

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



***TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL***

**“Evaluación del grado de impermeabilidad en superficies de paredes en
edificaciones para protección ante precipitaciones pluviales utilizando métodos de
impermeabilización”**

Área de Investigación:
Construcción y Materiales

Autor:
Br. Varas Rodríguez, Elvis Denis

Jurado Evaluador:

Presidente: Alanoca Quenta, Ángel Fredy
Secretario: Lujan Silva, Enrique Francisco
Vocal: Henríquez Ulloa, Juan Paul

Asesor:
Ms. Geldres Sánchez, Carmen Lucia
Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2772-4829>

**TRUJILLO – PERÚ
2021**

Fecha de sustentación: 2021/10/01

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS

**EVALUACIÓN DEL GRADO DE IMPERMEABILIDAD EN
SUPERFICIES DE PAREDES EN EDIFICACIONES PARA
PROTECCIÓN ANTE PRECIPITACIONES PLUVIALES
UTILIZANDO MÉTODOS DE IMPERMEABILIZACIÓN**

Por: Br. Elvis Denis, Varas Rodríguez

JURADO EVALUADOR

Dr. Ing. Angel Fredy Alanoca Quenta

PRESIDENTE

CIP: 39009

Dr. Ing. Enrique Lujan Silva

SECRETARIO

CIP: 54460

Ing. Juan Paul Henríquez Ulloa

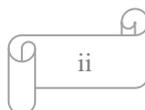
VOCAL

CIP.118101

Ms. Carmen Lucia Geldres Sánchez

ASESORA

CIP: 80599



DEDICATORIA

A DIOS, Por permitirme llegar a este momento tan importante en mi vida. Por darme esta victoria, estar a mi lado en todo momento y enseñarme a enfrentarlos, además de su infinita gracia, misericordia y amor.

A MI MADRE, Ylda que ya está en la presencia de Dios, por su amor, trabajo y sacrificio, por brindarme su apoyo en todo momento.

A MIS HERMANOS, Jairo, Nayeli
¡ESTE LOGRO NO ES TAN SOLO MIO, SINO DE CADA UNO DE USTEDES!

AGRADECIMIENTO

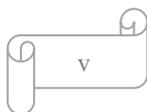
A DIOS, Por darme la fuerza y sabiduría para desarrollar esta investigación. Por ayudarme desde que inicie esta carrera y hasta ahora haber logrado un triunfo importante en mi vida te doy gracias Señor Jesús por esta grande bendición.

A MI MADRE, Ylda que ya está en la presencia de Dios por las enseñanzas, consejos que siempre me han brindado, sobre todo por su amor, sacrificio y trabajo. Este logro es gracias a ella.

A MIS HERMANOS, Jairo Varas y Nayeli, quienes me apoyaron en todo momento en el transcurso de mi carrera, que gracias a ellos logre esta gran victoria en mi vida, espero ser un ejemplo para ellos.

RESUMEN

La presente investigación tiene como propósito fundamental lograr el bienestar de la población, garantizar su seguridad e incrementar el periodo de vida en sus viviendas ante situaciones como: inundaciones, corrientes de agua que impacten en las superficies de las paredes de su edificación (como consecuencia de precipitaciones pluviales), ocasionando no sólo el deterioro de las mismas, sino también daños a nivel estructural grave que pueden terminar tanto en el colapso de la edificación como en desperfectos en las instalaciones y el cableado eléctrico. Este escenario conlleva a buscar una solución cuya eficiencia resulte favorable para los constructores y dueños de las viviendas. En este caso, se consideró una alternativa viable que consistió en utilizar un óptimo método de impermeabilización en superficies de paredes en edificaciones para lograr protección ante las precipitaciones pluviales. Para el presente trabajo, el diseño de investigación es experimental, dado que evalúa el funcionamiento de la muestra de estudio a través de la observación de los ensayos, para lo cual se evaluó 4 métodos de impermeabilización y se preparó 12 muretes de ladrillo King Kong de 18 huecos que sería la superficie de pared. Inicialmente se realizó el ensayo con 3 muretes sin impermeabilizar exponiéndolos al agua durante 60 minutos. Así también, se realizaron 4 ensayos que consistieron en aplicar a la superficie de cada 3 muretes un impermeabilizante, quedando así los 12 muretes impermeabilizados a fin de ser luego sometidos a la exposición al agua por completo durante 60 minutos. Con los datos de los ensayos y al realizar los cálculos y plasmarlos en tablas estadísticas y gráficos de columnas, se logró determinar el grado de impermeabilidad de cada uno de los impermeabilizantes teniendo como resultado: Ensayo A (Impermeabilizante a base de cal + sal + baba de nopal + sellador), 67° de impermeabilidad, ensayo B (Impermeabilizante a base de Cal + Aceite quemado), 94° de impermeabilidad, ensayo C (Impermeabilizante SikaTop 107 Seal), 96° de impermeabilidad y ensayo D (Impermeabilizante Chema Seal), 99° de impermeabilidad. En base a los resultados alcanzados, se propone como el método de impermeabilización más óptimo en superficies de paredes en edificaciones para lograr protección ante precipitaciones pluviales al Impermeabilizante Chema Seal con una efectividad de 99° de impermeabilidad y un costo de S/ 45.00 soles.



ABSTRACT

The main purpose of this research is to achieve the well-being of the population, guarantee their safety and increase the life span of their homes in situations such as: floods, water currents that impact the surfaces of the walls of their buildings (as a consequence of rainfall), causing not only their deterioration, but also serious structural damage that can lead to both the collapse of the building and damage to the facilities and electrical wiring.

This scenario leads to a search for a solution whose efficiency is favorable for the builders and homeowners. In this case, a viable alternative was considered, which consisted of using an optimal waterproofing method on wall surfaces in buildings to achieve protection against rainfall.

For the present work, the research design is experimental, since it evaluates the performance of the study sample through observation of the tests, for which 4 waterproofing methods were evaluated and 12 King Kong brick walls of 18 holes were prepared in order to simulate the wall surface. Initially the test was carried out with 3 walls without waterproofing exposing them to water for 60 minutes. Likewise, 4 tests were carried out that consisted of applying a waterproofing agent to the surface of every 3 walls, thus leaving the 12 walls waterproofed in order to be completely exposed to water for 60 minutes.

With the data of the tests and when carrying out the calculations and recording them in statistical tables and column graphs, it was possible to determine the degree of impermeability of each of the waterproofers, resulting in: Test A (Waterproofing based on lime + salt + slime nopal + sealer), 67 ° waterproofing, test B (Lime-based waterproofing + burnt oil), 94 ° waterproofing, test C (Waterproofing SikaTop 107 Seal), 96 ° waterproofing and test D (Waterproofing Chema Seal), 99 ° waterproof. Based on the results achieved, Chema Seal Waterproofing is proposed as the most optimal waterproofing method on wall surfaces in buildings to achieve protection against rainfall, with a waterproofing effectiveness of 99 ° and a cost of S / 45.00 soles.

PRESENTACIÓN

Señores Miembros del Jurado:

Dando cumplimiento de los requisitos estipulados en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Privada Antenor Orrego, es grato poner a vuestra consideración, el presente trabajo de investigación titulado: EVALUACIÓN DEL GRADO DE IMPERMEABILIDAD EN SUPERFICIES DE PAREDES EN EDIFICACIONES PARA PROTECCIÓN ANTE PRECIPITACIONES PLUVIALES UTILIZANDO MÉTODOS DE IMPERMEABILIZACIÓN, con el propósito de obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil.

El contenido de la presente tesis ha sido desarrollado mediante la aplicación de conocimientos adquiridos durante la formación profesional en la universidad, consulta de fuentes bibliográficas especializadas y con la experiencia de la asesora.

Br. ELVIS DENIS, VARAS RODRÍGUEZ

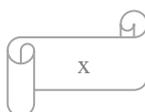
INDICE DE CONTENIDOS

INDICE	Pag
PÁGINA DEL JURADO.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
RESUMEN.....	v
ABSTRACT.....	vi
PRESENTACIÓN.....	vii
INDICE DE CONTENIDOS	viii
INDICE DE TABLAS.....	x
INDICE DE GRÁFICOS.....	xi
INDICE DE IMÁGENES.....	xii
CAPITULO I. INTRODUCCIÓN.....	xv
1. INSTRODUCCIÓN.....	16
1.1. Problema de investigación.....	16
1.1.1. Descripción de la realidad problemática.....	16
1.1.2. Formulación del problema.....	19
1.2. Objetivos.....	19
1.2.1. Objetivo General.....	19
1.2.2. Objetivos Específicos.....	19
1.3. Justificación del Estudio.....	20
CAPITULO II. MARCO DE REFERENCIA.....	21
2. Marco de referencias.....	22
2.1. Antecedentes del estudio.	22
2.2. Marco teórico.....	27
2.2.1. Efectos de la humedad en las edificaciones debido a las precipitaciones pluviales	27
2.2.2. Impermeabilización de superficies de paredes en edificaciones	29
2.2.2.1. Impermeabilización	29
2.2.2.2. Adherencia de los productos impermeables.....	30
2.2.2.3. Vida útil versus sistema de impermeabilización	30

