .....	28
5.1	Flexión .....	28
5.2	Detalles del proceso de análisis.....	29
5.3	Compresión.....	30
5.4	Detalles del proceso de análisis.....	30
CAPÍTULO VI .....		32
6.	Penetración Ion Cloruro .....	33
6.1	Detalles del proceso de análisis.....	36
CAPÍTULO VII .....		38
7.	ENSAYOS Y RESULTADOS .....	39
7.1	Nomenclatura.....	39
7.2	Resultados .....	41

7.2.1	Procesos de envejecimiento .....	41
7.2.2	Flexotracción .....	44
7.2.2.1	Flexión .....	44
7.2.2.2	Compresión .....	45
7.2.3	Penetración Ion Cloruro 28 y 56 Días .....	46
7.2.4	Penetración Ion Cloruro 28 Días con muestras sometidas a procesos de envejecimiento .....	48
CAPÍTULO VIII .....		49
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....		50
8.1	Conclusiones.....	50
8.2	Recomendaciones .....	50
REFERENCIAS.....		51
ANEXOS .....		54
Penetración Ion Cloruro 28 Días .....		55
Penetración Ion Cloruro 56 Días .....		64
Penetración Ion Cloruro 28 con muestras sometidas a procesos de envejecimiento .....		71

## INDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 Resistencia a flexión.....	29
Ecuación 2 Resistencia a compresión.....	30
Ecuación 3 Carga eléctrica (Q) .....	37
Ecuación 4 Relación cualitativa ampliamente aceptada entre la carga eléctrica y la penetrabilidad a largo plazo del cloruro.....	37

## INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Requisitos físicos del cemento para mampostería.....	7
Ilustración 2 Metodología de trabajo para la fase experimental .....	13
Ilustración 3 Mezcla de arena y cemento .....	19
Ilustración 4 Resultado final de la mezcla .....	20
Ilustración 5 Proceso de elaboración de los cilindros, inserciones y golpes laterales .....	21
Ilustración 6 Proceso de elaboración de probetas, inserciones en la primera capa .	22
Ilustración 7 Molde para el ensayo de flexotracción.....	22
Ilustración 8 Molde de los cilindros.....	23
Ilustración 9 Muestras en agua y en seco .....	26
Ilustración 10 Equipo para ensayo de resistencia a flexión.....	28
Ilustración 11 Muestra a realizar el ensayo de flexión.....	29
Ilustración 12 Muestra a realizar el ensayo de compresión.....	30
Ilustración 13 preparación de las muestras para la aplicación de silicona .....	33
Ilustración 14 Muestras en la caja de vacío .....	34
Ilustración 15 Colocación de las soluciones de NaOH y 3% NaCl .....	35
Ilustración 16 Ensayo de penetración ion cloruro.....	35
Ilustración 17 Cilindros antes y después de ser cortados .....	36
Ilustración 18 Grafica comparativa de resultados del ensayo de corrosión entre muestras de 28 y 56 días .....	47

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Granulometría según ASTM C144 .....	6
Tabla 2 Granulometría de la arena .....	6
Tabla 3 Caracterización de la arena para muestras de mortero convencional.....	17
Tabla 4 Caracterización de la arena para probetas de mortero convencional .....	18
Tabla 5 Caracterización de la arena para muestras de mortero reforzado con fibra de abacá tratada .....	18
Tabla 6 Nomenclatura - Tratamiento alcalino.....	39
Tabla 7 Nomenclatura - Dosificación.....	39
Tabla 8 Nomenclatura - Pastillas .....	39
Tabla 9 Nomenclatura - Procesos de Envejecimiento.....	40
Tabla 10 Nomenclatura - flexión .....	40
Tabla 11 Nomenclatura - Compresión.....	40
Tabla 12 Nomenclatura - Muestras para corrosión con envejecimiento.....	40
Tabla 13 Muestras para flexión .....	41
Tabla 14 Muestras para comprensión .....	41
Tabla 15 Muestras para corrosión.....	41
Tabla 16 Pesos iniciales.....	41
Tabla 17 Lecturas en agua cada 10 min durante 1 hora .....	42
Tabla 18 Lecturas en seco cada 10 min durante 1 hora .....	42
Tabla 19 Lecturas en agua cada hora durante 6 horas.....	42
Tabla 20 Lecturas en seco cada hora durante 6 horas .....	43
Tabla 21 Lecturas en agua cada 3 horas .....	43
Tabla 22 Lecturas en seco cada 4 horas .....	44
Tabla 23 Comparativa de Resultados entre MFHS y MPF a 28 días.....	44
Tabla 24 Comparativa de Resultados entre MCHS y MCF a 56 días .....	45
Tabla 25 Tabla Comparativa de resultados entre MTHS y MP a 28 días.....	46
Tabla 26 Comparativa de resultados entre MTHS y MP a 56 días .....	46
Tabla 27 Comparativa de resultados del ensayo de corrosión entre muestras de 28 y 56 días .....	47
Tabla 28 Resultados MWHS a 28 días .....	48
Tabla 29 Resultados del canal 1 .....	55
Tabla 30 Resultados del canal 2 .....	56

Tabla 31 Resultados del canal 3 .....	57
Tabla 32 Resultados del canal 4 .....	58
Tabla 33 Resultados del canal 1 .....	59
Tabla 34 Resultados del canal 2 .....	60
Tabla 35 Resultados del canal 3 .....	61
Tabla 36 Resultados del canal 4 .....	62
Tabla 37 Continuación de resultados del canal 4.....	63
Tabla 38 Resultados del canal 1 .....	64
Tabla 39 Resultados del canal 2 .....	65
Tabla 40 Tabla 3 Resultados del canal 3 .....	65
Tabla 41 Resultados del canal 4 .....	66
Tabla 42 Resultados del canal 1 .....	67
Tabla 43 Resultados del canal 2 .....	68
Tabla 44 Resultados del canal 3 .....	69
Tabla 45 Resultados del canal 4 .....	70
Tabla 46 Resultados del canal 1 .....	71
Tabla 47 Resultados del canal 2 .....	72
Tabla 48 Resultados del canal 3 .....	73
Tabla 49 Resultados del canal 4 .....	74

## RESUMEN

Este trabajo tiene el propósito de estudiar la permeabilidad de dos tipos de mortero: el mortero convencional y el mortero reforzado con fibras de abacá tratadas previamente con hidróxido de sodio (NaOH 3%) ante la presencia de iones de cloruro mediante el ensayo de corrosión (ASTM C1202, 2012). Para este análisis, se realizaron muestras de cada tipo de mortero de las cuales, determinados especímenes serán sometidos a procesos de envejecimiento acelerados por el segundo método W/D. Adicionalmente también se observa el comportamiento del mortero convencional y el mortero reforzado en los ensayos de flexión y compresión. Las muestras se ensayan a corto y a largo plazo (veintiocho y cincuenta y seis días). Se mostrará detalladamente el proceso que se realizó a lo largo de todo el trabajo como, por ejemplo: el ensayo de flujo al momento de la elaboración de las muestras; y también se efectuara una comparación de los resultados obtenidos de los distintos ensayos efectuados.

*Palabras claves: (Abacá, mortero, hidróxido de sodio, envejecimiento, ion cloruro, corrosión, permeabilidad)*



## **ABSTRACT**

This work aims to study the permeability of two types of mortar: conventional mortar and mortar reinforced with abaca fibers previously treated with sodium hydroxide (NaOH 3%) in the presence of chloride ions by means of the corrosion test (ASTM C1202, 2012). For this analysis, sample processes of each type of mortar were carried out, of which certain specimens will be subjected to accelerated aging by the second W/D method. In addition, the behavior of conventional mortar and reinforced mortar is also observed in the tests of bending and compression. The samples are tested in the short and long term (twenty-eight and fifty-six days). The process that was carried out throughout the work is shown in detail, such as: the flow test at the time of making the samples; and a comparison will also be made of the results obtained from the different tests carried out.

*Key words: (Abacá, mortar, sodium hydroxide, aging, chloride ion, corrosion, permeability)*

# INTRODUCCIÓN

## Antecedentes

La penetración de iones cloruros depende de condiciones de exposición a las cuales puede estar sometido un elemento estructural y las repercusiones que tiene esta degradación química corresponde a una de las razones fundamentales en el deterioro de estructuras de hormigón armado, estos iones al llegar a tener contacto con el acero de refuerzo aceleran de forma considerable el proceso de corrosión. (Castañeda Valdés et al., 2005)

El mortero es penetrado por los iones de cloruro debido a su característica sólida, áspera y porosa, es por eso la importancia de llevar un proceso de elaboración minucioso, ya que con un procedimiento correcto se puede eliminar en lo posible el aire atrapado con una rigurosa compactación y un buen curado a lo que la fibra de abacá puede tener un lugar esencial en este punto.

Se ha comprobado con anterioridad que la fibra de abacá tratada previamente con hidróxido de sodio (NaOH 3%) mejora considerablemente el comportamiento del mortero (Freire Peñafiel, 2019) por lo que no se descarta la posibilidad de que pueda aportar beneficios frente al fenómeno de la corrosión.

## Objetivo General

Estudiar los efectos de la penetración del ion cloruros en morteros reforzados con fibras de abacá a corto y largo plazo sometidas a proceso de envejecimiento.

## Objetivos Específicos

- Elaborar morteros tradicionales y morteros reforzados con fibras vegetales de abacá a corto plazo y con procesos de envejecimiento
- Comparar el mortero convencional frente al mortero reforzado con fibras de abacá previamente tratadas sometidos al paso de ion cloruros.
- Comparar resultados obtenidos en el ensayo de corrosión de morteros sometidos a procesos de envejecimiento vs morteros convencionales.

## Hipótesis

El mortero reforzado con fibra de abacá tratada con hidróxido de sodio (NaOH) y sometido a procesos de envejecimiento se comportará de manera distinta ante la presencia de iones de cloruro (Tolêdo Romildo D. et al., 2003) (Ramakrishna & Sundararajan, 2005).

## Justificación

De investigaciones previas podemos constatar que la aplicación de fibras de abacá en morteros siguiendo la norma (INEN 2389, 2005), contribuye mejoras a sus características mecánicas y se estableció que el tratamiento alcalino de hidróxido de sodio (Cai et al., 2016) es el más efectivo en comparación a otros tratamientos al momento de la degradación de la fibra. Asimismo, se determinó el tamaño y la dosificación óptima de la fibra con la cual se trabaja (Silva et al., 2017). Posterior a esto, se comprueba que el tiempo es un factor clave para precisar la durabilidad llevando a cabo procesos de envejecimientos para simular el paso del tiempo (Cubillo Santana & Chasiguasín Nacipucha, 2020).

# CAPÍTULO I

# 1. MARCO TEÓRICO

Este capítulo se enfocará se en los conocimientos teóricos a tener en cuenta para el proyecto en base al mortero, el uso de la fibra de abacá y el tratamiento alcalino de hidróxido de sodio (NaOH). A demás, se tratará acerca del ensayo de corrosión y todo lo que este conlleva.

## 1.1 Mortero

El mortero hace referencia a la mezcla de agregado (arena) y pasta, la cual es muy usada en la pega de ladrillos para la elaboración de muros de mampostería o en el recubrimiento de estos (*TECNOLOGIA DEL CONCRETO Y DEL MORTERO - Diego Sanchez de Guzman*).

En ciertos casos, se agregan aditivos o fibras vegetales dependiendo del uso que el mortero tendrá como podrían ser optimizar el tiempo de fraguado, permeabilidad, etc. (Cubillo Santana & Chasiguasín Nacipucha, 2020).

El manifiesta dos estados importantes que son: Estado plástico con características que determinan la retención del agua, el flujo y el tiempo de fraguado; y el Estado Endurecido con cualidades que dispone la adherencia, durabilidad, resistencia la compresión y elasticidad (INEN 2389, 2005).

## 1.2 Arena

El agregado fino es un componente importante el cual puede ser obtenido de canteras, ríos, entre otras. Cuando es obtenido de ríos puede presentar una forma redondeada debido al arrastre a lo largo del rio hasta llegar al final de este (Cubillo Santana & Chasiguasín Nacipucha, 2020).

Para esta investigación el material es proveniente del Rio Boliche, en la provincia del Guayas.

Tabla 1 Granulometría según ASTM C144

TAMIZ	% Pasante	MINIMO PERMITIDO	MAXIMO PERMITIDO	CUMPLE
4 (4,75 mm)	100%	100%	100%	SI
8 (2,36 mm)	97%	95%	100%	SI
16 (1,18 mm)	91%	70%	100%	SI
30 (600 $\mu$ m)	75%	40%	75%	SI
50 (300 $\mu$ m)	28%	10%	35%	SI
100 (150 $\mu$ m)	3%	2%	15%	SI

Fuente: (ASTM, 1974)

Tabla 2 Granulometría de la arena

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE
4 (4,75 mm)	0	0%	0%	100%
8 (2,36 mm)	40.5	3%	3%	98%
16 (1,18 mm)	218.7	14%	16%	84%
30 (600 $\mu$ m)	461.7	29%	45%	56%
50 (300 $\mu$ m)	534.6	33%	78%	23%
100 (150 $\mu$ m)	226.8	14%	92%	9%
200 (75 $\mu$ m)	97.2	6%	98%	3%
FONDO	40.5	3%	100%	0%
TOTAL	1620			

Fuente: (Cubillo Santana & Chasiguasín Nacipucha, 2020)

### 1.3 Cemento

El cemento que se utiliza es el cemento hidráulico tipo GU (Holcim Ecuador, 2021), este tiene propiedades tanto cohesivas como adhesivas, que proporciona la capacidad de aglutinar los agregados para formar el mortero. Estas propiedades dependen de: Velocidad del fraguado, composición química, calor de hidratación, grado de hidratación resistencia mecánica capaz de desarrollar y la finura de las

partículas (*TECNOLOGIA DEL CONCRETO Y DEL MORTERO - Diego Sanchez de Guzman*)

El cemento por utilizar cumple con los estándares de la norma NTE INEN 2380. Holcim Fuerte tipo GU categoría M (INEN 2389, 2005).

REQUISITO	TIPOS DE CEMENTO PARA		
	N	S	M
Finura, retenido sobre el tamiz de 45 µm (No. 325), % máximo	24	24	24
Expansión en autoclave, % máx.	1.0	1.0	1.0
Tiempo de fraguado, método de Gillmore:			
Fraguado inicial, minutos, no menor a	120	90	90
Fraguado inicial, minutos, no mayor a	1000	1000	1000
Resistencia a la compresión, (promedio de tres cubos): Resistencia a la compresión de cubos de mortero, elaborado en volumen, de 1 parte de cemento y 3 partes de mezcla de arenas (50% de arena graduada normalizada y 50% de arena normalizada 20 – 30) preparados y ensayados de acuerdo con esta norma, debe ser igual o mayor que los valores especificados para las edades indicadas a continuación:			
7 días, Mpa	3.5	9.0	12.4
28 días, MPa	6.2	14.5	20.0
Contenido de aire del mortero: 28 días, mínimo, Mpa	0.5	0.7	0.8
Contenido de aire del mortero:			
% Mínimo, en volumen	8	8	8
% Máximo, en volumen	17	15	15
Retención de agua, % min respecto al flujo original	70	70	70

*Ilustración 1 Requisitos físicos del cemento para mampostería*

Fuente: (INEN 2389, 2005)

## 1.4 Agua

El cemento posee la propiedad de fraguar y endurecer con el agua, debido a una reacción química es que el agua es el elemento que hidrata las partículas de cemento y hace que estas estimulen sus cualidades aglutinantes. Es por esta razón que los cementos sean hidráulicos.

De esta manera se forma la pasta en la que su flujo depende de la cantidad de agua a agregar. Cuando esta pasta se endurece en consecuencia del fraguado, parte de esta agua se mantiene en la estructura y el resto se evapora (*TECNOLOGIA DEL CONCRETO Y DEL MORTERO - Diego Sanchez de Guzman*).

La norma NTE INEN 2518 indica: “El agua debe ser limpia y estar libre de aceites, ácidos, álcalis, sales, materiales orgánicos, u otras sustancias que sean perjudiciales para los morteros o para cualquier metal en la pared” (INEN 2389, 2005).

## 1.5 Fibras Vegetales

Las fibras vegetales provenientes de diferentes plantas son amigables con el medio ambiente debido a que son orgánicas y biodegradables. Se las utiliza desde mucho antes para fines ingenieriles.

Las fibras de origen vegetal se componen de: celulosa, hemicelulosa, lignina, extractos y cenizas. Estos elementos dependerán de causantes como el tipo de fibra, las dimensiones, la edad, la ubicación de la planta y por último el método de extracción de la fibra (Onuaguluchi & Banthia, 2016).

Esto ha llamado mucho la atención de más investigadores. El peso ligero, bajo costo, biodegradabilidad, alta rigidez y no ser contaminante; son ventajas que proveen una mejora al compuesto adecuado para la industria automovilística y aérea (Liu et al., 2014).

## 1.6 Abacá

Nombre científico “Musa Textilis Nee”. Planta de origen filipino, pero también se produce en nuestro país, de hecho, es el segundo país con mayor exportación. Esta es obtenida de la chanta de las hojas del tronco y es una planta de clima trópico húmedo. Cabe recalcar que las fibras obtenidas son delgadas y largas, por lo general de más de 3 metros (Cabrera Zamora, 2016)

## 1.7 Fibras de Abacá

También conocido como Cáñamo de Manila, es una planta que forma parte de la familia Musaceas, parecido a la planta del banano. El abacá es importante debido a que contiene diferentes propiedades como resistencia longitud y brillo (Productor, 2012).



Las fibras de abaca, compuestas por células delgadas y largas delgadas que forman una estructura para la hoja. Provee propiedades mecánicas relacionadas a condiciones de crecimientos sujeta a factores tales como el clima, tiempo de cosecha, etc. Entre las cualidades en la que el abacá destaca con gran diferencia está en que puede resistir una adecuada exposición al agua marina (Armechin & Coseco, 2012).

## 1.8 Tratamiento Alcalino

El tratamiento alcalino usa hidróxido de sodio (NaOH) el cual tiene un PH alcalino. Este tratamiento es excelente para la fibra de abacá ya que mejora sus propiedades mecánicas. A pesar de esto, la manipulación del NaOH es peligroso lo que conlleva normas de seguridad.

El hidróxido de sodio a usar en este procedimiento es del 3% de la masa total del agua que se requiere para preparar la solución indicada (Cai et al., 2016).

En estado sólido tiene la apariencia de perlas blancas cristalinas que al estar en contacto con la humedad del aire o sumergirse completamente en agua produce calor el cual genera un gas toxico para la salud. Al ser tan corrosivo, también puede producir quemaduras en la piel (INSHT,2010).

## 1.9 Procesos de envejecimiento

Los procesos de envejecimiento buscan reducir el tiempo real en el cual los elementos se presentan ante diferentes situaciones meteorológicas, basándose en ciclos que se aplicaran a las muestras simulando el caso más severo que podría aparecer a lo largo de la vida útil del material. Dependiendo de los factores a los que se expondrá, esta situación podría ser "Wet and Dry".

Los ciclos W&D (Wet and Dry) simulan condiciones naturales de lluvia y calor simultáneamente. Esta condición afecta algunos procesos físicos y químicos esenciales para la composición del mortero (la matriz cementicia o la fibra). Estas condiciones aceleran el ataque por agua alcalina generada por la degradación del

cemento en la fibra, que, de no existir un tratamiento previo en esta, podría existir un desgaste acelerado en sus propiedades mecánicas (Soroushian et al., 2012)

### 1.10 Transmisión de ion cloruros

Este proceso trata del cambio de átomos y moléculas de un entorno de alta concentración a un medio de baja concentración hasta que la distribución sea uniforme en ambos medios. El flujo del líquido que contiene cloruro es laminar, en otras palabras, se mueve a través del medio en el que fluye siguiendo una línea de corriente.

Este ensayo consiste prácticamente en colocar una "pastilla" de mortero preparada en una máquina en donde un lado contiene cloruro de sodio (NaCl) y en el otro lado se tiene hidróxido de sodio (NaOH). Mediante una estimulación eléctrica, el cloruro de sodio empezará a pasar al otro extremo a través del mortero. Este paso de iones de cloruro es medido y es analizado para verificar si la permeabilidad del hormigón es alta o baja.

Se efectúa este ensayo según la norma (ASTM C1202, 2012) para establecer la capacidad de resistencia del mortero frente a ion cloruro.

# CAPÍTULO II

## 2. METODOLOGÍA DE TRABAJO

- 1) El siguiente trabajo de investigación se ha dividido de la siguiente manera
- 2) Introducción
- 3) Marco teórico
- 4) Metodología de trabajo
- 5) Elaboración de muestras
- 6) Ensayos y Resultados
- 7) Conclusiones y recomendaciones

La necesidad de analizar el comportamiento del mortero convencional y el mortero reforzado con fibras de abacá tratadas previamente con hidróxido de sodio frente a la penetración de iones cloruros constituye el objetivo principal de este trabajo. Se lleva a cabo una metodología de trabajo con el fin de cumplir los objetivos y confirmar la hipótesis planteada previamente.

### 2.1 Primera Etapa (Revisión Bibliográfica)

El desarrollo del trabajo se realizó en colaboración de la facultad de ingeniería de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil (UCSG) y el Centro de Innovación de Holcim (CIH), brindando su apoyo respecto a las instalaciones, materiales y equipos necesarios para la realización de las muestras y los ensayos aplicados a estas.

Siguiendo la metodología propuesta previamente por (Calle Balladares, 2019) donde se indica que el porcentaje óptimo de fibra de abacá para el refuerzo del mortero es del 0.2% de la masa del cemento y de la arena. A demás, también se indicó que la longitud óptima de la fibra de abacá sería de 3 cm para mejorar el comportamiento del mortero.

Cabe mencionar que para el tratamiento de la fibra se utilizó el tratamiento alcalino de hidróxido de sodio (NaOH) ya que resulta ser el más adecuado para sus características.

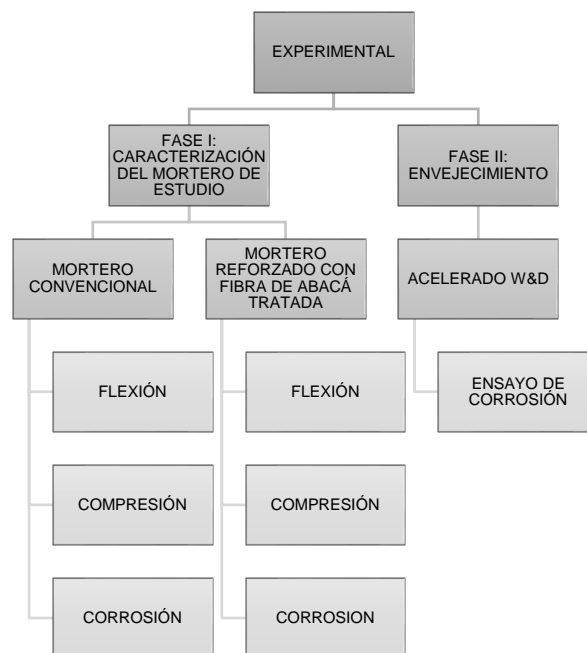
## 2.2 Segunda Etapa (Experimental)

Esta segunda etapa corresponde la parte experimental, la cual se subdivide de la siguiente manera:

Fase I: Se realizaron las muestras necesarias para llevar a cabo los ensayos entre los cuales están las probetas para el ensayo de tracción y compresión y las pastillas de hormigón para el ensayo de corrosión y posterior a eso realizar una comparación de los datos obtenidos de cada ensayo entre el mortero convencional vs el mortero reforzado con fibras de abacá previamente tratadas con hidróxido de sodio.

Fase II: Muestras realizadas y determinadas en el proceso de elaboración de estas, son sometidas a proceso de envejecimientos acelerados, haciendo énfasis en el proceso más “agresivo”. Luego de esto las pastillas pasan al ensayo de penetración ion cloruros.

El proyecto de investigación se enfoca principalmente en la segunda etapa, la etapa experimental, razón por la cual se debe llevar un proceso ordenado y minucioso a la hora de realizar los ensayos al mortero de estudio. En la siguiente ilustración se detalla este paso a paso la ejecución del procedimiento.



*Ilustración 2 Metodología de trabajo para la fase experimental*

Fuente: Autor

### 2.2.1 Fase I

Luego del tratamiento de las fibras de abacá con hidróxido de sodio (NaOH) (Jiang et al., 2018), se procedió a usarla en para la fabricación de las muestras para los distintos ensayos a realizar. Dependiendo del tiempo de curado indicado (28 – 56 días) se procedieron a realizar los ensayos de flexotraccion (*UNE-EN 1015-11*) y corrosión (ASTM C1202, 2012).

### 2.2.2 Fase II

Los procesos de envejecimientos previamente estudiados son: según (Neves Junior et al., 2019) que señala un proceso con temperaturas de exposición relativamente bajas en ciclos Wet and Dry, además, el proceso según (Wei et al., 2016) que indica un proceso con altas temperaturas con mediciones de masas en tiempos establecidos en ciclos Wet and Dry.

Las muestras que se prepararon para esta fase también serán sometidas al ensayo de penetración ion cloruro.

# CAPÍTULO III

### 3. ELABORACIÓN DE MUESTRAS

Dentro de este capítulo, se explicará detalladamente el proceso de elaboración de las muestras de mortero las cuales posteriormente se someterán al ensayo de corrosión.

El proyecto investigativo hace énfasis en analizar el comportamiento del mortero convencional y el mortero reforzado con fibras de abacá tratadas previamente con hidróxido de sodio (NaOH 3%), que en estudios previos se ha demostrado que esta sustancia es efectiva para evitar la degradación de la fibra, frente a la corrosión.

**Mortero de estudio:** denominado mortero reforzado con fibra de abacá tratada previamente con hidróxido de sodio (NaOH 3%), con una dosificación previamente indicada (Cubillo Santana & Chasiguasín Nacipucha, 2020).

**Mortero patrón:** se denomina al mortero que se rige a la norma NTE INEN 18066 pero sin ningún componente que altere su comportamiento.

#### 3.1 Preparación de la fibra

La fibra que se utilizara para esta investigación es de segundo orden, lo que significa que es una fibra de excelente calidad y de exportación. Se caracteriza por un color que varía entre amarillo claro y marrón brillante (Freire Peñafiel, 2019).

Basándonos en estudios anteriores (Silva et al., 2017), se estableció que la longitud recomendada para la fibra de abacá variaba entre 2 a 3 cm, razón por la cual para este proyecto, se utilizara fibras de un tamaño de 3 cm.

#### 3.2 Tratamiento de hidróxido de sodio (NaOH)

Este proceso alcalino es aplicado a las fibras de abacá de 3 cm de longitud (Silva et al., 2017). La cantidad de hidróxido de sodio a utilizar en este proceso es aproximadamente el 3% de la masa total del agua que se requiere. Se usó 5820 g de agua y 180 g de hidróxido de sodio para así elaborar la solución. Para llevar a cabo el tratamiento de NaOH se realiza el siguiente proceso (Cai et al., 2016) (Jiang et al., 2018):



- 1) Se pesa el agua en un recipiente grande y resistente en el cual pueda caber el volumen de la solución y la cantidad de fibra a tratar.
- 2) Se vierte cuidadosamente el hidróxido de sodio en el recipiente con agua. Con la ayuda de una mesa magnética procedemos a disolver el NaOH hasta que la solución se aclare.
- 3) Se pesan 350 g de fibra de abacá y esta se coloca en la solución hasta que esté completamente sumergida.
- 4) Dejar la fibra completamente sumergida durante 4 horas en un lugar aislado.
- 5) Luego de las 4 horas se retira la solución, se realizan hasta 7 lavados con agua potable obteniendo así un color más claro con el último lavado.
- 6) Se coloca la fibra en un recipiente metálico y se lo deja reposar por 24 horas en un horno eléctrico ventilado a una temperatura de  $85^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ .
- 7) Luego del periodo de tiempo indicado, se apaga el horno y se esperan 30 minutos para retirar las fibras de este y se las guardan en fundas con cierre hermético para evitar la humedad.

### 3.3 Preparación de las muestras

#### 3.3.1 Materiales

Para la elaboración de las muestras, se basó en un trabajo previo (Cubillo Santana & Chasiguasín Nacipucha, 2020) y se establecieron las siguientes cantidades:

*Tabla 3 Caracterización de la arena para muestras de mortero convencional*

<b>Tamiz</b>	<b>Masa (g)</b>
<b>8 (2,36 mm)</b>	1377
<b>16 (1,18 mm)</b>	4986
<b>30 (600 <math>\mu\text{m}</math>)</b>	9903
<b>50 (300 <math>\mu\text{m}</math>)</b>	11379
<b>100 (150 <math>\mu\text{m}</math>)</b>	5148
<b>TOTAL</b>	32793

Fuente: Autor

- Cemento: 5.4 Kg
- Agua: 3.3 Kg

*Tabla 4 Caracterización de la arena para probetas de mortero convencional*

<b>Tamiz</b>	<b>Masa (g)</b>
<b>8 (2,36 mm)</b>	68.1
<b>16 (1,18 mm)</b>	246.5
<b>30 (600 <math>\mu\text{m}</math>)</b>	489.3
<b>50 (300 <math>\mu\text{m}</math>)</b>	562.2
<b>100 (150 <math>\mu\text{m}</math>)</b>	254.4
<b>TOTAL</b>	1620

Fuente: Autor

- Cemento: 540 g
- Agua: 390 g

Se recalca que con esta caracterización representan 3 probetas de mortero.

*Tabla 5 Caracterización de la arena para muestras de mortero reforzado con fibra de abacá tratada*

<b>Tamiz</b>	<b>Masa (g)</b>
<b>8 (2,36 mm)</b>	918
<b>16 (1,18 mm)</b>	3324
<b>30 (600 <math>\mu\text{m}</math>)</b>	602
<b>50 (300 <math>\mu\text{m}</math>)</b>	7586
<b>100 (150 <math>\mu\text{m}</math>)</b>	3432
<b>TOTAL</b>	15862

Fuente: Autor

- Cemento: 7.2 Kg
- Agua: 4.4 Kg
- Fibra de abacá tratada: 46.12 g

Se recuerda que con esta caracterización se elaboraron 5 cilindros, 9 probetas y 6 cubos.

### 3.3.2 Amasado

Al tener listo todos los materiales, procedemos a ejecutar el amasado que se detalla de la siguiente manera:

- 1) Humedecer el recipiente a utilizar.
- 2) Verter la arena y mezclar por 30 segundos.
- 3) Verter el cemento y mezclar por 30 segundos más.
- 4) Verter la mitad de la cantidad de agua pesada y las fibras de abacá previamente tratadas mientras se mezcla por 30 segundos.
- 5) Hacemos una pausa de 30 segundos para retirar el mortero aglutinado en los bordes del recipiente para luego verter la mitad de la cantidad de agua pesada restante y continuar con la mezcla.
- 6) Finalizar mezclando todo por 1 minuto.



*Ilustración 3 Mezcla de arena y cemento*

Fuente: Autor



*Ilustración 4 Resultado final de la mezcla*

Fuente: Autor

### 3.4 Elaboración de muestras

#### 3.4.1 Elaboración de cilindros

Una vez obtenido el amasado, el proceso para la elaboración de cilindros se detalla de la siguiente manera:

- 1) Ensamblar y asegurar el molde a utilizar, en este caso se utilizó uno metálico.
- 2) Engrasar el molde con aceite.
- 3) Se funde en dos capas, cada una con 25 inserciones y 15 golpes laterales.
- 4) Entre las fundiciones de las dos capas, se coloca el molde con la mezcla sobre una mesa vibradora para extraer el aire atrapado.
- 5) Enrasar el material con ayuda de un bailejo.
- 6) Esperar 24 horas para desmoldar.
- 7) Se limpia el molde.

Este procedimiento se aplica tanto para la elaboración de cilindros con mortero convencional y con mortero reforzado con fibras de abacá previamente tratadas.



*Ilustración 5 Proceso de elaboración de los cilindros, inserciones y golpes laterales*

Fuente: Autor

### 3.4.2 Elaboración de probetas

El proceso de la elaboración de probetas es muy similar al proceso de elaboración de cilindros, pero empleando diferentes moldes y los pasos son los siguientes:

- 1) Armar los moldes.
- 2) Engrasar los moldes con aceite.
- 3) Se funde en dos capas, cada una con 15 golpes.
- 4) Entre las fundiciones de las dos capas, se coloca el molde con la mezcla sobre una mesa vibradora para extraer el aire atrapado.
- 5) Enrasar el material con ayuda de un bailejo.
- 6) Esperar 24 horas para desmoldar.
- 7) Se limpia el molde.



*Ilustración 6 Proceso de elaboración de probetas, inserciones en la primera capa*

Fuente: Autor

### 3.5 Moldes

Se emplearon distintos moldes, teniendo en cuenta los distintos requerimientos de los ensayos a efectuar.

Para el ensayo de flexotracción se utilizó el siguiente molde (*UNE-EN 1015-11*) :



*Ilustración 7 Molde para el ensayo de flexotracción*

Fuente: Autor

Para elaborar los cilindros se utilizó el molde presentado a continuación:



*Ilustración 8 Molde de los cilindros*

Fuente: Autor

# CAPÍTULO IV



## 4. Procesos de Envejecimiento

Una vez elaboradas las muestras necesarias, se inician los ciclos de envejecimientos al terminar los 28 días de curado. Es importante que se realice luego de cumplir el periodo de tiempo de curado en agua con cal porque para ese tiempo, el mortero ya habrá alcanzado toda la resistencia que puede generar.

### 4.1 Envejecimiento acelerado según (Neves et al., 2019)

El proceso inicia saturando las muestras en agua ( $30^{\circ}\pm 1^{\circ}\text{C}$ ). El ciclo dura 3 días, en los cuales: el primer día se realiza una saturación completa por lo que se sumerge la muestra en agua, seguido de 2 días en secado dentro de un horno ( $36^{\circ}\pm 1^{\circ}\text{C}$ ) con una velocidad de viento de 0.5 m/s.

Hay que tener en cuenta que después de 2 días de secado, las muestras pierden un aproximado del 70% de la masa saturada (Neves Junior et al., 2019).

### 4.2 Envejecimiento acelerado según (Wei et al., 2019)

El proceso comienza con sumergir las muestras en agua sellada a  $70^{\circ}\text{C}$  para luego secar al horno con aire de circulación a  $70^{\circ}\text{C}$  alternativamente. Se determina el cambio de masa en función del tiempo de inmersión. Tomar la medida del aumento o disminución de la masa para ciclos W&D (Wet and Dry) cada 10 min durante las 2 primeras horas, después cada hora; y cada 3 o 4 horas (humedecer y secar respectivamente) luego de haber pasado 12 horas.