2.2.3. Métodos de impermeabilización.....	31
2.2.3.1. Chema seal.....	31
2.2.3.2. Sikatop®-107 seal.....	34
2.2.3.3. Pintura e impermeabilizante de nopal.....	37
2.2.3.3. Aceite quemado o residual.....	39
2.3. Marco conceptual.....	40
2.4. Hipótesis.....	45
2.5. Variables.....	45
2.5.1. Variable independiente.....	45
2.5.2. Variable dependiente.....	45
2.6. Operacionalización de variables.....	46
CAPITULO III. METODOLOGÍA.....	47
3. Metodología.....	48
3.1. Tipo y nivel de investigación.....	48
3.1.1. Tipo de investigación.....	48
3.1.2. Nivel de investigación.....	48
3.2. Población y muestra.....	48
3.2.1. Población.....	48
3.2.2. Muestra.....	48
3.3. Técnicas e instrumentos de evaluación.....	50
3.4. Diseño de investigación.....	51
3.5. Procesamiento y análisis de datos.....	52
CAPITULO IV. RESULTADOS.....	80
4. Resultados.....	81
CAPITULO V. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	92
5. Discusión de resultados.....	93
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES.....	94
6. Conclusiones.....	95
CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES.....	97
7. Recomendaciones.....	98
CAPÍTULO VIII: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	99
CAPÍTULO IX: ANEXOS.....	103

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE	Pag
Tabla N° 1: Datos técnicos chema seal.....	32
Tabla N° 2: Datos de ensayo con muestra sin impermeabilizante.....	56
Tabla N° 3: Ensayo "A": Muestra impermeabilizada con impermeabilizante a base de cal +sal + baba de nopal + sellador (ensayo A)	65
Tabla N° 4: Ensayo "B": Muestra impermeabilizada con impermeabilizante a base de Cal + Aceite quemado.....	69
Tabla N° 5: Ensayo "C": Muestra impermeabilizada con impermeabilizante Sika top 107 seal	74
Tabla N° 6: Ensayo "D": Muestra impermeabilizada con impermeabilizante Chema seal	79
Tabla N° 7: Datos de ensayo con muestra sin impermeabilizante	81
Tabla N° 8: Ensayo "A": muestra impermeabilizada con impermeabilizante a base de cal + sal + baba de nopal + sellador	82
Tabla N° 9: Ensayo "B": Muestra impermeabilizada con impermeabilizante a base de Cal + Aceite quemado	83
Tabla N° 10: Ensayo "C": Muestra impermeabilizada con impermeabilizante Sika top 107 seal	84
Tabla N° 11: Ensayo "D": Muestra impermeabilizada con impermeabilizante Chema seal	85
Tabla N° 12: Resumen del peso del agua promedio (Pw), de los ensayos (A, B, C y D).....	87
Tabla N° 13: Resumen del contenido de humedad (W), de los ensayos (A, B, C y D)	88
Tabla N° 14: Resumen del porcentaje de impermeabilidad de los ensayos (A, B, C y D)	89
Tabla N° 15: Resumen del grado de impermeabilidad de los ensayos (A, B, C y D)	90
Tabla N° 16: Costo de los impermeabilizantes	91



ÍNDICE DE GRÁFICOS

ÍNDICE	Pag
Gráfico N° 1: Resumen del peso del agua promedio (Pw), de los ensayos (A, B, C y D)	87
Gráfico N° 2: Resumen del contenido de humedad (W), de los ensayos (A, B, C y D)	88
Gráfico N° 3: Resumen del porcentaje de impermeabilidad de los ensayos (A, B, C y D)	89
Gráfico N° 4: Resumen del grado de impermeabilidad de los ensayos (A, B, C y D)	90
Gráfico N° 5: Costo de los impermeabilizantes	91

ÍNDICE DE IMÁGENES

ÍNDICE	Pag
Imagen N° 1: Centro Histórico de Trujillo en momentos de inundación por precipitaciones pluviales.....	15
Imagen N° 2: Ladrillo King Kong de 18 huecos.....	52
Imagen N° 3: Cemento Fortimax anti salitre.....	53
Imagen N° 4: Arena gruesa.....	53
Imagen N° 5: Construcción de 12 muretes de ladrillo.....	54
Imagen N° 6: Los 12 muretes de ladrillo se dejó secar.....	54
Imagen N° 7: Se peso cada muestra sin mortero impermeabilizante en estado seco.....	55
Imagen N° 8: Luego de pesar las muestras se realizó la exposición al agua en una batea durante 60 minutos.....	55
Imagen N° 9: Se peso las muestras luego de estar expuestas al agua durante 60 minutos.....	56
Imagen N° 10: Se realizo la extracción de nopal cortando 8 de sus hojas que se necesitaría en el ensayo A.....	57
Imagen N° 11: Se procedió a quitar las espinas de las hojas de nopal extraídas....	57
Imagen N° 12: Se realizo el Corte de las hojas de nopal en cubos pequeños.....	58
Imagen N° 13: Luego se depositó el nopal cortado en un balde (Ensayo A).....	58
Imagen N° 14: Posteriormente se le agrego 10 litros de agua (Ensayo A).....	59
Imagen N° 15: Los nopales quedaron bien sumergidos y se dejó que repose durante un día (Ensayo A).....	59
Imagen N° 16: Baba de nopal, cal, sal y sellador (Ensayo A).....	60
Imagen N° 17: Luego que se dejó reposar la baba de nopal se procedió a colar y depositar en un balde (Ensayo A).....	60
Imagen N° 18: Se le agrego 1kg. de sal a la baba de nopal (Ensayo A).....	61
Imagen N° 19: Se le agrego 4kg. de cal y se movió lentamente la mezcla del Impermeabilizante (Ensayo A).....	61
Imagen N° 20: Se logro obtener una mezcla homogénea del impermeabilizante y se le agrego ½ litro de sellador (Ensayo A).....	62

Imagen N° 21: Finalmente se logró obtener el impermeabilizante, está listo para el respectivo ensayo (Ensayo A)	62
Imagen N° 22: Se realizo la impermeabilización a la superficie de los muretes de Ladrillo (Ensayo A)	63
Imagen N° 23: Luego de aplicar el impermeabilizante a las muestras se dejó secar Por 12 días (Ensayo A)	63
Imagen N° 24: Se procedió a pesar cada muestra impermeabilizada en estado Seco (Ensayo A)	64
Imagen N° 25: Luego de pesar las muestras se realizó la exposición al agua en una batea durante 60 minutos (Ensayo A)	64
Imagen N° 26: Se peso las muestras luego de estar expuestas al agua durante 60 minutos (Ensayo A)	64
Imagen N° 27: Se peso 4kg. de cal (Ensayo B)	65
Imagen N° 28: Dos litros de Aceite quemado y los 4kg de cal (Ensayo B)	66
Imagen N° 29: Se realizo la mezcla de la cal con el aceite quemado en un Recipiente (Ensayo B)	66
Imagen N° 30: Impermeabilizante listo para el ensayo se dejó reposar por unos 10 minutos (Ensayo B)	67
Imagen N° 31: Se realizo la impermeabilización de la muestra (Ensayo B)	67
Imagen N° 32: Se deajo secar a la muestra durante 12 días (Ensayo B)	68
Imagen N° 33: Se peso la muestra impermeabilizada en estado seco (Ensayo B)	68
Imagen N° 34: Exposición de la muestra al agua (Ensayo B)	68
Imagen N° 35: Se peso la muestra luego de estar expuesta al agua durante 60 minutos (Ensayo B)	69
Imagen N° 36: 4.5kg. de Impermeabilizante Sika top 107 seal (Ensayo C)	70
Imagen N° 37: Preparando el impermeabilizante (Ensayo C)	70
Imagen N° 38: Aplicando a la muestra la primera capa del impermeabilizante de 1.5mm. (Ensayo C)	71
Imagen N° 39: Se deajo secar la primera capa del impermeabilizante aplicado a la muestra durante 6 horas (Ensayo C)	71
Imagen N° 40: Luego de dejar secar por 6 horas se aplicó a la muestra la segunda capa del impermeabilizante y luego se realizó el curado (Ensayo C)	72

Imagen N° 41: Se dejó secar la muestra impermeabilizada 12 días (Ensayo C)	72
Imagen N° 42: Se peso la muestra impermeabilizada en estado seco (Ensayo C)..	73
Imagen N° 43: Exposición de la muestra impermeabilizada al agua (Ensayo C)...	73
Imagen N° 44: Se peso la muestra impermeabilizada luego de estar expuesta al agua durante 60 minutos (Ensayo C)	74
Imagen N° 45: 1 galón de Impermeabilizante Chema seal (Ensayo D)	75
Imagen N° 46: Preparación del Impermeabilizante Chema seal (Ensayo D)	75
Imagen N° 47: Impermeabilizante Chema seal listo para el ensayo (Ensayo D) ...	76
Imagen N° 48: Aplicando a la muestra la primera capa del impermeabilizante de 1.5mm (Ensayo D)	76
Imagen N° 49: Se espero que seque la primera mano de impermeabilización aplicado a la muestra durante 6 horas (Ensayo D)	77
Imagen N° 50: Se Aplico a la muestra la segunda capa del impermeabilizante y luego se realizó el curado (Ensayo D)	77
Imagen N° 51: Se dejo secar la muestra luego de impermeabilizarlo durante 12 Días (Ensayo D)	77
Imagen N° 52: Se peso la muestra impermeabilizada en estado seco (Ensayo D)	78
Imagen N° 53: Exposición de la muestra impermeabilizada al agua (Ensayo D)	78
Imagen N° 54: Se peso la muestra impermeabilizada luego de estar expuesta al agua durante 60 minutos (Ensayo D)	79
Imagen N° 55: Los 12 muretes impermeabilizados luego de estar expuestos al agua durante 60 minutos	103
Imagen N° 56: Realizando la anotación de cada uno de los pesos de las muestras de los ensayos	103

CAPITULO I.

INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Problema de investigación

1.1.1. Descripción de la realidad problemática

En el artículo de Mariaisabel (2017, 21 de diciembre) nos menciona que: “Durante el 2017, un fenómeno climático conocido como “El Niño Costero” provocó uno de los mayores desastres naturales en el Perú, lluvias intensas e inundaciones golpearon la costa norte del Perú”.

López, M. (2017, 15 de marzo) Afirma: “Las intensas lluvias fueron las principales causantes del desastre que este evento climatológico causó en el Perú. Las lluvias ocasionaron inundaciones, que afectaron las viviendas de miles de ciudadanos. De acuerdo a los reportes del COEN del INDECI”.

En el artículo Aprende a proteger tu vivienda en esta época de lluvias (2019, 25 de febrero) afirma: “La Comisión Multisectorial Encargada del Estudio Nacional del Fenómeno del Niño (Enfen) advierte que en el Perú existen 4'261.114 de personas, quienes habitan en cerca de 2 millones de viviendas, que se encuentran en un peligro muy alto”.

En el artículo Aprende a proteger tu vivienda en esta época de lluvias (2019, 25 de febrero) nos recomienda: “Tomar las medidas de prevención necesaria, como reforzar nuestras viviendas y evitar daños similares a los ocasionados por el Niño Costero. En el Perú fallecieron 113 personas a consecuencia de las lluvias e inundaciones, en 2017”.

En el artículo Respirar bajo el agua: cuando la humedad afecta nuestras casas (2018,4 de junio) afirma: “La llegada del invierno se ve acompañada de niveles extremos de humedad a lo largo de todo el litoral peruano, Ello conlleva estragos sobre la salud de los habitantes, particularmente en la forma de males respiratorios”.

En el artículo Respirar bajo el agua: cuando la humedad afecta nuestras casas (2018,4 de junio) afirma: “Es la humedad extrema la que, además, determina

que las temperaturas registradas usualmente en el invierno costero peruano estén acompañadas de sensaciones térmicas entre 1 y 1,5 grados más bajas”.

En el artículo Respirar bajo el agua: cuando la humedad afecta nuestras casas (2018,4 de junio) afirma: Una fuente de humedad en las casas proviene de la filtración de líquido a través de fisuras en los muros o incluso de las juntas entre dos de ellos. Las consecuencias de este escenario son el deterioro de paredes y la posibilidad de un daño a nivel estructural grave.

En el artículo Respirar bajo el agua: cuando la humedad afecta nuestras casas (2018,4 de junio) afirma: “Asimismo, la presencia de agua y humedad a través de los muros puede producir algún desperfecto en las instalaciones y el cableado eléctrico y así aumentar la posibilidad de descargas y cortocircuitos imprevistos para quienes habitan en esta vivienda”.

En el artículo Respirar bajo el agua: cuando la humedad afecta nuestras casas (2018,4 de junio) nos menciona que: “La humedad en nuestras casas se produce particularmente en los meses de invierno, ante los niveles extremos de humedad ambiental que se registran en toda la costa peruana. Su manifestación es, manchas negras en las paredes y malos olores”.

En el artículo Respirar bajo el agua: cuando la humedad afecta nuestras casas (2018,4 de junio) coincide en que: “Cada una afecta de manera distinta al concreto, produciendo corrosión en la armadura. Es un problema muy grave y muy común en toda nuestra costa, sobre todo en construcciones al lado del mar”.

En el artículo Respirar bajo el agua: cuando la humedad afecta nuestras casas (2018,4 de junio) afirma: “La humedad, asegura, erosiona las paredes prácticamente agujereándolas, porque el ladrillo es más débil que el concreto. Asimismo, indica, las construcciones de adobe, sujetas a la humedad, se vuelven barro y entonces colapsan”.

Según el INEI o Instituto Nacional de Estadística e Informática, “en los últimos 5 años, la construcción en la ciudad de Trujillo ha percibido un gran incremento de humedad por la presencia de precipitación y presencia del Fenómeno El Niño

y en especial los distritos de Huanchaco y Víctor Larco Herrera”. (INEI .2019; pag. 38).

En el artículo Aprende a proteger tu vivienda en esta época de lluvias (2019, 25 de febrero) afirma: “El arquitecto Lazarte indica que, se debe reforzar las paredes y los muros con pinturas y elementos impermeabilizantes. La humedad posterior a las lluvias es el gran agente de daño, sobre todo en las casas de adobe y de quincha”.

Por lo antes expuesto, se puede concluir que las dificultades ambientales y el problema constante de las precipitaciones permanentes en los meses de enero, febrero y marzo, así como las inundaciones; sectores húmedos en las paredes de ciertas edificaciones por las filtraciones de agua, esto nos lleva a darle importancia a trabajos de investigación sobre la impermeabilización.

Por consiguiente, el daño a la infraestructura causado por la humedad como consecuencia de precipitaciones e inundaciones representan una amenaza latente para las características estructurales de las edificaciones, especialmente, para la integridad de los que las habiten; lo cual nos lleva a buscar una solución cuya eficiencia resulte favorable para los constructores y dueños de las viviendas, en este caso una alternativa viable es la impermeabilización en las superficies de paredes en edificaciones para la protección ante las precipitaciones pluviales.

Delimitación

Las edificaciones ubicadas en ciudades y zonas de expansión urbana en el Perú, que son deterioradas por la humedad; proveniente de precipitaciones pluviales, se hace necesario proponer métodos para impermeabilizar las superficies de paredes en edificaciones para protección ante precipitaciones pluviales.



Imagen N° 1: Centro Histórico de Trujillo en momentos de inundación por precipitaciones pluviales.

1.1.2. Formulación del problema

¿Cómo es el método de Impermeabilización más adecuado para superficies de paredes en edificaciones que logre la protección ante precipitaciones pluviales?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Proponer un método de Impermeabilización óptimo en superficies de paredes en edificaciones para lograr protección ante precipitaciones pluviales.

1.2.2. Objetivos Específicos

- ✓ Establecer los procedimientos necesarios para que la impermeabilización sea una etapa constructiva con prudencia y calidad.
- ✓ Diseñar la dosificación del mortero de los impermeabilizantes naturales.
- ✓ Realizar ensayos en el laboratorio con cada uno de los impermeabilizantes aplicando en las superficies de los muretes.
- ✓ Evaluar en los ensayos la efectividad de cada uno de los impermeabilizantes al colocar las superficies de los muretes a prueba de agua.
- ✓ Evaluar el grado de impermeabilidad en cada uno de los ensayos con los diferentes métodos de impermeabilización.
- ✓ Analizar los resultados de los ensayos de laboratorio y proponer el método de impermeabilización más efectivo para protección ante precipitaciones pluviales.
- ✓ Evaluar el costo de cada uno de los impermeabilizantes.

1.3. Justificación del Estudio

El proyecto de investigación se puede justificar por la siguiente perspectiva:

- **Prevención:** Aplicando el más adecuado método de impermeabilización conseguiremos preservar la integridad y la utilidad de la edificación. Se alcanzara prevenir daños estructurales, del concreto, la mampostería y evitar reparaciones innecesarias en las construcciones. Asimismo, se logrará prevenir las pérdidas humanas y malestar en la población.
- **Beneficio social:** Se logrará el bienestar de la población y seguridad al tener la superficie de su pared de su edificación impermeabilizada y consecuentemente permitirá incrementar el periodo de vida de su vivienda.
- **Elección y efectividad:** La impermeabilización también involucra elegir los diseños y los materiales apropiados para contrarrestar los efectos dañinos consecuentes por las inundaciones debido a las precipitaciones pluviales.
- **Costo:** El proyecto de investigación nos ayudara a evaluar la más adecuada impermeabilización de la superficie de muro o pared en sí, será efectiva y bajo costo ya sea durante el proceso de construcción o después de su elaboración, logrando ahorrar costos de reparaciones y mantenimiento que podrían ser causados por las inundaciones debido a las precipitaciones pluviales.

CAPITULO II. MARCO DE REFERENCIA

2. Marco de referencias

2.1. Antecedentes del estudio:

Antecedente Internacional:

Girón, A. & Ramírez, F. (2016) “IMPERMEABILIZACIÓN DE SUPERFICIES EN LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS”,

dándonos a conocer en su investigación que: se debe garantizar un adecuado control al agua subterránea, aguas lluvias y superficiales con el fin de prevenir múltiples reparaciones y/o postventas producidas por la filtración de agua; de hecho, el agua es uno de los elementos del clima que más afectación puede ocasionar al concreto y a la mampostería. Los sistemas de impermeabilización tienen como objeto cuidar, preservar y prolongar la vida útil de las edificaciones iniciando con un acertado diseño, elección correcta de materiales e instalación y aplicación efectiva de los impermeabilizantes.

El agua, es sin duda alguna, el elemento más utilizado por el hombre, sin esta riqueza la supervivencia se vería afectada; pero también es una de las causas que de acuerdo a los registros estadísticos se presenta en muchos casos como una problemática para la construcción ya que tiene facultades para deteriorar la calidad y funcionalidad de una edificación.