Si el cambio de masa es menor al 2% en 3 mediciones consecutivas, se puede decir que las muestras están en equilibrio (Wei et al., 2016).

#### 4.2.1 Especificación del Proceso de envejecimiento

Este proceso de envejecimiento al ser más “agresivo”, puede representar una condición meteorológica más acercada al día a día y el proceso consiste en lo siguiente:

- 1) Preparar agua 30 min antes de comenzar el ciclo vertiéndola en un recipiente lo suficientemente grande donde puedan caber todas las muestras de análisis y calentarla a  $70^{\circ}\text{C}$ .

- 2) Colocar las pastillas dentro del recipiente con agua a 70°C y proceder a tomar lecturas de masa cada 10 min por 1 hora.
- 3) Colocar las pastillas en un recipiente, de preferencia metálico, e introducirlas en el horno a 70°C y proceder a tomar lecturas de masa cada 10 min por 1 hora.
- 4) Se repite el paso 2 con la diferencia de que se tomaran lecturas de masa cada hora durante 6 horas.
- 5) Se repite el paso 3 con la diferencia de que se tomaran lecturas de masa cada hora durante 6 horas.
- 6) Se repite el paso 2, pero ahora tomando lecturas de masa cada 3 horas hasta que la masa de la muestra se haya estabilizado, es decir, que la diferencia de 2 lecturas de masa no exceda el 2% de la lectura anterior.
- 7) Por último, se repite el paso 3, pero ahora tomando lecturas de masa cada 4 horas hasta que la masa de la muestra se haya estabilizado, es decir, que la diferencia de 2 lecturas de masa consecutivas no varíe en un 2%.

Una vez finalizado el proceso (1 ciclo), se puede realizar nuevamente de la manera previamente detallada.



*Ilustración 9 Muestras en agua y en seco*

Fuente: Autor

# CAPÍTULO V

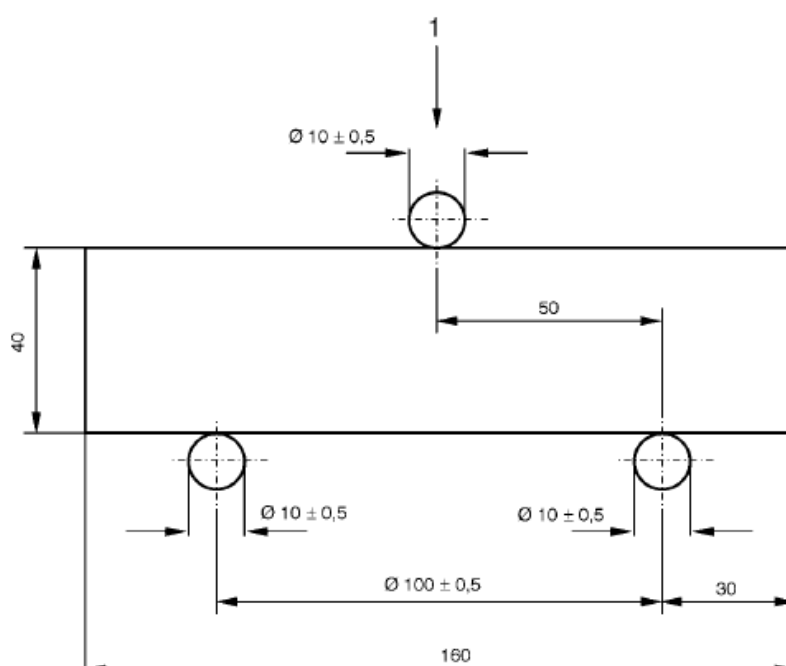
## 5. Flexotracción

### 5.1 Flexión

Es fundamental para este proyecto analizar la resistencia a la flexión del mortero determinado ya que esta propiedad puede definir, en su mayor porcentaje, el desempeño que se puede obtener en los resultados (*UNE-EN 1015-11*)

Especificaciones de la máquina de ensayo:

- La velocidad de carga uniforme aplicada por la máquina de ensayo esta entre 10 N/s y 50 N/s así la rotura se produce en un lapso entre 30s y 90s.
- La máquina de ensayo posee dos rodillos de acero de 45 mm – 50mm de longitud y 10mm  $\pm$  0.5 mm de diámetro ubicados separadamente entre si a 100 mm  $\pm$  0.5 mm.
- La máquina de ensayo posee un tercer rodillo, este colocado entre los otros dos rodillos de apoyo.



*Ilustración 10 Equipo para ensayo de resistencia a flexión*

Fuente: (*UNE-EN 1015-11*)

Especificaciones de las muestras:

- Base: 40 mm
- Altura: 40 mm
- Longitud 160 mm

## 5.2 Detalles del proceso de análisis

La ecuación para determinar la resistencia a la flexión se muestra a continuación:

*Ecuación 1 Resistencia a flexión*

$$f = 1.5 \frac{Fl}{bd^2}$$

Donde:

- F: Carga máxima de la probeta en (N)
- L: Distancia entre los ejes de los rodillos en (mm)
- b: Ancho de la probeta en (mm)
- d: Grosor de la probeta en (mm)
- f: Resistencia a flexión en (MPa)



*Ilustración 11 Muestra a realizar el ensayo de flexión*

Fuente: Autor

### 5.3 Compresión

La norma (*UNE-EN 1015-11*) indica que este ensayo debe realizarse posteriormente al ensayo de flexión, las probetas separadas se deben ensayar de manera que:

- La velocidad de carga progresiva aplicada por la máquina de ensayo esta entre 50 N/s y 500 N/s así la rotura se produce en un lapso entre 30s y 90s.
- Se utilizaron placas metálicas auxiliares debido a que el acople está diseñado para ensayar otras muestras como cubos.



*Ilustración 12 Muestra a realizar el ensayo de compresión*

Fuente:

### 5.4 Detalles del proceso de análisis

La ecuación para determinar la resistencia a compresión se muestra a continuación:

*Ecuación 2 Resistencia a compresión*

$$C = \frac{F}{A}$$

Donde:

- F: Carga máxima de la probeta en (N)
- A: Sección transversal de la probeta en (mm)
- C: Resistencia a compresión en (MPa)

# CAPÍTULO VI



## 6. Penetración Ion Cloruro

El proceso para llevar a cabo el ensayo de corrosión según la norma (ASTM C1202, 2012) es el siguiente:

- 1) Se dejan las muestras de estudio en el horno por 24 horas.
- 2) Se aplica una capa de silicona en los bordes de la pastilla de hormigón y se espera hasta que esté completamente seca. Se coloca cinta de papel en la sección transversal para evitar silicona en esta cara.



*Ilustración 13 preparación de las muestras para la aplicación de silicona*

Fuente: Autor

- 3) Se procede a saturar la muestra en una caja de vacíos por 3 horas y luego se satura con agua desairada (agua hervida por 45 – 60 min). Luego se enfría hasta llegar a 23°C.



*Ilustración 14 Muestras en la caja de vacío*

Fuente: Autor

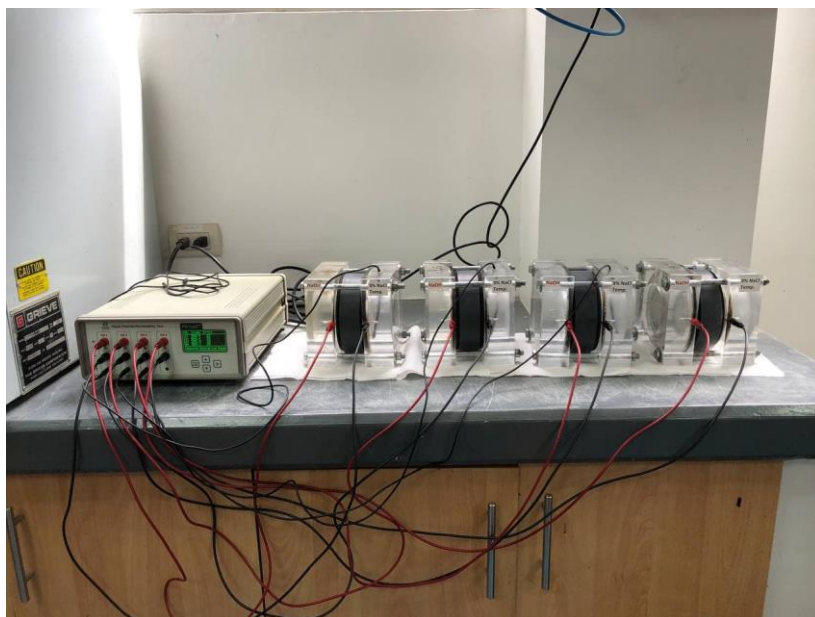
- 4) Se espera alrededor de  $18 \pm 2$  horas para realizar el ensayo de corrosión.
- 5) Se colocan las muestras entre dos reservorios, uno que contiene una solución de 1.5 Kg de agua destilada + 18 g de Hidróxido de Sodio y otro que contiene una solución 1.5 Kg de agua destilada + 45 g de Cloruro de Sodio. Posteriormente se conecta al equipo.



*Ilustración 15 Colocación de las soluciones de NaOH y 3% NaCl*

Fuente: Autor

- 6) Se conecta el equipo a una computadora y se deja correr el programa durante 6 horas para finalmente obtener los resultados.



*Ilustración 16 Ensayo de penetración ion cloruro*

Fuente: Autor

Hay que tener en consideración ciertos aspectos:

- La norma indica realizar el ensayo 4 días antes de la fecha indicada (en este caso 28 o 56 días).
- Las muestras de estudio (pastillas) se obtienen al cortar un cilindro de hormigón de 100 mm de diámetro - 200 mm de altura en 4 partes iguales de las cuales solo se escogerán las rodajas internas.



*Ilustración 17 Cilindros antes y después de ser cortados*

Fuente: Autor

- Se satura la muestra a -1.0 bar de presión.

## 6.1 Detalles del proceso de análisis

Con los resultados obtenidos del ensayo, se utilizará la siguiente ecuación para obtener la carga Q en coulomb:

Ecuación 3 Carga eléctrica (Q)

$$Q = \frac{I}{2} \Delta t \{ I_0 + 2I_{\Delta t} + \dots + 2I_{t-\Delta t} + I_t \}$$

Fuente: (Per Ma2<sup>TM</sup> R A P I D C H L)

Para los resultados obtenidos del ensayo ASTM C1202, nos dan las siguientes indicaciones:

*Ecuación 4 Relación cualitativa ampliamente aceptada entre la carga eléctrica y la penetrabilidad a largo plazo del cloruro*

Chloride Penetration	56-Day Rapid Chloride Permeability Charge Passed (Coulombs)
High	>4,000
Moderate	2,000 to 4,000
Low	1,000 to 2,000
Very Low	100 to 1,000
Negligible	<100

Fuente: (ASTM C1202, 2012)

Por último, las siglas “CH” harán referencia al canal y se presentan hasta 4 canales.

# CAPÍTULO VII

## 7. ENSAYOS Y RESULTADOS

### 7.1 Nomenclatura

En este trabajo se designará la siguiente nomenclatura para un mejor entendimiento:

- Tratamiento
- Dosificación
- Muestras para ensayos

*Tabla 6 Nomenclatura - Tratamiento alcalino*

<b>TRATAMIENTO ALCALINO</b>	<b>NOMENCLATURA</b>
<b>HIDRÓXIDO DE SODIO (NAOH 3%)</b>	<b>THS</b>

Fuente: Autor

*Tabla 7 Nomenclatura - Dosificación*

<b>DOSIFICACIÓN</b>	<b>NOMENCLATURA</b>
<b>3 CM (LONGITUD DE FIBRA), 0.2% (14.5G)</b>	<b>3/0.2</b>

Fuente: Autor

*Tabla 8 Nomenclatura - Pastillas*

<b>CILINDROS</b>	<b>NOMENCLATURA</b>
<b>MORTERO REFORZADO CON FIBRA DE ABACÁ PREVIAMENTE TRATADA CON HIDRÓXIDO DE SODIO(NAOH).</b>	<b>MTHS</b>
<b>MORTERO CONVENCIONAL (PATRÓN)</b>	<b>MP</b>

Fuente: Autor

*Tabla 9 Nomenclatura - Procesos de Envejecimiento*

<b>PROBETAS</b>	<b>NOMENCLATURA</b>
<b>PROCESO DE ENVEJECIMIENTO</b>	WD - 1
<b>PROCESO DE ENVEJECIMIENTO</b>	WD - 2

Fuente: Autor

*Tabla 10 Nomenclatura - flexión*

<b>PROBETAS</b>	<b>NOMENCLATURA</b>
<b>PROBETAS DE MORTERO CONVECIONAL</b>	MPF
<b>PROBETAS DE MORTERO CON FIBRA DE ABACÁ</b>	MFHS

Fuente: Autor

*Tabla 11 Nomenclatura - Compresión*

<b>PROBETAS</b>	<b>NOMENCLATURA</b>
<b>PROBETAS DE MORTERO CONVECIONAL</b>	MCF
<b>PROBETAS DE MORTERO CON FIBRA DE ABACÁ</b>	MCHS

Fuente: Autor

*Tabla 12 Nomenclatura - Muestras para corrosión con envejecimiento*

<b>MUESTRAS</b>	<b>NOMENCLATURA</b>
<b>MORTERO CONVENCIONAL 28 DÍAS</b>	MPW - 281
<b>MORTERO CONVENCIONAL 28 DÍAS</b>	MPW - 282
<b>MORTERO CON FIBRAS 28 DÍAS</b>	MHSW – 281
<b>MORTERO CON FIBRAS 28 DÍAS</b>	MHSW – 282

Fuente: Autor



Tabla 13 Muestras para flexión

MUESTRAS	NOMENCLATURA
MORTERO CONVENCIONAL 28 DÍAS	MPF - 28
MORTERO CONVENCIONAL 56 DÍAS	MPF - 56
MORTERO CON FIBRAS 28 DÍAS	MFHS – 28
MORTERO CON FIBRAS 56 DÍAS	MFHS – 56

Fuente: Autor

Tabla 14 Muestras para comprensión

MUESTRAS	NOMENCLATURA
MORTERO CONVENCIONAL 28 DÍAS	MPC - 28
MORTERO CONVENCIONAL 56 DÍAS	MPC - 56
MORTERO CON FIBRAS 28 DÍAS	MCHS – 28
MORTERO CON FIBRAS 56 DÍAS	MCHS – 56

Fuente: Autor

Tabla 15 Muestras para corrosión

MUESTRAS	NOMENCLATURA
MORTERO CONVENCIONAL 28 DÍAS	MP - 28
MORTERO CONVENCIONAL 56 DÍAS	MP - 56
MORTERO CON FIBRAS 28 DÍAS	MTHS – 28
MORTERO CON FIBRAS 56 DÍAS	MTHS – 56

## 7.2 Resultados

### 7.2.1 Procesos de envejecimiento

Tabla 16 Pesos iniciales

Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4
855	845	838	856

Fuente: Autor

Los datos mostrados corresponden a las masas (Kg) de las muestras antes de ser sometidas al proceso de envejecimiento.

*Tabla 17 Lecturas en agua cada 10 min durante 1 hora*

	<b>Muestra 1</b>	<b>Muestra 2</b>	<b>Muestra 3</b>	<b>Muestra 4</b>
<b>10 min</b>	854	845	839	857
<b>20 min</b>	854	845	839	857
<b>30 min</b>	855	845	839	857
<b>40 min</b>	854	845	839	857
<b>50 min</b>	855	845	839	857
<b>60 min</b>	854	845	839	857

Fuente: Autor

Lecturas de masa (Kg) de las muestras sumergidas en agua cada 10 minutos durante 1 hora.

*Tabla 18 Lecturas en seco cada 10 min durante 1 hora*

	<b>Muestra 1</b>	<b>Muestra 2</b>	<b>Muestra 3</b>	<b>Muestra 4</b>
<b>10 min</b>	852	844	837	855
<b>20 min</b>	851	842	835	854
<b>30 min</b>	850	841	834	853
<b>40 min</b>	849	840	833	852
<b>50 min</b>	848	839	832	851
<b>60 min</b>	847	838	831	850

Fuente: Autor

Lecturas de masa (Kg) de las muestras colocadas en el horno cada 10 minutos durante 1 hora.

*Tabla 19 Lecturas en agua cada hora durante 6 horas*

	<b>Muestra 1</b>	<b>Muestra 2</b>	<b>Muestra 3</b>	<b>Muestra 4</b>
<b>1 hora</b>	850.33	841.67	834.12	852.96
<b>2 horas</b>	850.11	841.98	834.58	853.32
<b>3 horas</b>	850.55	841.96	834.73	853.32

<b>4 horas</b>	850.52	841.75	834.39	853.10
<b>5 horas</b>	850.53	841.72	834.53	853.13
<b>6 horas</b>	850.45	841.61	834.36	852.96

Fuente: Autor

Lecturas de masa (Kg) de las muestras sumergidas en agua cada hora durante 6 hora.

*Tabla 20 Lecturas en seco cada hora durante 6 horas*

	<b>Muestra 1</b>	<b>Muestra 2</b>	<b>Muestra 3</b>	<b>Muestra 4</b>
<b>1 hora</b>	842.55	835.39	828.11	843.96
<b>2 horas</b>	837.65	829.70	822.33	840.66
<b>3 horas</b>	834.59	825.24	819.09	837.40
<b>4 horas</b>	831.45.	821.82	816.58	834.53
<b>5 horas</b>	828.59	818.77	813.13	831.37
<b>6 horas</b>	825.46	816.07	810.42	828.75

Fuente: Autor

Lecturas de masa (Kg) de las muestras colocadas en el horno cada hora durante 6 hora.