PÉREZ, J. DOMÍNGUEZ, J. (2014) EN SU INVESTIGACION “APLICACIÓN AL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN DE AVANCES EN EL ESTUDIO DE LA EXPOSICIÓN A LA HUMEDAD DE FACHADAS”,

tuvo como propósito: Evaluar la exposición de las fachadas a la penetración de humedad atmosférica, constituye un requisito necesario para garantizar el posterior cumplimiento de la exigencia básica de protección frente a la humedad, recogida por el Código Técnico de la Edificación en España desde el año 2006. Estudios recientes han analizado en 80 emplazamientos españoles los parámetros climáticos más relevantes para caracterizar esta exposición. Para este análisis fueron utilizados estándares de cálculo

aplicados internacionalmente y ya transpuestos al ámbito español. Los resultados obtenidos por estos estudios han sido comparados con los parámetros que actualmente se emplean en la normativa española para definir el grado de impermeabilidad requerido en las fachadas de cada emplazamiento. Las conclusiones presentadas ponen de manifiesto la necesidad de revisar los parámetros utilizados para fijar este grado de impermeabilidad, con el objetivo de alcanzar una mayor prestacionalidad normativa y mejorar la asignación de los diseños de fachada necesarios en cada situación. Con este propósito, se presentan nuevos mapas de exposición que pueden ser utilizados para la mejora de la norma española.

Antecedente nacional:

RAMÍREZ, J. (2016) EN SU INVESTIGACIÓN “ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y FÍSICAS DEL ADOBE CON BIOPOLÍMEROS DE FUENTES LOCALES”, tuvo como objetivo: el estudio de la mejora de las propiedades de resistencia al agua y comportamiento mecánico de las construcciones de tierra. Para este propósito, se utilizaron biopolímeros naturales obtenidos de fuentes locales para la modificación de las propiedades del suelo. La resistencia al agua fue evaluada mediante ensayos de permeabilidad y erosión en especímenes de tierra que recibieron un tratamiento con soluciones poliméricas. Diferentes técnicas se emplearon para la aplicación de las soluciones de manera que sea posible determinar cuál es la más adecuada para la protección ante los efectos del agua. Por otro lado, se realizaron ensayos de caracterización mecánica para determinar la influencia de los biopolímeros en la resistencia a compresión, tensión y flexión. Para la evaluación de estas propiedades se agregaron las soluciones de biopolímeros en la mezcla de barro durante la fabricación de los especímenes de tierra que luego fueron ensayados.

Los resultados obtenidos muestran que la aplicación de estos polímeros contribuye a la mejora de las construcciones de tierra. Se consiguió

modificar de forma positiva el comportamiento de la tierra ante la influencia del agua, así como sus características mecánicas. En el primer caso, se logró un efecto impermeabilizante y se incrementó considerablemente la resistencia a la erosión generada por el agua. Con respecto a las propiedades mecánicas, se logró una mejora notable de la resistencia a compresión, tensión y flexión, logrando incluso a duplicar la resistencia inicial en algunos casos.

Antecedente local:

QUIÑONES, O. & VILLACORTA, C. (2019) en su investigación “IMPERMEABILIZACIÓN DE LA CUBIERTA DE LAS CASAS DE ADOBE EN LA CIUDAD DE OTUZCO CARACTERIZANDO UN MORTERO A BASE DE BABA DE NOPAL EN EL AÑO 2018”, tuvo como objetivo: analizar el impacto de los cambios climáticos como son las lluvias intensas en nuestra región, de donde desprende nuestra preocupación y es que proponemos una alternativa de solución para los tantos problemas de nuestra ciudad, en este caso Otuzco, donde las cubiertas de casas son muy vulnerables frente a la interacción directa con el agua producto de fuertes lluvias en épocas de invierno. Por lo tanto, nuestro planteamiento de un mortero a base de baba de nopal es primordial, para que con su aplicación contribuya al logro de una mayor vida útil de la cubierta de las casas que conforman las tejas. En este caso usamos un diseño de estudio experimental, para lo cual estudiamos 2 pruebas en cuanto a proporciones en la mezcla, para determinar la mejor y más exacta alternativa, esta mejor opción se determinó con cuadros estadísticos de toma de datos de cada ensayo en las muestras escogidas para nuestra experimentación; métodos de estudio del experimento hay muchos, pero para este caso utilizamos el método científico, para lo cual se hace uso de la observación y uso de materiales para la ayuda del proceso completo. En tanto al proceso en general fue la adhesión de varias materias y materiales de construcción como es la arena y arcilla, conjuntamente con la baba extraída del nopal con procesos domésticos e

instrumentos propios por las limitaciones encontradas a lo largo del trabajo, pero los saberes previos en cuanto a materiales y sistemas de construcción nos benefician en parte, y proponer una alternativa como solución a un problema es que se pudieron obtener resultados positivos y relacionados directamente a los objetivos y metas planteadas al inicio.

PECHE, N. (2018) “INFLUENCIA DE LA DOSIFICACIÓN, EL PORCENTAJE Y TIPO DE IMPERMEABILIZANTE SOBRE LA ABSORCIÓN, PERMEABILIDAD Y COMPRESIÓN EN MORTEROS DE ENLUCIDO, TRUJILLO 2018”, en su investigación se evaluó, la influencia de la dosificación, el porcentaje y tipo de impermeabilizante sobre la absorción, permeabilidad y compresión en morteros de enlucido. Las dosificaciones que se emplearon fueron de cemento:arena 1/3 y 1/4; agua:cemento 0.5 y 0.6 y aditivos impermeabilizantes de marca sika y chema en presentación líquida y polvo de acuerdo a las especificaciones técnicas de cada aditivo, adicionándose 0.3% menos, 0.3% más y 0.6% más de aditivo con respecto al porcentaje recomendado por cada fabricante; para la elaboración de las muestras de estudio se usó cemento portland tipo Ico, arena fina de las canteras de El Milagro, agua potable de Trujillo y aditivos impermeabilizantes de las tiendas Maestro y Arenera Jaén. Se realizó la caracterización del agregado fino bajo las Normas Técnicas Peruanas (NTP) para el contenido de humedad (NTP 339.185), peso específico y absorción (NTP 400.022), módulo de finura y análisis granulométrico (NTP 400.012). Se elaboraron probetas cúbicas de mortero de 5 cm de lado, elaborándose 3 réplicas para cada dosificación, las cuales fueron elaboradas y ensayadas a compresión de acuerdo a la norma ASTM C109, además del ensayo de absorción bajo la norma ASTM C642 y del ensayo de permeabilidad o infiltración bajo la norma ASTM C1701, los cuales fueron ensayados a 28 días de curado. El mortero patrón alcanzó 189 kg/cm^2 , 8.8% y 2.0 $L/h/m^2$ para la resistencia a la compresión, absorción y permeabilidad respectivamente,

resultados que corresponden a los máximos obtenidos, los cuales se dieron con la dosificación cemento:arena 1/3 y agua:cemento 0.5; con la adición de aditivo impermeabilizante el diseño óptimo para los morteros fue con los aditivos de presentación en polvo, Chema 1 en polvo, de los cuales con el que se obtuvo los mejores resultados fue con el aditivo Chema 1 en Polvo, con 0.90 %, obteniéndose 211 kg/cm^2 , 5.6% y 0.8 $L/h/m^2$, para la compresión, absorción y permeabilidad respectivamente, mostrando con esto un incremento del 12% y una disminución del 36% y 60% para cada ensayos respectivamente.

La adición de aditivo impermeabilizante en morteros de arena fina, disminuyó el porcentaje de absorción de agua y la permeabilidad o infiltración de estos y aumentó su resistencia a compresión, mejorando de esta manera la capacidad de los morteros para enfrentarse a la humedad e incrementado con ello su durabilidad en el tiempo.

ALVAREZ, M. (2017) en su investigación “EFICIENCIA DE BARRERA HORIZONTAL IMPERMEABILIZANTE FRENTE A LA ASCENSIÓN CAPILAR EN MUROS NO PORTANTES CONFORMADOS POR LADRILLOS TIPO V”, tiene la finalidad de dar a conocer la eficiencia de la barrera horizontal impermeabilizante mediante la utilización del producto SikaMur InjetoCream 100 en muros no portantes conformados por ladrillos King Kong 30% Tipo V. Para el efecto, adquirimos 120 ladrillos King Kong 30% tipo V que fueron adecuadamente catalogados y verificamos la uniformidad en sus dimensiones, cumpliendo la NORMA E070 ALBAÑILERIA, además corroboramos que no se encuentren dañados.

Con la orientación del especialista en la materia, elaboramos 6 muretes y los separamos en grupo de 3 unidades; al primer grupo le aplicamos el mencionado producto y durante un periodo de 329 horas efectuamos el debido control y comparación de la ascensión capilar con respecto al grupo que dejamos bajo condiciones normales.

El resultado de la ascensión capilar promedio del grupo al que le aplicamos el producto fue de 0.3 cm y la ascensión capilar promedio del grupo que permaneció bajo condiciones normales fue de 26.6 cm; lo que nos permite concluir que logramos una aplicación eficiente del producto que asciende a 98.85% y consecuentemente expresamos una comprobada recomendación para el control de la humedad capilar, y evitar el deterioro estético y mecánico de las edificaciones.