*Tabla 21 Lecturas en agua cada 3 horas*

	<b>Muestra 1</b>	<b>Muestra 2</b>	<b>Muestra 3</b>	<b>Muestra 4</b>
<b>3 horas</b>	846.31	837.89	830.78	848.97
<b>6 horas</b>	846.71	838.36	831.40	849.77
<b>9 horas</b>	846.16	838.52	831.69	849.14

Fuente: Autor

Lecturas de masa (Kg) de las muestras sumergidas en agua cada 3 horas hasta que la diferencia de 2 lecturas de masa no exceda el 2% de la lectura anterior.

Tabla 22 Lecturas en seco cada 4 horas

	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4
<b>4 horas</b>	827.94	819.10	814.90	814.90
<b>8 horas</b>	816.91	805.98	802.57	804.55
<b>16 horas</b>	816.21	805.28	802.13	804.08

Fuente: Autor

Lecturas de masa (Kg) de las muestras colocadas en el horno cada 4 horas hasta que la diferencia de 2 lecturas de masa consecutivas no varíe en un 2%.

## 7.2.2 Flexotracción

### 7.2.2.1 Flexión

Tabla 23 Comparativa de Resultados entre MFHS y MPF a 28 días

Muestra	Carga (KN)	Resistencia (Mpa)	Resistencia Promedio (Mpa)
<b>MFHS - 28</b>	3.6	8.437	8.125
<b>MFHS - 28</b>	3.4	7.969	
<b>MFHS - 28</b>	3.4	7.969	
<b>MPF - 28</b>	2.8	6.563	6.406
<b>MPF - 28</b>	2.6	6.094	
<b>MPF - 28</b>	2.8	6.563	

Fuente: Autor

Podemos darnos cuentas que, a 28 días de curado en agua, las muestras fabricadas con mortero convencional y muestras fabricadas con mortero reforzado con fibras de abacá previamente tratadas con hidróxido de sodio arrojan resultados distintos y es que la fibra de abacá ayuda mucho en el comportamiento del mortero, razón por la cual este puede soportar cargas un poco más elevadas.

### 7.2.2.2 Compresión

Tabla 24 Comparativa de Resultados entre MCHS y MCF a 56 días

Muestra	Carga (KN)	Área Transversal (mm <sup>2</sup> )	Resistencia (Mpa)	Resistencia Promedio (Mpa)
MCHS – 56	66.80	1600	41.750	44.188
MCHS – 56	66.40	1600	41.500	
MCHS – 56	68.40	1600	42.750	
MCHS – 56	68.60	1600	42.875	
MCHS – 56	78.00	1600	48.750	
MCHS – 56	76.00	1600	47.500	
MCF – 56	64.00	1600	40.000	41.042
MCF – 56	64.00	1600	40.000	
MCF – 56	66.80	1600	41.750	
MCF – 56	68.20	1600	42.625	
MCF – 56	64.60	1600	40.375	
MCF – 56	66.40	1600	41.500	

Fuente: Autor

Analizando los resultados obtenidos en el ensayo de compresión efectuados a 56 días a muestras fabricadas con mortero convencional y mortero reforzado con fibras de abacá previamente tratadas con hidróxido de sodio, se observa que el mortero reforzado resiste cargas más altas en comparación al mortero convencional y esto es debido a la fibra de abacá

### 7.2.3 Penetración Ion Cloruro 28 y 56 Días

Tabla 25 Tabla Comparativa de resultados entre MTHS y MP a 28 días

Espécimen	Edad	Carga	Carga Promedio	Carga Promedio
<b>MTHS - CH1</b>	28	151.485	299.6745	VERY LOW
<b>MTHS - CH2</b>	28	507.750		
<b>MTHS - CH3</b>	28	356.505		
<b>MTHS - CH4</b>	28	182.958		
<b>MP - CH1</b>	28	1338.498	1247.1315	LOW
<b>MP - CH2</b>	28	643.665		
<b>MP - CH3</b>	28	1018.524		
<b>MP - CH4</b>	28	1987.839		

Fuente: Autor

Tabla 26 Comparativa de resultados entre MTHS y MP a 56 días

Espécimen	Edad	Carga	Carga Promedio	Carga Promedio
<b>MTHS - CH1</b>	56	311.721	256.9305	VERY LOW
<b>MTHS - CH2</b>	56	236.274		
<b>MTHS - CH3</b>	56	326.463		
<b>MTHS - CH4</b>	56	153.264		
<b>MP - CH1</b>	56	484.986	834.62475	VERY LOW
<b>MP - CH2</b>	56	1052.499		
<b>MP - CH3</b>	56	1031.901		
<b>MP - CH4</b>	56	769.113		

Fuente: Autor

El ensayo de penetración ion cloruro efectuado a los 28 y 56 días de curado en agua a muestras fabricadas a partir de mortero convencional y mortero reforzado con fibras de abacá tratadas previamente con hidróxido de sodio, arroja resultados mostrados en las tablas anteriores.

Los resultados se los divide en 4 canales, que son las muestras que se pueden ensayar al mismo tiempo, para luego obtener un promedio de estos.

Tabla 27 Comparativa de resultados del ensayo de corrosión entre muestras de 28 y 56 días

Espécimen	Edad	Carga Promedio	Carga Promedio
<b>MTHS</b>	28	299.67	VERY LOW
<b>MTHS</b>	56	256.93	VERY LOW
<b>MP</b>	28	1247.13	LOW
<b>MP</b>	56	834.62	VERY LOW

Fuente: Autor

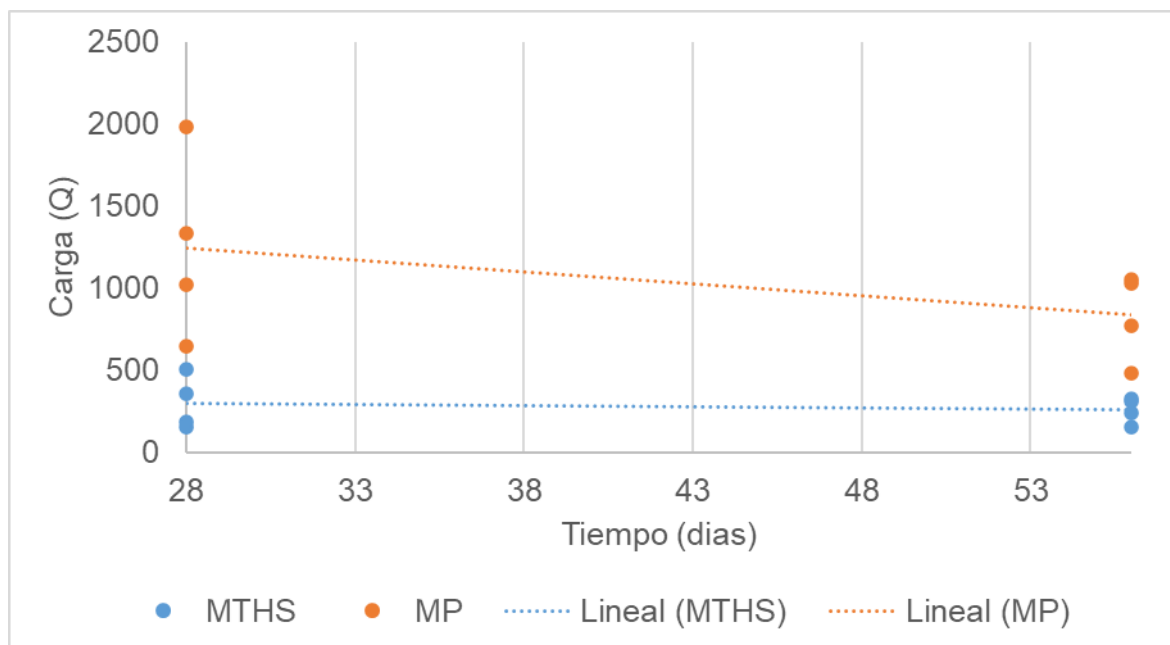


Ilustración 18 Grafica comparativa de resultados del ensayo de corrosión entre muestras de 28 y 56 días

Fuente: Autor

Se puede observar que a medida que pasa el tiempo, la carga que resiste la muestra de mortero reforzado con fibras de abacá tratadas previamente con hidróxido de sodio sigue siendo menor que la carga del mortero convencional.

## 7.2.4 Penetración Ion Cloruro 28 Días con muestras sometidas a procesos de envejecimiento

Tabla 28 Resultados MWHS a 28 días

Espécimen	Edad	Carga	Carga Promedio	Carga Promedio
<b>MWHS - CH1</b>	28	49.095	529.368	VERY LOW
<b>MWHS - CH2</b>	28	434.763		
<b>MWHS - CH3</b>	28	1096.236		
<b>MWHS - CH4</b>	28	537.378		

Fuente: Autor

Las muestras sometidas al proceso de envejecimiento (Wei et al., 2016) que posteriormente fueron sometidas al ensayo de penetración ion cloruros, arrojaron datos mostradas en la tabla previa.

Los resultados se los divide en 4 canales, que son las muestras que se pueden ensayar al mismo tiempo, para luego obtener un promedio de estos.



# CAPÍTULO VIII

## 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 8.1 Conclusiones

Este trabajo de enfoco en el análisis del comportamiento del mortero convencional, el mortero reforzado con fibras de abacá tratadas previamente con hidróxido de sodio y mortero reforzado sometido a procesos de envejecimiento frente a la presencia de iones de cloruro.

La fibra de abacá tratada con hidróxido de sodio aporta al mortero un comportamiento mecánico positivo. Los ensayos de flexión y compresión realizados demuestran esto con los resultados que se obtuvieron, en estos se comprueba que el mortero reforzado puede resistir más carga en comparación al mortero convencional.

Los datos obtenidos del ensayo de penetración ion cloruro realizados a muestras a los 28 indican que el mortero reforzado permite un menor paso de iones de cloruro en comparación al mortero reforzado. De la misma manera, los resultados del ensayo de corrosión realizado a 56 días indican que de igual forma el mortero reforzado presenta un mejor comportamiento sobre el mortero convencional.

Las muestras sometidas al proceso de envejecimiento presentan un comportamiento distinto a las muestras que no fueron sometidas a este proceso. Pero de igual forma se concluye que el mortero reforzado tiene una baja penetración y una alta permeabilidad frente al ion cloruro.

### 8.2 Recomendaciones

Es importante siempre realizar una correcta fundición al momento de elaborar las muestras para cada tipo de estudio, para así poder realizar comparativas más exactas con respecto a cualquier característica.

En cuanto al ensayo de penetración ion cloruro, es un ensayo que debe realizarse con cuatro días de anticipación a la fecha indicada.

Por último, los procesos de envejecimiento tienen que realizarse con una previa planificación muy cuidadosa con respecto al tiempo para poder realizarlos de una manera adecuada.

## REFERENCIAS

- Armezin, R. B., & Coseco, W. C. (2012). Abaca (*Musa textilis* Nee) allometry for above-ground biomass and fiber production. *Biomass and Bioenergy*, *46*, 181–189. <https://doi.org/10.1016/J.BIOMBIOE.2012.09.004>
- ASTM. (1974). *ASTM C144. Standard Specification for Aggregate for Masonry Mortar*. Annual Book of ASTM Standards. <https://www.astm.org/Standards/C144.htm>
- ASTM C1202. (2012). Standard Test Method for Electrical Indication of Concrete's Ability to Resist Chloride Ion Penetration. *American Society for Testing and Materials.*, *C*.
- Cabrera Zamora, J. M. (2016). *Análisis Del Comportamiento De Paredes De Mampostería Con Bloque De Cemento Prefabricado Utilizando Mortero Reforzado Con Fibra Vegetal (Abacá)*. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/14969>
- Cai, M., Takagi, H., Nakagaito, A. N., Li, Y., & Waterhouse, G. I. N. (2016). Effect of alkali treatment on interfacial bonding in abaca fiber-reinforced composites. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, *90*, 589–597. <https://doi.org/10.1016/J.COMPOSITESA.2016.08.025>
- Calle Balladares, G. E. (2019). *Influencia del efecto alcalino en las propiedades mecánicas del mortero reforzado con fibras de abacá*. <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/13839>
- Castañeda Valdés, A., Días Brito, N., Gonzáles Mellor, E., Martínez Hernández, M., & Corvo Pérez, F. (2005). Influencia de la penetración de Iones Cloruros en el Hormigón Armado a diferentes relaciones Agua/Cemento y Condiciones de Exposición. *Revista CENIC Ciencias Químicas*, *36*.
- Cubillo Santana, A. L., & Chasiguasín Nacipucha, L. F. (2020). *Procesos de envejecimientos natural y acelerado del mortero reforzado con fibra de abacá*

*previamente tratada con hidróxido de sodio.*

<http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/14407>

Ecuador, Q. (n.d.). *INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN.*

Freire Peñafiel, M. M. (2019). *Influencia del tratamiento, tamaño y dosificación de las fibras de abacá en el mortero.* <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/12603>

INEN 2389. (2005). Instituto Ecuatoriano de Normalización. *Instituto Ecuatoriano de Normalización*, 21.

Jiang, D., An, P., Cui, S., Xu, F., Tuo, T., Zhang, J., & Jiang, H. (2018). Effect of leaf fiber modification methods on mechanical and heat-insulating properties of leaf fiber cement-based composite materials. *Journal of Building Engineering*, 19, 573–583. <https://doi.org/10.1016/J.JOBE.2018.05.028>

Liu, K., Zhang, X., Takagi, H., Yang, Z., & Wang, D. (2014). Effect of chemical treatments on transverse thermal conductivity of unidirectional abaca fiber/epoxy composite. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, 66, 227–236. <https://doi.org/10.1016/J.COMPOSITESA.2014.07.018>

Neves Junior, A., Ferreira, S. R., Toledo Filho, R. D., Fairbairn, E. de M. R., & Dweck, J. (2019). Effect of early age curing carbonation on the mechanical properties and durability of high initial strength Portland cement and lime-pozolan composites reinforced with long sisal fibres. *Composites Part B: Engineering*, 163, 351–362. <https://doi.org/10.1016/J.COMPOSITESB.2018.11.006>

Onuaguluchi, O., & Banthia, N. (2016). Plant-based natural fibre reinforced cement composites: A review. *Cement and Concrete Composites*, 68, 96–108. <https://doi.org/10.1016/J.CEMCONCOMP.2016.02.014>

*Perma2™ RAPIDCHL Smart Concrete Testing Technologies™ Perma2™ User Manual.* (n.d.).

Ramakrishna, G., & Sundararajan, T. (2005). Impact strength of a few natural fibre reinforced cement mortar slabs: a comparative study. *Cement and Concrete*

*Composites*, 27(5), 547–553.

<https://doi.org/10.1016/J.CEMCONCOMP.2004.09.006>

Silva, E. J. da, Marques, M. L., Velasco, F. G., Fornari Junior, C., Luzardo, F. M., & Tashima, M. M. [UNESP]. (2017). A new treatment for coconut fibers to improve the properties of cement-based composites – Combined effect of natural latex/pozzolanic materials. *Scopus*, 12, 44–51.

<https://doi.org/10.1016/J.SUSMAT.2017.04.003>

Soroushian, P., Won, J. P., & Hassan, M. (2012). Durability characteristics of CO<sub>2</sub>-cured cellulose fiber reinforced cement composites. *Construction and Building Materials*, 34, 44–53. <https://doi.org/10.1016/J.CONBUILDMAT.2012.02.016>

*TECNOLOGIA DEL CONCRETO Y DEL MORTERO - Diego Sanchez de Guzman -*

*Google Libros*. (n.d.). Retrieved August 28, 2021, from

[https://books.google.com.ec/books?id=EWq-](https://books.google.com.ec/books?id=EWq-QPJhsRAC&pg=PA346&lpg=PA346&dq=ACI+Tecnología+del+concreto+y+del+mortero.+Diego+Sánchez+De+Gu&source=bl&ots=gZFTBoq-Ho&sig=ACfU3U0puXFodZczfzjHNfgWqY9tlj-IFA&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwib-a_cy9TyAhWZRTABHdQUA0sQ6AF6BAgnEAM#v=onepage&q=ACI)

[QPJhsRAC&pg=PA346&lpg=PA346&dq=ACI+Tecnología+del+concreto+y+del+mortero.+Diego+Sánchez+De+Gu&source=bl&ots=gZFTBoq-](https://books.google.com.ec/books?id=EWq-QPJhsRAC&pg=PA346&lpg=PA346&dq=ACI+Tecnología+del+concreto+y+del+mortero.+Diego+Sánchez+De+Gu&source=bl&ots=gZFTBoq-Ho&sig=ACfU3U0puXFodZczfzjHNfgWqY9tlj-IFA&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwib-a_cy9TyAhWZRTABHdQUA0sQ6AF6BAgnEAM#v=onepage&q=ACI)

[Ho&sig=ACfU3U0puXFodZczfzjHNfgWqY9tlj-IFA&hl=es-](https://books.google.com.ec/books?id=EWq-QPJhsRAC&pg=PA346&lpg=PA346&dq=ACI+Tecnología+del+concreto+y+del+mortero.+Diego+Sánchez+De+Gu&source=bl&ots=gZFTBoq-Ho&sig=ACfU3U0puXFodZczfzjHNfgWqY9tlj-IFA&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwib-a_cy9TyAhWZRTABHdQUA0sQ6AF6BAgnEAM#v=onepage&q=ACI)

[419&sa=X&ved=2ahUKEwib-](https://books.google.com.ec/books?id=EWq-QPJhsRAC&pg=PA346&lpg=PA346&dq=ACI+Tecnología+del+concreto+y+del+mortero.+Diego+Sánchez+De+Gu&source=bl&ots=gZFTBoq-Ho&sig=ACfU3U0puXFodZczfzjHNfgWqY9tlj-IFA&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwib-a_cy9TyAhWZRTABHdQUA0sQ6AF6BAgnEAM#v=onepage&q=ACI)

[a\\_cy9TyAhWZRTABHdQUA0sQ6AF6BAgnEAM#v=onepage&q=ACI](https://books.google.com.ec/books?id=EWq-QPJhsRAC&pg=PA346&lpg=PA346&dq=ACI+Tecnología+del+concreto+y+del+mortero.+Diego+Sánchez+De+Gu&source=bl&ots=gZFTBoq-Ho&sig=ACfU3U0puXFodZczfzjHNfgWqY9tlj-IFA&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwib-a_cy9TyAhWZRTABHdQUA0sQ6AF6BAgnEAM#v=onepage&q=ACI)

[Tecnología del concreto y del mortero. Diego Sánchez De Gu&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=EWq-QPJhsRAC&pg=PA346&lpg=PA346&dq=ACI+Tecnología+del+concreto+y+del+mortero.+Diego+Sánchez+De+Gu&source=bl&ots=gZFTBoq-Ho&sig=ACfU3U0puXFodZczfzjHNfgWqY9tlj-IFA&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwib-a_cy9TyAhWZRTABHdQUA0sQ6AF6BAgnEAM#v=onepage&q=ACI)

Tolêdo Romildo D., F. D., Ghavami, K., England, G. L., & Scrivener, K. (2003).