2.2. Marco teórico

2.2.1. EFECTOS DE LA HUMEDAD EN LAS EDIFICACIONES DEBIDO A LAS PRECIPITACIONES PLUVIALES

Los daños por agua son la segunda causa del deterioro de las edificaciones debido a la humedad, las filtraciones.

Es normal que durante esta época de lluvia las personas noten sectores húmedos en las paredes de ciertas edificaciones por las filtraciones de agua.

Los efectos de filtraciones tienden a dañar el aspecto estético, la resistencia y valor de las edificaciones afectando el confort de los ocupantes y produciendo daños tales como plagas de insectos, hongos y en peor de los casos fallos de construcción.

La humedad afecta negativamente no solo el aspecto de la propiedad porque deteriora los materiales de la edificación y crea ambientes insalubres, sino también a las personas con problemas de reumatismo, asma u otro tipo de alergias (Protexargentina, s.f.).

(Protexargentina, s.f.) La humedad genera trastornos y provoca daños muy difíciles de resolver. La presencia de humedad en las construcciones suele ser tenido en cuenta principalmente por los

efectos visuales y estéticos que tiene en los ambientes, sin embargo, la presencia excesiva de humedad en los materiales afectará para siempre su composición, causando efectos peligrosos para la vivienda y sus habitantes:

- Degradación de los materiales de la obra.
- Corrosión de las armaduras.
- Pérdida de la capacidad aislante debido a la adquisición de una mayor conductividad térmica.
- Transmisión de vapor de la humedad del muro al ambiente adyacente.
- Deterioro de las redes de servicio (cableado eléctrico, caños, etc.).
- Ambiente insalubre por la proliferación de hongos y microorganismos.

Es fundamental tratar los materiales de la construcción con los productos indicados para evitar estos problemas y aislar de la mejor manera los ambientes contra los ataques de la humedad.

BENITES, a (1972, P. 619) Indica, que la precipitación está sujeta a las leyes de variación a efectos de establecer las necesarias correcciones y cálculos basados en precipitaciones medias; una de ellas es la influencia de la altitud en la precipitación media anual. En general, aunque son excepciones debidas a la presencia de microclimas especiales, la precipitación anual aumenta con la altitud hasta que se alcanza una determinada cota llamada “Optima Pluvial” a partir de la cual decrece. Como comprobación de esta teoría, manifiesta Benites que en Nava Cerrada (España) cuya altitud es de 1960 m.s.n.m. recoge una precipitación anual de casi el triple de Madrid que se halla a una altitud de 135 m.s.n.m. pese a hallarse sólo a 50 Kms. de distancia.

Inundaciones:

De acuerdo a INDECI (2011) citado en Mendoza, M. (2017) “Las inundaciones se producen cuando las lluvias intensas o continuas sobrepasan la capacidad de campo del suelo, el volumen máximo de transporte del río es superado y el cauce principal se desborda e inunda los terrenos circundantes”. (p. 49).

Presión Negativa

Es la presión que ejerce el agua o la humedad que intenta ingresar en un ambiente. Las construcciones que necesitan ser impermeabilizadas para evitar que el agua penetre desde el exterior están sometidas a presión negativa. Es la presión que soporta un muro enterrado ante la presencia de napas superficiales/freáticas en subsuelos, sótanos, fosos, túneles, etc. (Protexargentina, s.f.).

Estanqueidad:

En la construcción se utiliza para hacer referencia a las superficies estancas, que permiten el escurrimiento de los líquidos impidiendo el paso al interior de los ambientes. Una prueba de estanqueidad, es la prueba de carga a la que se somete una instalación para detectar las posibles fugas o filtraciones (Protexargentina, s.f.).

2.2.2. IMPERMEABILIZACIÓN DE SUPERFICIES DE PAREDES EN EDIFICACIONES**2.2.2.1. Impermeabilización:**

Según María Restrepo (2017) “la impermeabilización es un método que evita que el agua penetre en los edificios manteniendo seca su estructura y ayudando a reducir la humedad protegiéndola de los daños causados por la exposición al agua acelerando el deterioro de las edificaciones”.

Impermeabilizar es el proceso por el cual se transforma un material permeable en impermeable.

Es cuando la cantidad de flujo que atraviesa un determinado material es despreciable.

Existen dos tipos de impermeabilizaciones:

- Rígidas. - Se llama así, porque se utiliza cemento + aditivos.
- Flexibles. - Se encuentran los siguientes; Acrílicos, Elastómeros, Laminas de PVC y Asfalto. (Simba, E. 2007) pp.39.

2.2.2.2. Adherencia de los productos impermeables:

Los productos impermeables que son aplicados como capa superficial sobre los materiales deben tener una gran capacidad de adherencia, para evitar desprendimientos. Hay productos que tienen mejor adherencia en distintos sustratos, por lo que cada sistema puede ser el más indicado dependiendo de la superficie a aplicar. En muchos casos se sugiere imprimir la superficie previamente para favorecer la adherencia (Protexargentina, s.f.).

2.2.2.3. Vida útil versus sistema de impermeabilización

Según expresa: (Echeverry, 2020)

El sistema de impermeabilización incide directamente en el tiempo de vida útil de la estructura, como se muestra a continuación

- Sin impermeabilización = Vida útil promedio de 10 años
- Bajo grado de impermeabilización = Vida útil promedio de 20 años
- Medio grado de impermeabilización = Vida útil promedio de 45 años
- Alto grado de impermeabilización = Vida útil promedio de 100 años.

2.2.3. MÉTODOS DE IMPERMEABILIZACIÓN

2.2.3.1 CHEMA SEAL

Recubrimiento cementicio impermeable de superficies.

CHEMA SEAL

Es un recubrimiento cementicio impermeable de dos componentes para ser usado sobre superficies de concreto, mortero, ladrillo pastelero, teja y dry wall. Forma una barrera contra la penetración de la humedad y la aparición del salitre; Una vez que el producto es aplicado sobre la superficie del concreto lo impermeabiliza impidiendo la filtración de agua. Esta mezcla reacciona químicamente con el agua y los hidróxidos remanentes del concreto formando estructuras de microcristales en los poros del concreto. Se aplica fácilmente como pintura en dos manos formando una capa delgada muy resistente y durable a la intemperie. Es apropiado para aplicaciones en reservorios y tanques de agua potable.

VENTAJAS

- Brinda una barrera impermeable a dos niveles: Primero a nivel de los capilares del concreto, segundo a nivel de la superficie.
- Evita la penetración de humedad y por lo tanto la aparición del salitre.
- Evita la pérdida de líquidos por permeabilidad o por fisuras delgadas.
- Excelente adherencia al concreto.
- Evita la aparición de musgos en superficies.
- Apropiado para reservorios y tanques de agua, no contamina, no transmite olor ni sabor al agua potable. Cuenta con certificado CEPIS (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente).
- Fácil de aplicar, con brocha o rodillo. - No requiere solventes, se prepara con agua.

USOS

Como revestimiento impermeable en ambientes de:

- Superficies de concreto como: muros, cimientos, paredes, placas, bloques de cemento, azotea, sótanos.
- Obras hidráulicas como: reservorios, tanques de agua, túneles, piscinas, jardineras, zócalos en jardineras, etc.
- Ladrillo de todo tipo, pasteleros o tejas de arcilla, superficies de fibrocemento y fibrablock.
- En general en estructuras que se encuentren expuestas a humedad, a la intemperie o sometidas a grandes presiones de agua.

Tabla N° 1: DATOS TECNICOS

Características	Valor
Aspecto	
Parte A	Polvo
Parte B	Líquido
Color	Gris, blanco, rojo y colores especiales.
Temperatura de aplicación	+5°C – 30°C
Densidad aparente del polvo	650 g/L – 900 g/L

Impermeabilidad	99.9% ASTM C309
Adherencia al concreto	385 psi C882
Sellador	Bueno ASTM C 1315
Puesta en servicio	72h
Espesor de aplicación	1-2 mm
Tiempo de trabajabilidad	1 hora (el tiempo puede variar con la temperatura y condiciones ambientales)
VOC	0 g/L

Fuente: Chema

PREPARACIÓN Y APLICACIÓN DEL PRODUCTO

Preparación de la superficie.

La superficie debe encontrarse limpia y seca (sin humedad) mínimo 8 días de tarrajada o 30 días de vaciada, sin partes sueltas o mal adheridas, totalmente exenta de pintura, grasa, etc. Nivela la superficie evitando con ello un consumo excesivo de material. Verificar que la superficie tiene rugosidad adecuada para la aplicación del producto.

Aplicación del producto.

En superficies verticales de concreto o cemento pulido: En un envase limpio diluya 1 volumen de sellacryl en 2 volúmenes de agua potable limpia. En caso de superficies horizontales o cemento frotachado: Diluya 1 volumen de sellacryl en 3 volúmenes de agua potable limpia. Agregar poco a poco el polvo cementicio a la parte líquida removiendo hasta formar una mezcla homogénea con la consistencia similar de una pintura espesa. El mezclado se puede realizar manual o mecánica, para grandes volúmenes se recomienda usar un mezclador de baja revoluciones. Aplique con brocha ancha o rodillo en dos manos de manera uniforme hasta cubrir por completo la superficie. Esperar que seque bien la primera mano antes de aplicar la segunda. Dependiendo del clima, el secado al tacto es de 2 horas aproximadamente. El tiempo de trabajabilidad es de 1 hora aproximadamente desde el momento de mezcla. EL espesor no debe exceder de los 2mm por capa. Si existe una fuerte radiación solar cure por lo menos los primeros 2 días o aplique un Curador CHEMA más adecuado: MEMBRANIL VISTA (climas templados), MEMBRANIL C 9 (climas con fuerte radiación solar), SUPER CURADOR CHEMA (climas fríos). La puesta en servicio se recomienda a las 72 horas después de haber realizado un curado adecuado. Limpie las herramientas utilizadas con agua inmediatamente después de culminar el trabajo, si se deja secar se formará película.