Development of vegetable fibre–mortar composites of improved durability.

*Cement and Concrete Composites*, 25(2), 185–196.

[https://doi.org/10.1016/S0958-9465\(02\)00018-5](https://doi.org/10.1016/S0958-9465(02)00018-5)

*UNE-EN 1015-11:2000/A1:2007 Métodos de ensayo de los morteros ...* (n.d.).

Retrieved August 28, 2021, from [https://www.une.org/encuentra-tu-](https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0039892)

[norma/busca-tu-norma/norma?c=N0039892](https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0039892)

Wei, J., Ma, S., & Thomas, D. G. (2016). Correlation between hydration of cement and durability of natural fiber-reinforced cement composites. *Corrosion Science*, 106, 1–15. <https://doi.org/10.1016/J.CORSCI.2016.01.020>

# ANEXOS

## Penetración Ion Cloruro 28 Días

### Project Description

- Name: MTHS – 28
- Date: 2021/07/16 - 15:13:55
- Test Method: ASTM C1202
- Operator: VINICIO PERALTA - KENNY PINTO
- Special Notes: TESIS KENNY PINTO 28D MORTERO REFORZADO
- Sample ID: CH1

*Tabla 29 Resultados del canal 1*

Row ID,Time,Relative Time (min),Current (mA),Temperature (C)

=====								
1	2021/07/16 - 15:14:24	0	486.1	DC	1	60	486.1	
2	2021/07/16 - 15:15:24	1	500.5	DC	1	60	1001	
3	2021/07/16 - 15:16:24	2	510.5	DC	1	60	1021	
4	2021/07/16 - 15:17:24	3	515.5	DC	1	60	1031	
1	2021/07/16 - 15:34:04	0	499.8	DC	1	60	999.6	
2	2021/07/16 - 15:35:04	1	510.8	DC	1	60	510.8	
							5049.5	mA
							5.0495	A
							151.49	Q

Fuente: (Holcim Ecuador, 2021)

### Project Description

- Name: MTHS – 28
- Date: 2021/07/16 - 15:13:55
- Test Method: ASTM C1202
- Operator: VINICIO PERALTA - KENNY PINTO
- Special Notes: TESIS KENNY PINTO 28D MORTERO REFORZADO
- Sample ID: CH2

Tabla 30 Resultados del canal 2

Row ID,Time,Relative Time (min),Current (mA),Temperature (C)

1	2021/07/16 - 15:14:24	0	250.9	23	1	60	250.9	
2	2021/07/16 - 15:15:24	1	5.7	23	1	60	11.4	
3	2021/07/16 - 15:16:24	2	381.7	23	1	60	763.4	
4	2021/07/16 - 15:17:24	3	371.3	23	1	60	742.6	
5	2021/07/16 - 15:18:24	4	417.9	23	1	60	835.8	
6	2021/07/16 - 15:19:24	5	386.1	23	1	60	772.2	
7	2021/07/16 - 15:20:24	6	437.1	23	1	60	874.2	
8	2021/07/16 - 15:21:24	7	434.7	23	1	60	869.4	
9	2021/07/16 - 15:22:24	8	433.4	23	1	60	866.8	
10	2021/07/16 - 15:23:24	9	431.9	24	1	60	863.8	
11	2021/07/16 - 15:24:24	10	432.8	24	1	60	865.6	
12	2021/07/16 - 15:25:24	11	484.4	24	1	60	968.8	
13	2021/07/16 - 15:26:24	12	479.6	24	1	60	959.2	
14	2021/07/16 - 15:27:24	13	459	25	1	60	918	
15	2021/07/16 - 15:28:24	14	490.1	25	1	60	980.2	
16	2021/07/16 - 15:29:24	15	491.2	25	1	60	982.4	
17	2021/07/16 - 15:30:24	16	493.9	25	1	60	987.8	
18	2021/07/16 - 15:31:24	17	470.9	26	1	60	941.8	
1	2021/07/16 - 15:34:04	0	487.9	26	1	60	975.8	
2	2021/07/16 - 15:35:04	1	489.1	26	1	60	978.2	
3	2021/07/16 - 15:36:04	2	516.7	27	1	60	516.7	
							16925	mA
							16.925	A
							507.75	Q

Fuente: (Holcim Ecuador, 2021)

#### Project Description

- Name: MTHS – 28
- Date: 2021/07/16 - 15:13:55
- Test Method: ASTM C1202
- Operator: VINICIO PERALTA - KENNY PINTO
- Special Notes: TESIS KENNY PINTO 28D MORTERO REFORZADO
- Sample ID: CH3



Tabla 31 Resultados del canal 3

Row ID,Time,Relative Time (min),Current (mA),Temperature (C)

1	2021/07/16 - 15:14:24	0	454.9	23	1	60	454.9	
2	2021/07/16 - 15:15:24	1	469.3	23	1	60	938.6	
3	2021/07/16 - 15:16:24	2	478.3	23	1	60	956.6	
4	2021/07/16 - 15:17:24	3	485.1	23	1	60	970.2	
5	2021/07/16 - 15:18:24	4	492.1	23	1	60	984.2	
6	2021/07/16 - 15:19:24	5	498.1	23	1	60	996.2	
7	2021/07/16 - 15:20:24	6	507.6	23	1	60	1015.2	
8	2021/07/16 - 15:21:24	7	512.5	24	1	60	1025	
9	2021/07/16 - 15:22:24	8	519.2	24	1	60	1038.4	
1	2021/07/16 - 15:34:04	0	488.1	25	1	60	976.2	
2	2021/07/16 - 15:35:04	1	498.9	25	1	60	997.8	
3	2021/07/16 - 15:36:04	2	506.6	25	1	60	1013.2	
4	2021/07/16 - 15:37:04	3	517	25	1	60	517	
							11883.5	mA
							11.8835	A
							356.505	Q

Fuente: (Holcim Ecuador, 2021)

#### Project Description

- Name: MTHS – 28
- Date: 2021/07/16 - 15:13:55
- Test Method: ASTM C1202
- Operator: VINICIO PERALTA - KENNY PINTO
- Special Notes: TESIS KENNY PINTO 28D MORTERO REFORZADO
- Sample ID: CH4

Tabla 32 Resultados del canal 4

Row ID,Time,Relative Time (min),Current (mA),Temperature (C)

1	2021/07/16 - 15:14:24	0	158.6	23	1	60	158.6	
2	2021/07/16 - 15:15:24	1	4.2	23	1	60	840	
3	2021/07/16 - 15:16:24	2	2.1	23	1	60	420	
4	2021/07/16 - 15:17:24	3	1.7	23	1	60	340	
5	2021/07/16 - 15:18:24	4	1.3	23	1	60	260	
6	2021/07/16 - 15:19:24	5	1	23	1	60	200	
7	2021/07/16 - 15:20:24	6	2.2	23	1	60	440	
8	2021/07/16 - 15:21:24	7	1.1	23	1	60	220	
9	2021/07/16 - 15:22:24	8	1.1	23	1	60	220	
10	2021/07/16 - 15:23:24	9	1	23	1	60	200	
11	2021/07/16 - 15:24:24	10	0.9	23	1	60	180	
12	2021/07/16 - 15:25:24	11	1.2	23	1	60	240	
13	2021/07/16 - 15:26:24	12	0.9	23	1	60	180	
14	2021/07/16 - 15:27:24	13	1.2	23	1	60	240	
15	2021/07/16 - 15:28:24	14	1.4	23	1	60	280	
16	2021/07/16 - 15:29:24	15	0.9	23	1	60	180	
17	2021/07/16 - 15:30:24	16	0.9	23	1	60	180	
18	2021/07/16 - 15:31:24	17	0.8	23	1	60	160	
19	2021/07/16 - 15:32:24	18	1	23	1	60	200	
1	2021/07/16 - 15:34:04	0	1.2	23	1	60	240	
2	2021/07/16 - 15:35:04	1	0.7	23	1	60	140	
3	2021/07/16 - 15:36:04	2	1.4	23	1	60	280	
4	2021/07/16 - 15:37:04	3	0.8	23	1	60	160	
5	2021/07/16 - 15:38:04	4	0.5	23	1	60	100	
6	2021/07/16 - 15:39:04	5	0.4	23	1	60	40	
							6098.6	mA
							6.0986	A
							182.958	Q

Fuente: (Holcim Ecuador, 2021)

### Project Description

- Name: MP – 28
- Date: 2021/07/15 - 11:36:38
- Test Method: ASTM C1202
- Operator: VINICIO PERALTA - KENNY PINTO
- Special Notes: TESIS KENNY PINTO 28D MORTERO PATRON
- Sample ID: CH1

Tabla 33 Resultados del canal 1

Row ID,Time,Relative Time (min),Current (mA),Temperature (C)

1	2021/07/15 - 11:37:01	0	253	22	1	60	253	
2	2021/07/15 - 11:38:01	1	269.9	22	1	60	539.8	
3	2021/07/15 - 11:39:01	2	313.2	22	1	60	626.4	
4	2021/07/15 - 11:40:01	3	312.2	22	1	60	624.4	
5	2021/07/15 - 11:41:01	4	317.1	22	1	60	634.2	
6	2021/07/15 - 11:42:01	5	326.6	22	1	60	653.2	
7	2021/07/15 - 11:43:01	6	325.9	22	1	60	651.8	
8	2021/07/15 - 11:44:01	7	332	22	1	60	664	
9	2021/07/15 - 11:45:01	8	333.3	23	1	60	666.6	
10	2021/07/15 - 11:46:01	9	342.2	23	1	60	684.4	
11	2021/07/15 - 11:47:01	10	346.2	23	1	60	692.4	
12	2021/07/15 - 11:48:01	11	351.4	23	1	60	702.8	
13	2021/07/15 - 11:49:01	12	354.3	23	1	60	708.6	
14	2021/07/15 - 11:50:01	13	360.9	23	1	60	721.8	
15	2021/07/15 - 11:51:01	14	359.1	24	1	60	718.2	
16	2021/07/15 - 11:52:01	15	367.6	24	1	60	735.2	
17	2021/07/15 - 11:53:01	16	370.2	24	1	60	740.4	
18	2021/07/15 - 11:54:01	17	374.8	25	1	60	749.6	
19	2021/07/15 - 11:55:01	18	376.7	25	1	60	753.4	
20	2021/07/15 - 11:56:01	19	378.1	25	1	60	756.2	
21	2021/07/15 - 11:57:01	20	386.7	25	1	60	773.4	
22	2021/07/15 - 11:58:01	21	388.5	25	1	60	777	
23	2021/07/15 - 11:59:01	22	384	26	1	60	768	
24	2021/07/15 - 12:00:01	23	396.2	26	1	60	792.4	
25	2021/07/15 - 12:01:01	24	385.2	26	1	60	770.4	
26	2021/07/15 - 12:02:01	25	394.7	27	1	60	789.4	
27	2021/07/15 - 12:03:01	26	408.1	27	1	60	816.2	
28	2021/07/15 - 12:04:01	27	401	27	1	60	802	
29	2021/07/15 - 12:05:01	28	407.1	28	1	60	814.2	
30	2021/07/15 - 12:06:01	29	410.4	28	1	60	820.8	
31	2021/07/15 - 12:07:01	30	417.6	28	1	60	835.2	
32	2021/07/15 - 12:08:01	31	415.8	28	1	60	831.6	
33	2021/07/15 - 12:09:01	32	420.1	29	1	60	840.2	
34	2021/07/15 - 12:10:01	33	435.9	29	1	60	871.8	
35	2021/07/15 - 12:11:01	34	439.3	29	1	60	878.6	
36	2021/07/15 - 12:12:01	35	440.8	29	1	60	881.6	
37	2021/07/15 - 12:13:01	36	437.3	30	1	60	874.6	
1	2021/07/15 - 12:17:04	0	424	30	1	60	848	
2	2021/07/15 - 12:18:04	1	429.7	30	1	60	859.4	
3	2021/07/15 - 12:19:04	2	438.1	31	1	60	876.2	
4	2021/07/15 - 12:20:04	3	445.2	31	1	60	890.4	
5	2021/07/15 - 12:21:04	4	451.5	31	1	60	903	
6	2021/07/15 - 12:22:04	5	450.4	31	1	60	900.8	
7	2021/07/15 - 12:23:04	6	458	31	1	60	916	
8	2021/07/15 - 12:24:04	7	464.9	32	1	60	929.8	
9	2021/07/15 - 12:25:04	8	465.2	32	1	60	930.4	
10	2021/07/15 - 12:26:04	9	469.6	32	1	60	939.2	
11	2021/07/15 - 12:27:04	10	478.5	33	1	60	957	
12	2021/07/15 - 12:28:04	11	484.4	33	1	60	968.8	
13	2021/07/15 - 12:29:04	12	483.1	33	1	60	966.2	
14	2021/07/15 - 12:30:04	13	496.6	33	1	60	993.2	
15	2021/07/15 - 12:31:04	14	497	34	1	60	994	
16	2021/07/15 - 12:32:04	15	497.8	34	1	60	995.6	
17	2021/07/15 - 12:33:04	16	499.1	34	1	60	998.2	
18	2021/07/15 - 12:34:04	17	511.5	34	1	60	1023	
19	2021/07/15 - 12:35:04	18	513.6	35	1	60	513.6	
							44616.6	mA
							44.6166	A
							1338.498	Q

Fuente: (Holcim Ecuador, 2021)

## Project Description

- Name: MP – 28
- Date: 2021/07/15 - 11:36:38
- Test Method: ASTM C1202
- Operator: VINICIO PERALTA - KENNY PINTO
- Special Notes: TESIS KENNY PINTO 28D MORTERO PATRON
- Sample ID: CH2

*Tabla 34 Resultados del canal 2*

Row ID,Time,Relative Time (min),Current (mA),Temperature (C)

1	2021/07/15 - 11:37:01	0	402.6	22	1	60	402.6	
2	2021/07/15 - 11:38:01	1	413.8	22	1	60	827.6	
3	2021/07/15 - 11:39:01	2	419.7	22	1	60	839.4	
4	2021/07/15 - 11:40:01	3	421.9	22	1	60	843.8	
5	2021/07/15 - 11:41:01	4	427.3	22	1	60	854.6	
6	2021/07/15 - 11:42:01	5	432.6	22	1	60	865.2	
7	2021/07/15 - 11:43:01	6	445.6	22	1	60	891.2	
8	2021/07/15 - 11:44:01	7	445.2	22	1	60	890.4	
9	2021/07/15 - 11:45:01	8	452.2	23	1	60	904.4	
10	2021/07/15 - 11:46:01	9	461.2	23	1	60	922.4	
11	2021/07/15 - 11:47:01	10	465.1	23	1	60	930.2	
12	2021/07/15 - 11:48:01	11	465.6	24	1	60	931.2	
13	2021/07/15 - 11:49:01	12	473.9	24	1	60	947.8	
14	2021/07/15 - 11:50:01	13	480.3	24	1	60	960.6	
15	2021/07/15 - 11:51:01	14	484.6	24	1	60	969.2	
16	2021/07/15 - 11:52:01	15	491	25	1	60	982	
17	2021/07/15 - 11:53:01	16	499.6	25	1	60	999.2	
18	2021/07/15 - 11:54:01	17	507.6	25	1	60	1015.2	
19	2021/07/15 - 11:55:01	18	511.5	26	1	60	1023	
1	2021/07/15 - 12:17:04	0	475.5	DC	1	60	951	
2	2021/07/15 - 12:18:04	1	487.5	DC	1	60	975	
3	2021/07/15 - 12:19:04	2	500	DC	1	60	1000	
4	2021/07/15 - 12:20:04	3	507.1	DC	1	60	1014.2	
5	2021/07/15 - 12:21:04	4	515.3	DC	1	60	515.3	
							21455.5	mA
							21.4555	A
							643.665	Q