2.2.3.2 SIKATOP®-107 SEAL

Revestimiento Impermeable a Base de Cemento

Es un producto predosificado, de dos componentes, de excelente impermeabilidad, adherencia y resistencias mecánicas, elaborado a base de cemento, áridos de granulometría seleccionada, aditivos especiales y una emulsión de resinas sintéticas.

USOS

- Como revestimiento impermeable en edificaciones y obras civiles, especialmente de tipo hidráulico, ya sea sobre concreto, mortero, albañilería u otros.
- Como impermeabilizante superficial en túneles, canales, piscinas.
- En subterráneos, estanques de agua, cimentaciones, fachadas, balcones, terrazas u otros.

CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

- ✓ Excelente impermeabilidad aún bajo presión de agua, ya sea directa (estanques de agua) o indirecta (subterráneos).
- ✓ Fácil aplicación.
- ✓ Predosificado, es decir, se controlan las características y propiedades finales de la mezcla.
- ✓ No presenta barrera al vapor.
- ✓ Necesita de pequeños espesores (1,5 a 2,0 mm) para lograr la impermeabilidad equivalente a la de un tarrajeo tradicional de varios centímetros.
- ✓ Una vez endurecido puede pintarse sobre él, sin dificultades.
- ✓ Se aplica tanto en elementos interiores como a la intemperie.
- ✓ Gran resistencia mecánica.
- ✓ Ligera flexibilidad.

Forma

Aspecto

Parte A x 1,0 kg – Líquido Parte B x 3,5 kg – Polvo

Colores: Gris

Datos técnicos

Densidad 1,01 kg/l \pm 0,01aprox

Proporción de la mezcla (en peso) A: B = 1:3.5

Resistencia a la compresión a los 3 días > 200 kg/cm²

Tiempo de vida 30 min. A 20°C

USGBC valoración LEED SikaTop®-107 Seal cumple con los requerimientos LEED. Conforme con el LEED V3 IEQc 4.2 Low-emitting materials - paints and coatings. Contenido de VOC < 50 g/L (menos agua)

CONSUMO

Para una impermeabilización normal: 3,0 kg/m² (2 capas).

En caso de presentarse altas presiones de agua: 4,0 kg/m² (2 ó 3 capas).

CONDICIÓN DE LA SUPERFICIE

La base debe encontrarse perfectamente limpia, sin partes sueltas o mal adheridas, totalmente exentas de pintura, grasas, aceite, u otros. Debe dejarse la superficie a revestir con el mínimo de irregularidades, evitando con ello un consumo excesivo. Previamente a la aplicación de SikaTop®-107 Seal deberá saturarse 24 horas continuas la base, teniendo cuidado de no dejar agua libre en la superficie (saturada superficialmente seca).

PREPARACIÓN DEL PRODUCTO

En un recipiente limpio deberá colocarse la parte líquida del SikaTop®-107 Seal y agregar en forma lenta la parte B, revolviendo hasta dejar la mezcla homogénea y sin grumos. El mezclado puede efectuarse en forma manual o mecánica. Para grandes volúmenes se recomienda un mezclador de bajas revoluciones (400 - 800 R.P.M.).

MÉTODO DE APLICACIÓN

SikaTop®-107 Seal se puede aplicar en dos o más capas, en forma uniforme, utilizando una brocha de cerdas duras y cortas o llana metálica. Deberá esperarse entre capa y capa que la anterior haya endurecido (de 3 a 6 horas). Si se usa brocha, la primera capa deberá aplicarse en forma circular de tal modo que cubra todas las imperfecciones y poros de la superficie. El tiempo disponible para la aplicación de SikaTop®-107 Seal es aproximadamente 30 minutos (20°C) desde el momento de mezclado. Las herramientas utilizadas deben limpiarse con agua mientras el producto esté fresco. Una vez endurecido, sólo puede eliminarse mediante métodos mecánicos.

CURADO

Una vez aplicado, el producto debe ser protegido de las pérdidas bruscas de agua, mediante un riego continuo, iniciándolo inmediatamente después de endurecido. Si se usa curadores químicos tipo AntisolS, deberá aplicar 2 capas de este curador. Si el curado es con agua se debe cumplir con las normas estándar para morteros.

IMPORTANTE

- Las condiciones ideales de trabajo para la aplicación del SikaTop®-107 Seal son de 20° C a 25° C, con una humedad relativa de aproximadamente 80%.
- No debe aplicarse en espesores superiores a 2 mm por capa.
- Se debe evitar excesos de material en los cantos y aristas.
- La estructura impermeabilizada con SikaTop®-107 Seal deberá ponerse en funcionamiento recién a las 72 horas de haber realizado el curado.

2.2.3.3 PINTURA E IMPERMEABILIZANTE DE NOPAL

(CENTRO DE APRENDIZAJE E INTERCAMBIO DEL SABER EN SEGURIDAD ALIMENTARIA Y NUTRICIONAL DEL INCAP, 2006) Nos afirma que: “El Nopal, es una planta perteneciente a la familia de las cactáceas (cactus), Esta planta carnosa con espinas, cuyo fruto es la tuna, contiene en su composición fibra dietética, goma, pectina, calcio, mucílago, vitaminas (A, B1, B2, B3), beta-caroteno y proteínas”.

Asimismo (CASI/INCAP,2006) Menciona que: A partir de la baba del nopal, se puede fabricar pintura que actúa como impermeabilizante, el cual puede ser aplicado a cualquier construcción con tierra, cemento u otros materiales, para protegerla de: el frío, la humedad del ambiente, del agua, de los insectos.

- **CAL**

Según menciona Pérez Ardila, W. & Torres Valenzuela, J. (2015) (citado en Rodríguez, M y C, Hidalgo, 2010)

Cal: usada para estabilizar suelos cohesivos pero sus bondades como material estabilizante se ha desechado cuando se trata de suelos granulares, mientras que en suelos arcillosos ha mostrado mejor respuesta, pero por esto se ha despreciado beneficios como incremento en la resistencia mecánica, disminución de la deformabilidad y permeabilidad (p.29).

- **SAL**

Pérez Ardila, W. & Torres Valenzuela, J. (2015). Afirma: “El cloruro de sodio actúa disminuyendo la humedad optima esto sucede porque

las soluciones que contengan cloruro de sodio disuelto, presentan una mayor tensión superficial, lo que reduce la evaporación del agua” (p. 37).

- **SELLADOR PVA-MAJESTAD**

Según indica REV-MAD (2016, septiembre)

Sellador PVA

Descripción. - Sellador fabricado con resina vinil-acrítica no pigmentada, modificada con aditivos especiales que le confieren excelente fluidez, adherencia y compatibilidad con pintura temple e imprimante. Con aditivo anti hongo.

Producto ecológico de cero VOC, de bajo olor, no irrita la garganta, no ocasiona alergias. Producto no inflamable sin restricciones de transporte.

Usos

Fijar, sellar y nivelar la absorción de la superficie a pintar en interiores y exteriores. Mejorar fluidez, aplicación y adherencia de pinturas temples e imprimante.

Propiedades físicas:

VOLUMEN DE SOLIDOS : 9 +/- 2%

COLOR : Transparente

RELACION DE MEZCLA : No aplicable

RENDIMIENTO TEORICO : 42 m²

COMPONENTES : 1 a 0.5 mils/ 4Lt.

POT LIFE : Indefinido

INDUCCION : No requiere

SECADO Tacto : 30 minutos

DILUYENTE Dilución : Agua, hasta 200 %

Limpieza : Agua

APLICACION : Brocha

COMPOSICION : Resina Acrílica ether de celulosa, agua, glicoles, preservante ecológico.

2.2.3.4 ACEITE QUEMADO O RESIDUAL

Huaquisto Cáceres, (2014) indica que:

El aceite residual no permite el paso del agua, es decir los poros del suelo se taponan con el aceite. Asimismo, afirma que a mayor contenido de aceite menor permeabilidad del suelo. Esta situación hace que el aceite residual puede ser utilizado para impermeabilizar presas de tierra, terraplenes o muros de contención (p. 54-55).

Huaquisto Cáceres, (2014) Afirma:

La permeabilidad del suelo es la capacidad que éste ofrece al paso del agua a través de los espacios vacíos. En este sentido el aceite residual ocupa estos espacios vacíos no permitiendo el paso del agua a través del suelo (p.54).

La composición del aceite residual o usado, presenta las siguientes características o componentes:

Hollín: es el residuo insoluble de combustible parcialmente quemado que puede espesar el aceite, despojarlo de los aditivos.

Azufre: está presente en todos los combustibles. Cuando se quema el combustible, el azufre se combina con el agua proveniente de la humedad del sistema formando ácidos.

Oxidación: La oxidación es una reacción química entre el aceite y el oxígeno, que causa espesor del aceite y la pérdida de sus propiedades lubricantes.

Agua: El agua se puede condensar o penetrar en el sistema, reduce las propiedades de lubricación y forma lodo, que taponan los filtros.

Combustible: La contaminación por combustible se produce por: baja compresión, alta relación de combustible/aire (p.21).

2.3. Marco conceptual

CONTENIDO DE HUMEDAD

Podemos definir el contenido de humedad como el exceso de agua en un estado saturado y con una superficie seca, expresado en porcentaje (%) (NTP 339.127).

$$W = \frac{\text{Peso de la muestra húmeda} - \text{Peso de la muestra seca}}{\text{Peso de la muestra seca}} \times 100$$

INUNDACIÓN

Inundaciones. - Son Invasiones lentas o violentas de las aguas de un río, un lago, una laguna, que sumergen las tierras de las orillas cubriendo de agua las zonas aledañas. Las inundaciones se producen por crecimiento del caudal de las aguas de un río, lago o laguna, que como consecuencia de las lluvias aumenta. Estos fenómenos naturales son causantes de la destrucción de campos de cultivo, a veces de poblados y deja una secuela infecciosa que ocasiona enfermedades y epidemias (VILLEGAS, 2014).

Inundación. Es la ocupación por parte del agua de zonas que habitualmente están libres de esta, bien por desbordamiento de ríos, ramblas por lluvias torrenciales, deshielo, por subida de mareas por encima del nivel habitual (VILLEGAS, 2014).

VIVIENDA

Se considera una vivienda a cualquier recinto, separado e independiente, construido o adaptado para el albergue de personas. Las viviendas se clasifican en particulares o colectivas, teniendo en cuenta el tipo de hogar que las ocupa (VILLEGAS, 2014).

FILTRACIÓN:

Se denomina filtración, al proceso mediante el cual, el agua atraviesa algún material sólido y poroso (Girón & Ramírez, 2016).

METODO:

El método es una forma de hacer algo de manera sistemática, organizada y / o estructurada. Se refiere a una técnica o conjunto de actividades para desarrollar una tarea. Si se estudian los diferentes campos de la ciencia se puede encontrar todo un trayecto empírico de creación de métodos para resolver problemas (Suárez, 2019).

IMPERMEABILIZANTES

Son sustancias o compuestos químicos que tienen con objetivo detener el agua, impidiendo su paso, y son muy utilizados en el revestimiento de piezas y objetos que deben ser mantenidos secos. Funcionan eliminando o reduciendo la porosidad del material, llenando filtraciones y aislando la humedad del medio. Pueden tener origen natural o sintético, orgánico o inorgánico (Girón & Ramírez, 2016).

MORTERO:

Se da el nombre de mortero a la mezcla formada por aglomerantes más arena, que se transforma en una pasta o masa trabajable si se le agrega agua. Se define como mortero también al producto de mezclas en proporciones variables aglomerantes entre sí o como materiales inertes (Simba, E. 2007) pp.30.

MORTERO PARA ENLUCIDOS:

El enlucido es conocido en nuestro medio como el resultado de colocar una capa de mortero que cubra la mampostería corrigiendo sus irregularidades y de otra capa más fina que sirve para alisar a la superficie y puede usarse como base para colocar encima pintura o empapelado, aunque también puede emplearse como acabado de la pared, quedando al aire. En este caso, el enlucido mejora la presentación del parámetro, al mismo tiempo que lo

preserva de la acción de los agentes atmosféricos, prolongando su resistencia y durabilidad (Simba, E. 2007) pp.32.

PERMEABILIDAD DE LOS MORTEROS:

Es una propiedad mediante la cual un líquido puede filtrarse y atravesar al mortero, esta permeabilidad puede reducirse si se aumenta la compacidad del mismo.

Mediante ensayos de filtración se ha comprobado que, al aumentar la edad del mortero, la impermeabilidad aumenta expresándose esta permeabilidad como la cantidad de agua que atraviesa al mortero en un tiempo y presión determinados. En particular, los materiales componentes y las condiciones de curado influyen en la impermeabilidad. (Simba, E. 2007) pp.34.

POROSIDAD DE LOS MORTEROS

Se dominan porosidad a los huecos o vacíos de un mortero que puede ser ocupado por un líquido que logre penetrarlo, sea por capilaridad o por presión.

En los morteros, la porosidad se expresa por la relación entre el volumen de huecos y el volumen total. (Simba, E. 2007) pp.34.

$$n = (V_t - V_n) / (V_t)$$

n= porosidad

V_n= volumen de huecos

V_t= volumen total

DURABILIDAD:

Es la capacidad de los morteros de resistir a los diversos agentes exteriores como: intemperie, variaciones de temperatura y humedad, congelación y fusión, resistencia a las reacciones químicas adversas, al desgaste por el agua corrediza y otros. (Simba, E. 2007) pp.35.

PERMEABILIDAD

Es la capacidad de un material para permitir que un fluido lo atraviese sin alterar su estructura interna. Se dice que un material es permeable si deja pasar a través de él una cantidad apreciable de fluido en un tiempo dado.

La velocidad con que el fluido atraviesa el material depende de tres factores básicos:

- La porosidad del material
- La densidad del fluido considerado, afectada por su temperatura.
- La presión a que está sometido el fluido.

La permeabilidad se puede determinar directamente mediante la ley de Darcy o estimar utilizando tablas empíricas derivadas de ella. (Simba, E. 2007) pp.39.

PARED

Obra de albañilería vertical, que cierra o limita un espacio, placa de cualquier material con que se divide o cierra un espacio.

GRADO

Valor o medida de algo que puede variar en intensidad, cada uno de los diversos estados o niveles que, en relación de menor a mayor, puede tener algo.

SUPERFICIE. - Aspecto externo de algo.

PRECIPITACIÓN PLUVIAL

Fenómeno meteorológico por el cual el vapor de agua condensado en las nubes cae a tierra en lluvia (Ecología, s.f.).

SAL:

Según expresa Pérez Ardila, W. & Torres Valenzuela, J. (2015)

Las sales se forman a partir de la neutralización de un ácido con una base. Las sales normales tales como el cloruro de sodio (NaCl) son sales completamente neutralizadas, es decir que no contienen exceso de iones ácidos de hidrógeno (H⁺) ni básicos de hidróxilo (OH⁻) (P.28).

Según indica Pérez Ardila, W. & Torres Valenzuela, J. (2015) (citado en Garnica, P, Gómez, A y Obil, E., 2002) “El cloruro de sodio se puede obtener de diferentes maneras, la más antigua es la evaporación del agua salada por calor solar, extracción de las minas o el empleo de hornos para la extracción de la sal del mar” (p.37).

CAL:

Óxido de calcio alcalino y de color blanco, obtenido a partir de la calcinación de la piedra Caliza, se usa mezclándola con agua y pigmentos para preparar pinturas o bien mezclándola con arena para preparar morteros (construmática, s.f.).

ACEITE QUEMADO O RESIDUAL

Según menciona Huaquisto Cáceres, (2014)

La denominación aceite residual comprende a los aceites de origen mineral, que durante el uso perdieron sus propiedades características, volviéndose inapropiados para continuar su utilización con el mismo propósito. Comprenden a los aceites lubricantes de motores (de vehículos y máquinas industriales), los fluidos hidráulicos y de transmisión (p.19).

En todos los casos, como consecuencia de su utilización se degradan perdiendo las cualidades que les hacían operativos y se hace necesaria su sustitución, generándose así un residuo que puede ser variable en cantidad y composición, dependiendo de la procedencia (p. 20).

2.4. Hipótesis

Utilizando un óptimo método de impermeabilización en superficies de paredes en edificaciones se obtendrá una eficiente protección ante precipitaciones pluviales.

2.5. Variables

2.5.1. Variable independiente:

Métodos de Impermeabilización.

2.5.2. Variable dependiente:

Grado de impermeabilidad en superficies de paredes en edificaciones.

2.6. Operacionalización de las variables:

Variable	Dimensiones	Indicadores	Unidad de medida	Instrumentos de investigación
V. I.: Métodos de Impermeabilización	1. Impermeabilizante a base de la mezcla: cal + sal + baba de nopal + sellador. 2. Impermeabilizante a base de la mezcla: cal+aceite quemado. 3. Impermeabilizante sikatop 107 seal. 4. Impermeabilizante Chema Seal.	a. Volumen de líquidos. b. Materia prima.	l m ³ gr	Observación directa Probeta Balanza
V. D.: Grado de impermeabilidad en superficies de paredes en edificaciones.	Grado de impermeabilidad	Masa Área Tiempo Volumen Porcentaje Humedad Grado impermeabilidad Costo	gr m ² seg m ³ o l % ° soles	Guía de Experimento N.T.P 339.127 Reloj cronométrico Probeta Balanza Excel AutoCAD ASTM C309

CAPITULO III.

METODOLOGÍA

3. Metodología

3.1. Tipo y nivel de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

Por el propósito:
Investigación Aplicada.

Por la clase de medios utilizados para obtener los datos:
Investigación Experimental.

3.1.2. Nivel de investigación

Por el nivel de conocimientos que se adquieren:
Investigación Descriptiva.

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población

- Impermeabilización en superficies de paredes en edificaciones en el Perú.

3.2.2. Muestra

- Impermeabilización en superficies de paredes en edificaciones para protección ante precipitaciones pluviales en la costa norte del Perú.

Se realizó la construcción de 12 muretes de ladrillo King Kong 18 huecos que sería la superficie de pared donde se aplicaría cada uno de los impermeabilizantes.