Fuente: (Holcim Ecuador, 2021)

## Project Description

- Name: MP – 28
- Date: 2021/07/15 - 11:36:38
- Test Method: ASTM C1202
- Operator: VINICIO PERALTA - KENNY PINTO
- Special Notes: TESIS KENNY PINTO 28D MORTERO PATRON
- Sample ID: CH3

Tabla 35 Resultados del canal 3

Row ID,Time,Relative Time (min),Current (mA),Temperature (C)

1	2021/07/15 - 11:37:01	0	243.3	22	1	60	243.3	
2	2021/07/15 - 11:38:01	1	350.2	22	1	60	700.4	
3	2021/07/15 - 11:39:01	2	354.7	22	1	60	709.4	
4	2021/07/15 - 11:40:01	3	355.4	22	1	60	710.8	
5	2021/07/15 - 11:41:01	4	360.8	22	1	60	721.6	
6	2021/07/15 - 11:42:01	5	364.1	22	1	60	728.2	
7	2021/07/15 - 11:43:01	6	370.5	22	1	60	741	
8	2021/07/15 - 11:44:01	7	373	22	1	60	746	
9	2021/07/15 - 11:45:01	8	381.3	22	1	60	762.6	
10	2021/07/15 - 11:46:01	9	383.6	22	1	60	767.2	
11	2021/07/15 - 11:47:01	10	392.3	22	1	60	784.6	
12	2021/07/15 - 11:48:01	11	396.3	23	1	60	792.6	
13	2021/07/15 - 11:49:01	12	401.4	23	1	60	802.8	
14	2021/07/15 - 11:50:01	13	405.9	23	1	60	811.8	
15	2021/07/15 - 11:51:01	14	410.3	23	1	60	820.6	
16	2021/07/15 - 11:52:01	15	416.9	23	1	60	833.8	
17	2021/07/15 - 11:53:01	16	420.8	24	1	60	841.6	
18	2021/07/15 - 11:54:01	17	428.1	24	1	60	856.2	
19	2021/07/15 - 11:55:01	18	433.7	24	1	60	867.4	
20	2021/07/15 - 11:56:01	19	436.8	24	1	60	873.6	
21	2021/07/15 - 11:57:01	20	441.4	24	1	60	882.8	
22	2021/07/15 - 11:58:01	21	446.4	25	1	60	892.8	
23	2021/07/15 - 11:59:01	22	452.3	25	1	60	904.6	
24	2021/07/15 - 12:00:01	23	455.9	25	1	60	911.8	
25	2021/07/15 - 12:01:01	24	459.7	26	1	60	919.4	
26	2021/07/15 - 12:02:01	25	462.8	26	1	60	925.6	
27	2021/07/15 - 12:03:01	26	471.5	26	1	60	943	
28	2021/07/15 - 12:04:01	27	476.6	26	1	60	953.2	
29	2021/07/15 - 12:05:01	28	479.4	27	1	60	958.8	
30	2021/07/15 - 12:06:01	29	482.7	27	1	60	965.4	
31	2021/07/15 - 12:07:01	30	488.8	27	1	60	977.6	
32	2021/07/15 - 12:08:01	31	490.3	28	1	60	980.6	
33	2021/07/15 - 12:09:01	32	499.1	28	1	60	998.2	
34	2021/07/15 - 12:10:01	33	501.3	29	1	60	1002.6	
35	2021/07/15 - 12:11:01	34	509.5	29	1	60	1019	
36	2021/07/15 - 12:12:01	35	516	29	1	60	1032	
37	2021/07/15 - 12:13:01	36	520	29	1	60	1040	
1	2021/07/15 - 12:17:04	0	499.6	30	1	60	999.2	
2	2021/07/15 - 12:18:04	1	506.2	30	1	60	1012.4	
3	2021/07/15 - 12:19:04	2	516.3	30	1	60	516.3	
							33950.8	mA
							33.9508	A
							1018.524	Q

Fuente: (Holcim Ecuador, 2021)

Project Description

- Name: MP – 28
- Date: 2021/07/15 - 11:36:38
- Test Method: ASTM C1202
- Operator: VINICIO PERALTA - KENNY PINTO
- Special Notes: TESIS KENNY PINTO 28D MORTERO PATRON
- Sample ID: CH4

Tabla 36 Resultados del canal 4

Row ID,Time,Relative Time (min),Current (mA),Temperature (C)

1	2021/07/15 - 11:37:01	0	278.1	DC	1	60	278.1
2	2021/07/15 - 11:38:01	1	270	DC	1	60	540
3	2021/07/15 - 11:39:01	2	284.3	DC	1	60	568.6
4	2021/07/15 - 11:40:01	3	287.2	DC	1	60	574.4
5	2021/07/15 - 11:41:01	4	287.2	DC	1	60	574.4
6	2021/07/15 - 11:42:01	5	285.7	DC	1	60	571.4
7	2021/07/15 - 11:43:01	6	287.7	DC	1	60	575.4
8	2021/07/15 - 11:44:01	7	291.5	DC	1	60	583
9	2021/07/15 - 11:45:01	8	287.8	DC	1	60	575.6
10	2021/07/15 - 11:46:01	9	284.7	DC	1	60	569.4
11	2021/07/15 - 11:47:01	10	228.8	DC	1	60	457.6
12	2021/07/15 - 11:48:01	11	290.4	DC	1	60	580.8
13	2021/07/15 - 11:49:01	12	252.7	DC	1	60	505.4
14	2021/07/15 - 11:50:01	13	251	DC	1	60	502
15	2021/07/15 - 11:51:01	14	224.7	DC	1	60	449.4
16	2021/07/15 - 11:52:01	15	257.1	DC	1	60	514.2
17	2021/07/15 - 11:53:01	16	235.3	DC	1	60	470.6
18	2021/07/15 - 11:54:01	17	279.1	DC	1	60	558.2
19	2021/07/15 - 11:55:01	18	333.3	DC	1	60	666.6
20	2021/07/15 - 11:56:01	19	306.9	DC	1	60	613.8
21	2021/07/15 - 11:57:01	20	314.1	DC	1	60	628.2
22	2021/07/15 - 11:58:01	21	285.3	DC	1	60	570.6
23	2021/07/15 - 11:59:01	22	311.4	DC	1	60	622.8
24	2021/07/15 - 12:00:01	23	295.6	DC	1	60	591.2
25	2021/07/15 - 12:01:01	24	342.5	DC	1	60	685
26	2021/07/15 - 12:02:01	25	168.9	DC	1	60	337.8
27	2021/07/15 - 12:03:01	26	248.9	DC	1	60	497.8
28	2021/07/15 - 12:04:01	27	303.6	DC	1	60	607.2
29	2021/07/15 - 12:05:01	28	353.1	DC	1	60	706.2
30	2021/07/15 - 12:06:01	29	330.7	DC	1	60	661.4
31	2021/07/15 - 12:07:01	30	280	DC	1	60	560
32	2021/07/15 - 12:08:01	31	348.7	DC	1	60	697.4
33	2021/07/15 - 12:09:01	32	276.1	DC	1	60	552.2
34	2021/07/15 - 12:10:01	33	272.7	DC	1	60	545.4
35	2021/07/15 - 12:11:01	34	290	DC	1	60	580
36	2021/07/15 - 12:12:01	35	302.7	28	1	60	605.4
37	2021/07/15 - 12:13:01	36	372.8	28	1	60	745.6

Fuente: (Holcim Ecuador, 2021)

Tabla 37 Continuación de resultados del canal 4

1	2021/07/15 - 12:17:04	0	319.5	28	1	60	639
2	2021/07/15 - 12:18:04	1	332.8	29	1	60	665.6
3	2021/07/15 - 12:19:04	2	284.7	29	1	60	569.4
4	2021/07/15 - 12:20:04	3	237.3	29	1	60	474.6
5	2021/07/15 - 12:21:04	4	232.1	29	1	60	464.2
6	2021/07/15 - 12:22:04	5	152.5	29	1	60	305
7	2021/07/15 - 12:23:04	6	381.6	29	1	60	763.2
8	2021/07/15 - 12:24:04	7	390.8	29	1	60	781.6
9	2021/07/15 - 12:25:04	8	394.4	30	1	60	788.8
10	2021/07/15 - 12:26:04	9	395.1	30	1	60	790.2
11	2021/07/15 - 12:27:04	10	399.1	30	1	60	798.2
12	2021/07/15 - 12:28:04	11	398.1	30	1	60	796.2
13	2021/07/15 - 12:29:04	12	403.8	31	1	60	807.6
14	2021/07/15 - 12:30:04	13	406.5	30	1	60	813
15	2021/07/15 - 12:31:04	14	411.7	31	1	60	823.4
16	2021/07/15 - 12:32:04	15	393	31	1	60	786
17	2021/07/15 - 12:33:04	16	377.3	31	1	60	754.6
18	2021/07/15 - 12:34:04	17	347.1	32	1	60	694.2
19	2021/07/15 - 12:35:04	18	374.7	32	1	60	749.4
20	2021/07/15 - 12:36:04	19	377.8	32	1	60	755.6
21	2021/07/15 - 12:37:04	20	14.1	32	1	60	28.2
22	2021/07/15 - 12:38:04	21	419.9	32	1	60	839.8
23	2021/07/15 - 12:39:04	22	386.7	33	1	60	773.4
24	2021/07/15 - 12:40:04	23	425.6	33	1	60	851.2
25	2021/07/15 - 12:41:04	24	407.8	33	1	60	815.6
26	2021/07/15 - 12:42:04	25	390.1	33	1	60	780.2
27	2021/07/15 - 12:43:04	26	12.5	33	1	60	25
28	2021/07/15 - 12:44:04	27	367.1	34	1	60	734.2
29	2021/07/15 - 12:45:04	28	13.5	34	1	60	27
30	2021/07/15 - 12:46:04	29	401.5	34	1	60	803
31	2021/07/15 - 12:47:04	30	349.4	34	1	60	698.8
32	2021/07/15 - 12:48:04	31	361.8	34	1	60	723.6
33	2021/07/15 - 12:49:05	32	400.5	34	1	60	801
34	2021/07/15 - 12:50:05	33	302.4	35	1	60	604.8
35	2021/07/15 - 12:51:05	34	397.8	35	1	60	795.6
36	2021/07/15 - 12:52:05	35	354.3	35	1	60	708.6
37	2021/07/15 - 12:53:05	36	410.7	35	1	60	821.4
38	2021/07/15 - 12:54:05	37	455	35	1	60	910
39	2021/07/15 - 12:55:05	38	417.9	36	1	60	835.8
40	2021/07/15 - 12:56:05	39	425	36	1	60	850
41	2021/07/15 - 12:57:05	40	424	36	1	60	848
42	2021/07/15 - 12:58:05	41	426.6	36	1	60	853.2
43	2021/07/15 - 12:59:05	42	433.9	36	1	60	867.8
44	2021/07/15 - 13:00:05	43	441.3	37	1	60	882.6
45	2021/07/15 - 13:01:05	44	442.1	37	1	60	884.2
46	2021/07/15 - 13:02:05	45	445.2	37	1	60	890.4
47	2021/07/15 - 13:03:05	46	443.6	38	1	60	887.2
48	2021/07/15 - 13:04:05	47	447.5	38	1	60	895
49	2021/07/15 - 13:05:05	48	454	38	1	60	908
50	2021/07/15 - 13:06:05	49	495.1	38	1	60	990.2
51	2021/07/15 - 13:07:05	50	481.8	38	1	60	963.6
52	2021/07/15 - 13:08:05	51	485.8	38	1	60	971.6
53	2021/07/15 - 13:09:05	52	455.6	39	1	60	911.2
54	2021/07/15 - 13:10:05	53	462.4	39	1	60	924.8
55	2021/07/15 - 13:11:05	54	467.3	39	1	60	934.6
56	2021/07/15 - 13:12:05	55	470.5	40	1	60	941
57	2021/07/15 - 13:13:05	56	471.3	40	1	60	942.6
58	2021/07/15 - 13:14:05	57	474.7	40	1	60	949.4
59	2021/07/15 - 13:15:05	58	478.9	40	1	60	957.8
60	2021/07/15 - 13:16:05	59	488	41	1	60	488
						66261.3	mA
						66.2613	A
						1987.839	Q

Fuente: (Holcim Ecuador, 2021)

## Penetración Ion Cloruro 56 Días

### Project Description

- Name: MTHS – 56
- Date: 2021/08/05 - 14:26:39
- Test Method: ASTM C1202
- Operator: VINICIO PERALTA – KENNY PINTO
- Special Notes: TESIS KENNY PINTO 56D MORTERO REFORZADO
- Sample ID: CH1

*Tabla 38 Resultados del canal 1*

Row ID, Time, Relative Time (min), Current (mA), Temperature (C)

Row ID	Time	Relative Time (min)	Current (mA)	Temperature (C)				
1	2021/08/13 - 14:26:52	0	423.6	20	1	60	423.6	
2	2021/08/13 - 14:27:52	1	440.6	20	1	60	881.2	
3	2021/08/13 - 14:28:52	2	450	21	1	60	900	
4	2021/08/13 - 14:29:52	3	448.7	20	1	60	897.4	
5	2021/08/13 - 14:30:52	4	459.9	21	1	60	919.8	
6	2021/08/13 - 14:31:52	5	467.7	21	1	60	935.4	
7	2021/08/13 - 14:32:52	6	482.9	21	1	60	965.8	
8	2021/08/13 - 14:33:52	7	481.1	21	1	60	962.2	
9	2021/08/13 - 14:34:52	8	490.1	22	1	60	980.2	
10	2021/08/13 - 14:35:52	9	506	22	1	60	1012	
11	2021/08/13 - 14:36:52	10	499.6	22	1	60	999.2	
12	2021/08/13 - 14:37:52	11	513.9	23	1	60	513.9	
							10390.7	mA
							10.3907	A
							311.721	Q

Fuente: (Holcim Ecuador, 2021)

### Project Description

- Name: MTHS – 56
- Date: 2021/08/13 - 14:26:39
- Test Method: ASTM C1202
- Operator: VINICIO PERALTA - KENNY PINTO
- Special Notes: TESIS KENNY PINTO 56D MORTERO REFORZADO
- Sample ID: CH2



**Tabla 39 Resultados del canal 2**

Row ID,Time,Relative Time (min),Current (mA),Temperature (C)

Row ID	Time	Relative Time (min)	Current (mA)	Temperature (C)				
1	2021/08/13 - 14:26:52	0	401.5	20	1	60	401.5	
2	2021/08/13 - 14:27:52	1	416.2	20	1	60	832.4	
3	2021/08/13 - 14:28:52	2	424.4	20	1	60	848.8	
4	2021/08/13 - 14:29:52	3	429.6	20	1	60	859.2	
5	2021/08/13 - 14:30:52	4	431.4	21	1	60	862.8	
6	2021/08/13 - 14:31:52	5	439.7	21	1	60	879.4	
7	2021/08/13 - 14:32:52	6	446.3	21	1	60	892.6	
8	2021/08/13 - 14:33:52	7	455.1	21	1	60	910.2	
9	2021/08/13 - 14:34:52	8	460.3	21	1	60	920.6	
10	2021/08/13 - 14:35:52	9	468.3	22	1	60	468.3	
							7875.8	mA
							7.8758	A
							236.274	Q

Fuente: (Holcim Ecuador, 2021)

**Project Description**

- Name: MTHS – 56
- Date: 2021/08/13 - 14:26:39
- Test Method: ASTM C1202
- Operator: VINICIO PERALTA - KENNY PINTO
- Special Notes: TESIS KENNY PINTO 56D MORTERO REFORZADO
- Sample ID: CH3

**Tabla 40 Tabla 3 Resultados del canal 3**

Row ID,Time,Relative Time (min),Current (mA),Temperature (C)

Row ID	Time	Relative Time (min)	Current (mA)	Temperature (C)				
1	2021/08/13 - 14:26:52	0	377.9	DC	1	60	377.9	
2	2021/08/13 - 14:27:52	1	394.9	DC	1	60	789.8	
3	2021/08/13 - 14:28:52	2	364.9	DC	1	60	729.8	
4	2021/08/13 - 14:29:52	3	379.3	DC	1	60	758.6	
5	2021/08/13 - 14:30:52	4	375.8	DC	1	60	751.6	
6	2021/08/13 - 14:31:52	5	401	DC	1	60	802	
7	2021/08/13 - 14:32:52	6	384	DC	1	60	768	
8	2021/08/13 - 14:33:52	7	377.5	DC	1	60	755	
9	2021/08/13 - 14:34:52	8	368.9	DC	1	60	737.8	
10	2021/08/13 - 14:35:52	9	393.8	DC	1	60	787.6	
11	2021/08/13 - 14:36:52	10	395	DC	1	60	790	
12	2021/08/13 - 14:37:52	11	403.5	DC	1	60	807	
13	2021/08/13 - 14:38:52	12	402.6	DC	1	60	805.2	
14	2021/08/13 - 14:39:52	13	405.9	DC	1	60	811.8	
15	2021/08/13 - 14:40:52	14	410	DC	1	60	410	
							10882.1	mA
							10.8821	A
							326.463	Q

Fuente: (Holcim Ecuador, 2021)

### Project Description

- Name: MTHS – 56
- Date: 2021/08/13 - 14:26:39
- Test Method: ASTM C1202
- Operator: VINICIO PERALTA - KENNY PINTO
- Special Notes: TESIS KENNY PINTO 56D MORTERO REFORZADO
- Sample ID: CH4

*Tabla 41 Resultados del canal 4*

Row ID,Time,Relative Time (min),Current (mA),Temperature (C)

1	2021/08/13 - 14:26:52	0	117.1	20	1	60	117.1
2	2021/08/13 - 14:27:52	1	151.4	20	1	60	302.8
3	2021/08/13 - 14:28:52	2	192.1	20	1	60	384.2
4	2021/08/13 - 14:29:52	3	149.5	21	1	60	299
5	2021/08/13 - 14:30:52	4	170	20	1	60	340
6	2021/08/13 - 14:31:52	5	149.4	20	1	60	298.8
7	2021/08/13 - 14:32:52	6	206.3	20	1	60	412.6
8	2021/08/13 - 14:33:52	7	206.7	21	1	60	413.4
9	2021/08/13 - 14:34:52	8	197.8	20	1	60	395.6
10	2021/08/13 - 14:35:52	9	208.9	20	1	60	417.8
11	2021/08/13 - 14:36:52	10	246	21	1	60	492
12	2021/08/13 - 14:37:52	11	249	21	1	60	498
13	2021/08/13 - 14:38:52	12	245.7	21	1	60	491.4
14	2021/08/13 - 14:39:52	13	246.1	21	1	60	246.1
							5108.8
							5.1088
							153.264

Fuente: (Holcim Ecuador, 2021)

### Project Description

- Name: MP – 56
- Date: 2021/08/05 - 17:42:13
- Test Method: ASTM C1202
- Operator: VINICIO PERALTA – KENNY PINTO
- Special Notes: TESIS KENNY PINTO 56D MORTERO PATRON
- Sample ID: CH1

Tabla 42 Resultados del canal 1

Row ID,Time,Relative Time (min),Current (mA),Temperature (C)

1	2021/08/05 - 17:42:25	0	140.1	22	1	60	140.1	
2	2021/08/05 - 17:43:25	1	154.3	21	1	60	308.6	
3	2021/08/05 - 17:44:25	2	160.4	22	1	60	320.8	
4	2021/08/05 - 17:45:25	3	144	22	1	60	288	
5	2021/08/05 - 17:46:25	4	112.3	22	1	60	224.6	
6	2021/08/05 - 17:47:25	5	162.2	22	1	60	324.4	
7	2021/08/05 - 17:48:25	6	158.3	22	1	60	316.6	
8	2021/08/05 - 17:49:25	7	194.4	22	1	60	388.8	
9	2021/08/05 - 17:50:25	8	183.8	22	1	60	367.6	
10	2021/08/05 - 17:51:25	9	115.6	22	1	60	231.2	
11	2021/08/05 - 17:52:25	10	200.4	22	1	60	400.8	
12	2021/08/05 - 17:53:25	11	119.6	22	1	60	239.2	
13	2021/08/05 - 17:54:25	12	149.2	22	1	60	298.4	
14	2021/08/05 - 17:55:25	13	116.9	22	1	60	233.8	
15	2021/08/05 - 17:56:25	14	109.5	22	1	60	219	
16	2021/08/05 - 17:57:25	15	201.8	22	1	60	403.6	
17	2021/08/05 - 17:58:25	16	219	22	1	60	438	
18	2021/08/05 - 17:59:25	17	187.5	22	1	60	375	
19	2021/08/05 - 18:00:25	18	159.3	22	1	60	318.6	
20	2021/08/05 - 18:01:25	19	212.6	23	1	60	425.2	
21	2021/08/05 - 18:02:25	20	141.1	22	1	60	282.2	
22	2021/08/05 - 18:03:25	21	218.3	23	1	60	436.6	
23	2021/08/05 - 18:04:25	22	217.6	23	1	60	435.2	
24	2021/08/05 - 18:05:25	23	131	23	1	60	262	
25	2021/08/05 - 18:06:25	24	166	23	1	60	332	
26	2021/08/05 - 18:07:25	25	209.1	23	1	60	418.2	
27	2021/08/05 - 18:08:25	26	213.5	23	1	60	427	
28	2021/08/05 - 18:09:25	27	223.6	23	1	60	447.2	
29	2021/08/05 - 18:10:25	28	219	23	1	60	438	
30	2021/08/05 - 18:11:25	29	192.5	23	1	60	385	
31	2021/08/05 - 18:12:25	30	232.2	23	1	60	464.4	
32	2021/08/05 - 18:13:25	31	124.2	23	1	60	248.4	
33	2021/08/05 - 18:14:25	32	231.6	24	1	60	463.2	
34	2021/08/05 - 18:15:25	33	183	24	1	60	366	
35	2021/08/05 - 18:16:25	34	147.3	24	1	60	294.6	
36	2021/08/05 - 18:17:25	35	161.1	24	1	60	322.2	
37	2021/08/05 - 18:18:25	36	186.4	24	1	60	372.8	
38	2021/08/05 - 18:19:25	37	176.8	24	1	60	353.6	
39	2021/08/05 - 18:20:25	38	154.8	24	1	60	309.6	
40	2021/08/05 - 18:21:25	39	224.6	24	1	60	449.2	
41	2021/08/05 - 18:22:25	40	230.7	25	1	60	461.4	
42	2021/08/05 - 18:23:25	41	225.9	25	1	60	451.8	
43	2021/08/05 - 18:24:25	42	219.6	25	1	60	439.2	
44	2021/08/05 - 18:25:25	43	231.8	25	1	60	463.6	
45	2021/08/05 - 18:26:25	44	167.9	25	1	60	335.8	
46	2021/08/05 - 18:27:25	45	244.7	25	1	60	244.7	
							16166.2	mA
							16.1662	A
							484.986	Q

Fuente: (Holcim Ecuador, 2021)

### Project Description

- Name: MP – 56
- Date: 2021/08/05 - 17:42:13
- Test Method: ASTM C1202
- Operator: VINICIO PERALTA – KENNY PINTO
- Special Notes: TESIS KENNY PINTO 56D MORTERO PATRON
- Sample ID: CH2

Tabla 43 Resultados del canal 2

Row ID,Time,Relative Time (min),Current (mA),Temperature (C)

1	2021/08/05 - 17:42:25	0	312	22	1	60	312	
2	2021/08/05 - 17:43:25	1	320.7	22	1	60	641.4	
3	2021/08/05 - 17:44:25	2	320.8	22	1	60	641.6	
4	2021/08/05 - 17:45:25	3	324.5	22	1	60	649	
5	2021/08/05 - 17:46:25	4	327.2	22	1	60	654.4	
6	2021/08/05 - 17:47:25	5	330.4	21	1	60	660.8	
7	2021/08/05 - 17:48:25	6	335.4	22	1	60	670.8	
8	2021/08/05 - 17:49:25	7	339.4	22	1	60	678.8	
9	2021/08/05 - 17:50:25	8	342.5	22	1	60	685	
10	2021/08/05 - 17:51:25	9	345.7	22	1	60	691.4	
11	2021/08/05 - 17:52:25	10	348.5	22	1	60	697	
12	2021/08/05 - 17:53:25	11	353.6	22	1	60	707.2	
13	2021/08/05 - 17:54:25	12	358	22	1	60	716	
14	2021/08/05 - 17:55:25	13	361	22	1	60	722	
15	2021/08/05 - 17:56:25	14	362.2	22	1	60	724.4	
16	2021/08/05 - 17:57:25	15	364.6	22	1	60	729.2	
17	2021/08/05 - 17:58:25	16	367.2	22	1	60	734.4	
18	2021/08/05 - 17:59:25	17	370.7	23	1	60	741.4	
19	2021/08/05 - 18:00:25	18	373.6	23	1	60	747.2	
20	2021/08/05 - 18:01:25	19	374.4	23	1	60	748.8	
21	2021/08/05 - 18:02:25	20	376.9	23	1	60	753.8	
22	2021/08/05 - 18:03:25	21	379.3	23	1	60	758.6	
23	2021/08/05 - 18:04:25	22	381.7	24	1	60	763.4	
24	2021/08/05 - 18:05:25	23	384.7	24	1	60	769.4	
25	2021/08/05 - 18:06:25	24	388	24	1	60	776	
26	2021/08/05 - 18:07:25	25	393.8	24	1	60	787.6	
27	2021/08/05 - 18:08:25	26	402	25	1	60	804	
28	2021/08/05 - 18:09:25	27	407.5	25	1	60	815	
29	2021/08/05 - 18:10:25	28	404.2	25	1	60	808.4	
30	2021/08/05 - 18:11:25	29	404.9	25	1	60	809.8	
31	2021/08/05 - 18:12:25	30	414.8	26	1	60	829.6	
32	2021/08/05 - 18:13:25	31	413.7	26	1	60	827.4	
33	2021/08/05 - 18:14:25	32	415.1	26	1	60	830.2	
34	2021/08/05 - 18:15:25	33	422.7	26	1	60	845.4	
35	2021/08/05 - 18:16:25	34	424.2	26	1	60	848.4	
36	2021/08/05 - 18:17:25	35	428.4	27	1	60	856.8	
37	2021/08/05 - 18:18:25	36	432.7	27	1	60	865.4	
38	2021/08/05 - 18:19:25	37	439.7	27	1	60	879.4	
39	2021/08/05 - 18:20:25	38	441.4	28	1	60	882.8	
40	2021/08/05 - 18:21:25	39	445.4	28	1	60	890.8	
41	2021/08/05 - 18:22:25	40	451.9	28	1	60	903.8	
42	2021/08/05 - 18:23:25	41	456.3	28	1	60	912.6	
43	2021/08/05 - 18:24:25	42	468	29	1	60	936	
44	2021/08/05 - 18:25:25	43	469.5	29	1	60	939	
45	2021/08/05 - 18:26:25	44	477.3	29	1	60	954.6	
46	2021/08/05 - 18:27:25	45	482.3	29	1	60	482.3	
							35083.3	mA
							35.0833	A
							1052.499	Q

Fuente: (Holcim Ecuador, 2021)

### Project Description

- Name: MP – 56
- Date: 2021/08/05 - 17:42:13
- Test Method: ASTM C1202
- Operator: VINICIO PERALTA – KENNY PINTO
- Special Notes: TESIS KENNY PINTO 56D MORTERO PATRON
- Sample ID: CH3

Tabla 44 Resultados del canal 3

Row ID,Time,Relative Time (min),Current (mA),Temperature (C)

1	2021/08/05 - 17:42:25	0	329.7	22	1	60	329.7	
2	2021/08/05 - 17:43:25	1	338.3	22	1	60	676.6	
3	2021/08/05 - 17:44:25	2	345	22	1	60	690	
4	2021/08/05 - 17:45:25	3	350.3	22	1	60	700.6	
5	2021/08/05 - 17:46:25	4	354	22	1	60	708	
6	2021/08/05 - 17:47:25	5	357	22	1	60	714	
7	2021/08/05 - 17:48:25	6	361.2	22	1	60	722.4	
8	2021/08/05 - 17:49:25	7	366.5	22	1	60	733	
9	2021/08/05 - 17:50:25	8	370.9	22	1	60	741.8	
10	2021/08/05 - 17:51:25	9	374.7	22	1	60	749.4	
11	2021/08/05 - 17:52:25	10	378.3	22	1	60	756.6	
12	2021/08/05 - 17:53:25	11	381.3	22	1	60	762.6	
13	2021/08/05 - 17:54:25	12	384.3	22	1	60	768.6	
14	2021/08/05 - 17:55:25	13	386.9	22	1	60	773.8	
15	2021/08/05 - 17:56:25	14	390.3	23	1	60	780.6	
16	2021/08/05 - 17:57:25	15	391.8	23	1	60	783.6	
17	2021/08/05 - 17:58:25	16	396.1	23	1	60	792.2	
18	2021/08/05 - 17:59:25	17	399.1	23	1	60	798.2	
19	2021/08/05 - 18:00:25	18	404.1	23	1	60	808.2	
20	2021/08/05 - 18:01:25	19	410.4	23	1	60	820.8	
21	2021/08/05 - 18:02:25	20	412.7	24	1	60	825.4	
22	2021/08/05 - 18:03:25	21	419.9	24	1	60	839.8	
23	2021/08/05 - 18:04:25	22	420.9	24	1	60	841.8	
24	2021/08/05 - 18:05:25	23	423.6	25	1	60	847.2	
25	2021/08/05 - 18:06:25	24	429.3	25	1	60	858.6	
26	2021/08/05 - 18:07:25	25	432.7	25	1	60	865.4	
27	2021/08/05 - 18:08:25	26	437.7	25	1	60	875.4	
28	2021/08/05 - 18:09:25	27	442.4	26	1	60	884.8	
29	2021/08/05 - 18:10:25	28	446.6	26	1	60	893.2	
30	2021/08/05 - 18:11:25	29	450.5	26	1	60	901	
31	2021/08/05 - 18:12:25	30	457.7	26	1	60	915.4	
32	2021/08/05 - 18:13:25	31	462.7	27	1	60	925.4	
33	2021/08/05 - 18:14:25	32	472.7	27	1	60	945.4	
34	2021/08/05 - 18:15:25	33	475.6	27	1	60	951.2	
35	2021/08/05 - 18:16:25	34	476.5	28	1	60	953	
36	2021/08/05 - 18:17:25	35	479.3	28	1	60	958.6	
37	2021/08/05 - 18:18:25	36	482.6	28	1	60	965.2	
38	2021/08/05 - 18:19:25	37	492.7	29	1	60	985.4	
39	2021/08/05 - 18:20:25	38	496.8	29	1	60	993.6	
40	2021/08/05 - 18:21:25	39	510.1	29	1	60	1020.2	
41	2021/08/05 - 18:22:25	40	511.4	29	1	60	1022.8	
42	2021/08/05 - 18:23:25	41	517.2	30	1	60	517.2	
							34396.7	mA
							34.3967	A
							1031.901	Q

Fuente: (Holcim Ecuador, 2021)

#### Project Description

- Name: MP – 56
- Date: 2021/08/05 - 17:42:13
- Test Method: ASTM C1202
- Operator: VINICIO PERALTA – KENNY PINTO
- Special Notes: TESIS KENNY PINTO 56D MORTERO PATRON
- Sample ID: CH4

Tabla 45 Resultados del canal 4

Row ID,Time,Relative Time (min),Current (mA),Temperature (C)

1	2021/08/05 - 17:42:25	0	290.8	DC	1	60	290.8	
2	2021/08/05 - 17:43:25	1	309.3	DC	1	60	618.6	
3	2021/08/05 - 17:44:25	2	309.1	DC	1	60	618.2	
4	2021/08/05 - 17:45:25	3	307.3	DC	1	60	614.6	
5	2021/08/05 - 17:46:25	4	296.8	DC	1	60	593.6	
6	2021/08/05 - 17:47:25	5	323.9	DC	1	60	647.8	
7	2021/08/05 - 17:48:25	6	309.3	DC	1	60	618.6	
8	2021/08/05 - 17:49:25	7	315.2	DC	1	60	630.4	
9	2021/08/05 - 17:50:25	8	314	DC	1	60	628	
10	2021/08/05 - 17:51:25	9	330.7	DC	1	60	661.4	
11	2021/08/05 - 17:52:25	10	330.2	DC	1	60	660.4	
12	2021/08/05 - 17:53:25	11	300.3	DC	1	60	600.6	
13	2021/08/05 - 17:54:25	12	335	DC	1	60	670	
14	2021/08/05 - 17:55:25	13	278.9	DC	1	60	557.8	
15	2021/08/05 - 17:56:25	14	336	DC	1	60	672	
16	2021/08/05 - 17:57:25	15	294.1	DC	1	60	588.2	
17	2021/08/05 - 17:58:25	16	297.1	DC	1	60	594.2	
18	2021/08/05 - 17:59:25	17	321.2	DC	1	60	642.4	
19	2021/08/05 - 18:00:25	18	335.7	DC	1	60	671.4	
20	2021/08/05 - 18:01:25	19	348.1	DC	1	60	696.2	
21	2021/08/05 - 18:02:25	20	330.6	DC	1	60	661.2	
22	2021/08/05 - 18:03:25	21	330	DC	1	60	660	
23	2021/08/05 - 18:04:25	22	354.3	DC	1	60	708.6	
24	2021/08/05 - 18:05:25	23	348.2	DC	1	60	696.4	
25	2021/08/05 - 18:06:25	24	320.1	DC	1	60	640.2	
26	2021/08/05 - 18:07:25	25	343	DC	1	60	686	
27	2021/08/05 - 18:08:25	26	343.5	DC	1	60	687	
28	2021/08/05 - 18:09:25	27	308.4	DC	1	60	616.8	
29	2021/08/05 - 18:10:25	28	310.5	DC	1	60	621	
30	2021/08/05 - 18:11:25	29	328.3	DC	1	60	656.6	
31	2021/08/05 - 18:12:25	30	333.5	DC	1	60	667	
32	2021/08/05 - 18:13:25	31	341	DC	1	60	682	
33	2021/08/05 - 18:14:25	32	341.6	DC	1	60	683.2	
34	2021/08/05 - 18:15:25	33	315	DC	1	60	630	
35	2021/08/05 - 18:16:25	34	245.6	DC	1	60	491.2	
36	2021/08/05 - 18:17:25	35	8.7	DC	1	60	17.4	
37	2021/08/05 - 18:18:25	36	123.5	DC	1	60	247	
38	2021/08/05 - 18:19:25	37	344.3	DC	1	60	688.6	
39	2021/08/05 - 18:20:25	38	122.1	DC	1	60	244.2	
40	2021/08/05 - 18:21:25	39	140.6	DC	1	60	281.2	
41	2021/08/05 - 18:22:25	40	196.4	DC	1	60	392.8	
42	2021/08/05 - 18:23:25	41	164.2	DC	1	60	328.4	
43	2021/08/05 - 18:24:25	42	155.6	DC	1	60	311.2	
44	2021/08/05 - 18:25:25	43	213.2	DC	1	60	426.4	
45	2021/08/05 - 18:26:25	44	178.4	DC	1	60	356.8	
46	2021/08/05 - 18:27:25	45	280.7	DC	1	60	280.7	
							25637.1	mA
							25.6371	A
							769.113	Q

Fuente: (Holcim Ecuador, 2021)

# Penetración Ion Cloruro 28 con muestras sometidas a procesos de envejecimiento

## Project Description

- Name: MWHS – 28
- Date: 2021/08/26 - 14:28:40
- Test Method: ASTM C1202
- Operator: VINICIO PERALTA - KENNY PINTO
- Special Notes: TESIS KENNY PINTO 28D MORTERO REFORZADO SOMETIDO A PROCESOS DE ENVEJECIMIENTO
- Sample ID: CH1

Tabla 46 Resultados del canal 1

Row ID,Time,Relative Time (min),Current (mA),Temperature (C)

Row ID	Time	Relative Time (min)	Current (mA)	Temperature (C)				
1	2021/08/26 - 14:28:53	0	149.3	22	1	60	149.3	
2	2021/08/26 - 14:29:53	1	114.9	22	1	60	229.8	
3	2021/08/26 - 14:30:53	2	36.1	22	1	60	72.2	
4	2021/08/26 - 14:31:53	3	10.7	22	1	60	21.4	
5	2021/08/26 - 14:32:53	4	22.5	22	1	60	45	
6	2021/08/26 - 14:33:53	5	20.1	22	1	60	40.2	
7	2021/08/26 - 14:34:53	6	9.4	22	1	60	18.8	
8	2021/08/26 - 14:35:53	7	6.1	22	1	60	12.2	
9	2021/08/26 - 14:36:53	8	7.7	22	1	60	15.4	
10	2021/08/26 - 14:37:53	9	13	22	1	60	26	
11	2021/08/26 - 14:38:53	10	2.7	22	1	60	5.4	
12	2021/08/26 - 14:39:53	11	6.3	22	1	60	12.6	
13	2021/08/26 - 14:40:53	12	5.5	22	1	60	11	
14	2021/08/26 - 14:41:53	13	15.2	22	1	60	30.4	
15	2021/08/26 - 14:42:53	14	10.3	22	1	60	20.6	
16	2021/08/26 - 14:43:53	15	7.4	22	1	60	14.8	
17	2021/08/26 - 14:44:53	16	9	22	1	60	18	
18	2021/08/26 - 14:45:53	17	14.2	22	1	60	28.4	
19	2021/08/26 - 14:46:53	18	4.1	22	1	60	8.2	
20	2021/08/26 - 14:47:53	19	2.7	23	1	60	5.4	
21	2021/08/26 - 14:48:53	20	6.3	22	1	60	12.6	
22	2021/08/26 - 14:49:53	21	7.7	22	1	60	15.4	
23	2021/08/26 - 14:50:53	22	4.4	22	1	60	8.8	
24	2021/08/26 - 14:51:53	23	5	22	1	60	10	
25	2021/08/26 - 14:52:53	24	34.4	22	1	60	68.8	
26	2021/08/26 - 14:53:53	25	33.8	22	1	60	67.6	
27	2021/08/26 - 14:54:53	26	17.1	22	1	60	34.2	
28	2021/08/26 - 14:55:53	27	31	22	1	60	62	
29	2021/08/26 - 14:56:53	28	42.4	22	1	60	84.8	
30	2021/08/26 - 14:57:53	29	5.7	22	1	60	11.4	
31	2021/08/26 - 14:58:53	30	29.2	22	1	60	58.4	
32	2021/08/26 - 14:59:53	31	9.5	22	1	60	19	
33	2021/08/26 - 15:00:53	32	21.6	22	1	60	43.2	
34	2021/08/26 - 15:01:53	33	13.4	22	1	60	26.8	
35	2021/08/26 - 15:02:53	34	16.6	22	1	60	33.2	
36	2021/08/26 - 15:03:53	35	17.1	22	1	60	34.2	
37	2021/08/26 - 15:04:53	36	18.5	22	1	60	37	
38	2021/08/26 - 15:05:53	37	6.7	22	1	60	13.4	
39	2021/08/26 - 15:06:53	38	16.9	22	1	60	33.8	
40	2021/08/26 - 15:07:53	39	14.5	22	1	60	29	
41	2021/08/26 - 15:08:53	40	19.3	22	1	60	38.6	
42	2021/08/26 - 15:09:53	41	16.9	22	1	60	33.8	
43	2021/08/26 - 15:10:53	42	24.3	22	1	60	48.6	
44	2021/08/26 - 15:11:53	43	26.8	22	1	60	26.8	
							1636.5	mA
							1.6365	A
							49.095	Q

Fuente: (Holcim Ecuador, 2021)

## Project Description

- Name: MWHS - 28
- Date: 2021/08/26 - 14:28:40
- Test Method: ASTM C1202
- Operator: VINICIO PERALTA - KENNY PINTO
- Special Notes: TESIS KENNY PINTO 28D MORTERO REFORZADO  
SOMETIDO A PROCESOS DE ENVEJECIMIENTO
- Sample ID: CH2

*Tabla 47 Resultados del canal 2*

Row ID,Time,Relative Time (min),Current (mA),Temperature (C)

Row ID	Time	Relative Time (min)	Current (mA)	Temperature (C)				
1	2021/08/26 - 14:28:53	0	315.1	22	1	60	315.1	
2	2021/08/26 - 14:29:53	1	325.1	22	1	60	650.2	
3	2021/08/26 - 14:30:53	2	349.2	22	1	60	698.4	
4	2021/08/26 - 14:31:53	3	408.6	22	1	60	817.2	
5	2021/08/26 - 14:32:53	4	363	22	1	60	726	
6	2021/08/26 - 14:33:53	5	362.8	23	1	60	725.6	
7	2021/08/26 - 14:34:53	6	371.8	22	1	60	743.6	
8	2021/08/26 - 14:35:53	7	435.6	22	1	60	871.2	
9	2021/08/26 - 14:36:53	8	441.1	23	1	60	882.2	
10	2021/08/26 - 14:37:53	9	456.9	23	1	60	913.8	
11	2021/08/26 - 14:38:53	10	458.1	23	1	60	916.2	
12	2021/08/26 - 14:39:53	11	393.3	23	1	60	786.6	
13	2021/08/26 - 14:40:53	12	479.5	23	1	60	959	
14	2021/08/26 - 14:41:53	13	488.4	23	1	60	976.8	
15	2021/08/26 - 14:42:53	14	492.6	24	1	60	985.2	
16	2021/08/26 - 14:43:53	15	501.2	24	1	60	1002.4	
17	2021/08/26 - 14:44:53	16	504.4	24	1	60	1008.8	
18	2021/08/26 - 14:45:53	17	513.8	25	1	60	513.8	
							14492.1	mA
							14.4921	A
							434.763	Q

Fuente: (Holcim Ecuador, 2021)

## Project Description

- Name: MWHS - 28
- Date: 2021/08/26 - 14:28:40
- Test Method: ASTM C1202
- Operator: VINICIO PERALTA - KENNY PINTO
- Special Notes: TESIS KENNY PINTO 28D MORTERO REFORZADO  
SOMETIDO A PROCESOS DE ENVEJECIMIENTO
- Sample ID: CH3



Tabla 48 Resultados del canal 3

Row ID,Time,Relative Time (min),Current (mA),Temperature (C)

1	2021/08/26 - 14:28:53	0	293	DC	1	60	293	
2	2021/08/26 - 14:29:53	1	377.8	DC	1	60	755.6	
3	2021/08/26 - 14:30:53	2	361.7	DC	1	60	723.4	
4	2021/08/26 - 14:31:53	3	360.8	DC	1	60	721.6	
5	2021/08/26 - 14:32:53	4	373	DC	1	60	746	
6	2021/08/26 - 14:33:53	5	361.2	DC	1	60	722.4	
7	2021/08/26 - 14:34:53	6	362.5	DC	1	60	725	
8	2021/08/26 - 14:35:53	7	376.4	DC	1	60	752.8	
9	2021/08/26 - 14:36:53	8	389.8	DC	1	60	779.6	
10	2021/08/26 - 14:37:53	9	332.4	DC	1	60	664.8	
11	2021/08/26 - 14:38:53	10	427.3	DC	1	60	854.6	
12	2021/08/26 - 14:39:53	11	412.7	DC	1	60	825.4	
13	2021/08/26 - 14:40:53	12	421.5	DC	1	60	843	
14	2021/08/26 - 14:41:53	13	426.5	DC	1	60	853	
15	2021/08/26 - 14:42:53	14	428.5	DC	1	60	857	
16	2021/08/26 - 14:43:53	15	430.2	DC	1	60	860.4	
17	2021/08/26 - 14:44:53	16	422.1	DC	1	60	844.2	
18	2021/08/26 - 14:45:53	17	425.6	DC	1	60	851.2	
19	2021/08/26 - 14:46:53	18	429.2	DC	1	60	858.4	
20	2021/08/26 - 14:47:53	19	427.3	DC	1	60	854.6	
21	2021/08/26 - 14:48:53	20	443	DC	1	60	886	
22	2021/08/26 - 14:49:53	21	446.9	DC	1	60	893.8	
23	2021/08/26 - 14:50:53	22	448.1	DC	1	60	896.2	
24	2021/08/26 - 14:51:53	23	447.3	DC	1	60	894.6	
25	2021/08/26 - 14:52:53	24	433.3	DC	1	60	866.6	
26	2021/08/26 - 14:53:53	25	454	DC	1	60	908	
27	2021/08/26 - 14:54:53	26	455.8	DC	1	60	911.6	
28	2021/08/26 - 14:55:53	27	459.8	DC	1	60	919.6	
29	2021/08/26 - 14:56:53	28	464.1	DC	1	60	928.2	
30	2021/08/26 - 14:57:53	29	459.6	DC	1	60	919.2	
31	2021/08/26 - 14:58:53	30	463.1	DC	1	60	926.2	
32	2021/08/26 - 14:59:53	31	476.9	DC	1	60	953.8	
33	2021/08/26 - 15:00:53	32	478.2	DC	1	60	956.4	
34	2021/08/26 - 15:01:53	33	481.1	DC	1	60	962.2	
35	2021/08/26 - 15:02:53	34	486	DC	1	60	972	
36	2021/08/26 - 15:03:53	35	488.2	DC	1	60	976.4	
37	2021/08/26 - 15:04:53	36	487.9	DC	1	60	975.8	
38	2021/08/26 - 15:05:53	37	491.2	DC	1	60	982.4	
39	2021/08/26 - 15:06:53	38	493.5	DC	1	60	987	
40	2021/08/26 - 15:07:53	39	497.1	DC	1	60	994.2	
41	2021/08/26 - 15:08:53	40	465.3	DC	1	60	930.6	
42	2021/08/26 - 15:09:53	41	503.7	DC	1	60	1007.4	
43	2021/08/26 - 15:10:53	42	507	DC	1	60	507	
							36541.2	mA
							36.5412	A
							1096.236	Q

Fuente: (Holcim Ecuador, 2021)

Project Description

- Name: MWHS - 28
- Date: 2021/08/26 - 14:28:40
- Test Method: ASTM C1202
- Operator: VINICIO PERALTA - KENNY PINTO
- Special Notes: TESIS KENNY PINTO 28D MORTERO REFORZADO SOMETIDO A PROCESOS DE ENVEJECIMIENTO
- Sample ID: CH4

Tabla 49 Resultados del canal 4

Row ID,Time,Relative Time (min),Current (mA),Temperature (C)

Row ID	Time	Relative Time (min)	Current (mA)	Temperature (C)				
1	2021/08/26 - 14:28:53	0	298.2	22	1	60	298.2	
2	2021/08/26 - 14:29:53	1	402.1	23	1	60	804.2	
3	2021/08/26 - 14:30:53	2	405	22	1	60	810	
4	2021/08/26 - 14:31:53	3	412.5	22	1	60	825	
5	2021/08/26 - 14:32:53	4	411.5	23	1	60	823	
6	2021/08/26 - 14:33:53	5	417.1	23	1	60	834.2	
7	2021/08/26 - 14:34:53	6	425.7	23	1	60	851.4	
8	2021/08/26 - 14:35:53	7	434.7	23	1	60	869.4	
9	2021/08/26 - 14:36:53	8	441.1	23	1	60	882.2	
10	2021/08/26 - 14:37:53	9	444.8	23	1	60	889.6	
11	2021/08/26 - 14:38:53	10	449.6	23	1	60	899.2	
12	2021/08/26 - 14:39:53	11	453.1	24	1	60	906.2	
13	2021/08/26 - 14:40:53	12	456.7	24	1	60	913.4	
14	2021/08/26 - 14:41:53	13	466	24	1	60	932	
15	2021/08/26 - 14:42:53	14	473.3	24	1	60	946.6	
16	2021/08/26 - 14:43:53	15	480	25	1	60	960	
17	2021/08/26 - 14:44:53	16	487.3	25	1	60	974.6	
18	2021/08/26 - 14:45:53	17	491.3	25	1	60	982.6	
19	2021/08/26 - 14:46:53	18	498.3	26	1	60	996.6	
20	2021/08/26 - 14:47:53	19	503.3	26	1	60	1006.6	
21	2021/08/26 - 14:48:53	20	507.6	26	1	60	507.6	
							17912.6	mA
							17.9126	A
							537.378	Q

Fuente: (Holcim Ecuador, 2021)



## DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Pinto Castillo, Kenny Steven**, con C.C: # 1207910298 autor del trabajo de titulación: **EFFECTOS DE LA PENETRACIÓN DEL ION CLORUROS EN MORTEROS REFORZADOS CON FIBRAS DE ABACÁ A CORTO Y LARGO PLAZO SOMETIDAS A PROCESO DE ENVEJECIMIENTO**, previo a la obtención del título de **Ingeniero Civil** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 20 de septiembre del 2021

f. \_\_\_\_\_

Nombre: **Pinto Castillo Kenny Steven**

C.C: **1207910298**

## REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

### FICHA DE REGISTRO DE TRABAJO DE TITULACIÓN

<b>TEMA Y SUBTEMA:</b>	Efectos de la penetración del ion cloruros en morteros reforzados con fibras de abacá a corto y largo plazo sometidas a proceso de envejecimiento.		
<b>AUTOR(ES)</b>	Pinto Castillo, Kenny Steven		
<b>REVISOR(ES)/TUTOR(ES)</b>	Ing. Stefany Alcívar bastidas, Msc.		
<b>INSTITUCIÓN:</b>	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
<b>FACULTAD:</b>	Ingeniería		
<b>CARRERA:</b>	Ingeniería Civil		
<b>TÍTULO OBTENIDO:</b>	Ingeniero Civil		
<b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b>	20 de septiembre del 2021	<b>No. DE PÁGINAS:</b>	92
<b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b>	Ingeniería sustentable, Construcción y materiales, Materiales Naturales		
<b>PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:</b>	Abacá, mortero, hidróxido de sodio, envejecimiento, ion cloruro, corrosión, permeabilidad		
<b>RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras):</b>	Este trabajo tiene el propósito de estudiar la permeabilidad de dos tipos de mortero: el mortero convencional y el mortero reforzado con fibras de abacá tratadas previamente con hidróxido de sodio (NaOH 3%) ante la presencia de iones de cloruro mediante el ensayo de corrosión (ASTM C1202, 2012). Para este análisis, se realizaron muestras de cada tipo de mortero de las cuales, determinados especímenes serán sometidos a procesos de envejecimiento acelerados por el segundo método W/D. Adicionalmente también se observa el comportamiento del mortero convencional y el mortero reforzado en los ensayos de flexión y compresión. Las muestras se ensayan a corto y a largo plazo (veintiocho y cincuenta y seis días). Se mostrará detalladamente el proceso que se realizó a lo largo de todo el trabajo como, por ejemplo: el ensayo de flujo al momento de la elaboración de las muestras; y también se efectuara una comparación de los resultados obtenidos de los distintos ensayos efectuados.		
<b>ADJUNTO PDF:</b>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>CONTACTO CON AUTOR/ES:</b>	<b>Teléfono:</b> +593996312904	<b>E-mail:</b> Kenny.pinto.c@gmail.com	
<b>CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE):</b>	<b>Nombre:</b> Clara Catalina Glas Cevallos		
	<b>Teléfono:</b> +59342206956		
	<b>E-mail:</b> clara.glas@cu.ucsg.edu.ec		
<b>SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA</b>			
<b>Nº. DE REGISTRO (en base a datos):</b>			
<b>Nº. DE CLASIFICACIÓN:</b>			
<b>DIRECCIÓN URL (tesis en la web):</b>			