Inicialmente se hizo el ensayo con 3 muretes sin impermeabilizante y se expuso al agua durante 60 minutos, evaluando su contenido de humedad expresado en porcentaje.

Así también, se realizaron 4 ensayos que consistieron en aplicar a la superficie de cada 3 muretes un impermeabilizante, quedando así los 12 muretes impermeabilizados a fin de ser luego sometidos a la exposición al agua por completo durante 60 minutos.

En los 4 ensayos todas las muestras estuvieron expuestas al agua durante 60 minutos.

- Ensayo A:
 - ✓ 3 muretes impermeabilizados con impermeabilizante a base de: cal más sal más baba de nopal más sellador.

- Ensayo B:
 - ✓ 3 muretes impermeabilizados con impermeabilizante a base de: cal más aceite quemado.

- Ensayo C:
 - ✓ 3 muretes impermeabilizado con impermeabilizante Sika top 107 seal.

- Ensayo D:
 - ✓ 3 muretes impermeabilizado con impermeabilizante Chema seal.

3.3. Técnicas e instrumentos de evaluación

- **Etapa de Campo:**

Esta etapa comprende varias acciones que son desarrolladas a lo largo del tiempo de duración del estudio, entre las que podemos citar en orden cronológico son:

- Se realizó el reconocimiento y preparación de los métodos de impermeabilización.
- Siguiendo la guía y procedimientos realizamos los ensayos con los 4 tipos de impermeabilizantes donde cada ensayo consta de 3 muretes de ladrillo King Kong que fue aplicado en su superficie con el impermeabilizante y luego fue expuesto al agua durante 60 minutos tomando el tiempo con el reloj cronométrico.
- Se Realizo un registro de los datos del peso en estado seco y luego de estar sumergido en el agua de cada muestra dados por la balanza electrónica.

- **Trabajos de gabinete**

- Teniendo el registro de datos de los ensayos calculamos utilizando el Software computarizado del Excel el grado de impermeabilidad de cada método de impermeabilización.
- Se Analizo los resultados de los ensayos de laboratorio proponiendo así el método de impermeabilización más efectivo para protección ante precipitaciones pluviales.
- Se realizo el análisis del costo de cada uno de los impermeabilizantes.

- **Materiales e instrumentos:**

Materiales:

- Nopal (Paleta de tuna)
- Arena gruesa
- Cemento Portland Antisalitre Ms Pacasmayo
- Impermeabilizante Chema Seal
- SikaTop 107 Seal
- Sellador para Muros
- Cal de Obra
- Sal
- Aceite quemado
- Badilejo
- Lapicero
- Papel Bond
- Cubeta de plástico (Balde)
- Batea, jarra medidora.
- Guantes Quirúrgicos
- Mascarillas Médicas

Instrumentos:

- Balanza Electrónica
- Reloj Cronométrico

3.4. Diseño de investigación

El diseño de investigación es Experimental, dado que evalúa el funcionamiento de la muestra de estudio a través de la observación de los ensayos.



F(x)=Y: superficies de paredes

M1: Métodos de Impermeabilización

M2: Grado de impermeabilidad

3.5. Procesamiento y análisis de datos

Para el trabajo de investigación se utilizó métodos estadísticos para poder analizar los resultados que fueron plasmados en tablas y gráficos de columnas que nos ayudó a realizar la comparación y evaluación del contenido de humedad, porcentaje de impermeabilidad, como también su grado de impermeabilidad de cada uno de los métodos de impermeabilización.

Para el procesamiento se utilizó el Software computarizado del Excel, se realizó los cálculos aplicando la fórmula de contenido de humedad, así como también una regla de tres simple directa para calcular el porcentaje de permeabilidad y deducir el porcentaje de impermeabilidad dando un grado de impermeabilidad respectivo.

Se inicio preparando la muestra las cuales fueron 12 muretes de ladrillo King Kong 18 huecos.

IMAGEN N° 2: Ladrillo King Kong de 18 huecos.



IMAGEN N° 3: Cemento Fortimax anti salitre.



IMAGEN N° 4: Arena gruesa.



- Se realizó la construcción de los 12 muretes de ladrillo King Kong de 18 huecos, se utilizó un mortero en proporción volumétrica cemento-arena gruesa 1: 5.

IMAGEN N° 5: Construcción de 12 muretes de ladrillo.



IMAGEN N° 6: Los 12 muretes de ladrillo se dejó secar.



Inicialmente se realizó el ensayo que consistió en pesar tres muretes de ladrillo King Kong sin impermeabilizante en estado seco y luego sumergirlo al agua durante 60 minutos para tomar los datos de su peso. Datos que sería utilizados para calcular el grado de impermeabilidad de cada uno de los métodos de impermeabilización.

IMAGEN N° 7: Se peso cada muestra sin impermeabilizante en estado seco.



M1

M2

M3

IMAGEN N° 8: Luego de pesar las muestras se realizó la exposición al agua en una batea durante 60 minutos.



M1

M2

M3

IMAGEN N° 9: Se peso las muestras luego de estar expuestas al agua durante 60 minutos.



M1

M2

M3

Los datos que se tomó nota del ensayo con muestra sin impermeabilizante antes de su exposición al agua y después fue:

Tabla N° 2: Datos de ensayo con muestra sin impermeabilizante

MUESTRA	Psm kg.	Pwm kg.
M-1	14.920	16.015
M-2	14.880	15.990
M-3	14.950	16.055
Promedio	14.917	16.020

Fuente: Elaboración Propia

Pwm = Es el peso de la muestra húmeda, en kilogramos.

Psm = Es el peso de la muestra en estado seco, en kilogramos.

ENSAYO A: IMPERMEABILIZANTE A BASE DE LA MEZCLA DE CAL + SAL + BABA DE NOPAL + SELLADOR

La preparación del impermeabilizante se realizó siguiendo el procedimiento e información dado en el video de pintura a base de nopal - tecnología doméstica (PROFECO).

- 10 litros de agua.
- 4kg de cal.
- 1kg de sal.
- ½ litro de sellador.
- 8 hojas de nopal

IMAGEN N° 10: Se realizo la extracción de nopal cortando 8 de sus hojas que se necesitaría en el ensayo.



IMAGEN N° 11: Se procedió a quitar las espinas de las hojas de nopal extraídas.



IMAGEN N° 12: Se realizo el Corte de las hojas de nopal en cubos pequeños.



IMAGEN N°13: Luego se depositó el nopal cortado en un balde.



IMAGEN N° 14: Posteriormente se le agrego 10 litros de agua.



IMAGEN N° 15: Los nopales quedaron bien sumergidos y se dejó que repose durante un día.



IMAGEN N° 16: Baba de nopal, cal, sal y sellador.



IMAGEN N° 17: Luego que se dejó reposar la baba de nopal se procedió a colar y depositar en un balde.



IMAGEN N° 18: Se le agrego 1kg. de sal a la baba de nopal.



IMAGEN N° 19: Se le agrego 4kg. de cal y se movió lentamente la mezcla del impermeabilizante.



IMAGEN N° 20: Se logro obtener una mezcla homogénea del impermeabilizante y se le agrego ½ litro de sellador.



IMAGEN N° 21: Finalmente se logró obtener el impermeabilizante, está listo para el respectivo ensayo.



Ya teniendo preparado el impermeabilizante a base de cal + sal + baba de nopal + sellador, así como también los tres muretes de ladrillo, procedimos a realizar el ensayo de la aplicación del impermeabilizante a la superficie de las muestras utilizando una brocha.

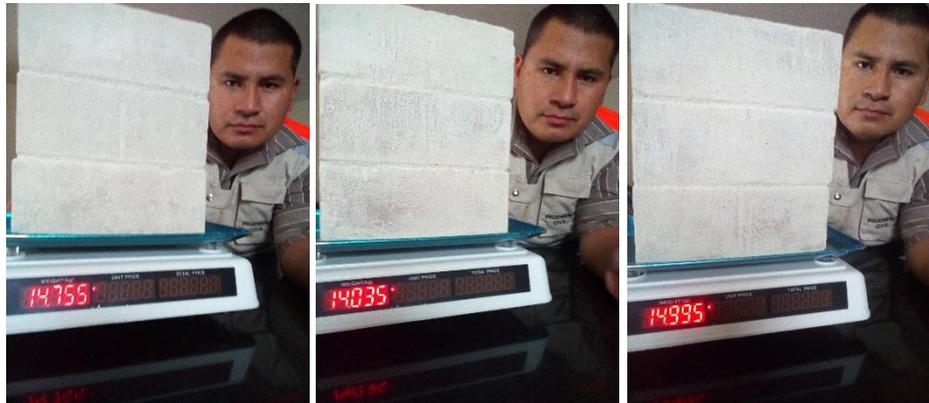
IMAGEN N° 22: Se realizo la impermeabilización a la superficie de los muretes de ladrillo.



IMAGEN N° 23: Luego de aplicar el impermeabilizante a las muestras se dejó secar por 12 días.



IMAGEN N° 24: Se procedió a pesar cada muestra impermeabilizada en estado seco.



M1

M2

M3

IMAGEN N° 25: Luego de pesar las muestras se realizó la exposición al agua en una batea durante 60 minutos.



M1

M2

M3

IMAGEN N° 26: Se peso las muestras luego de estar expuestas al agua durante 60 minutos.



M1

M2

M3

Los datos que se tomó nota del ensayo “A” del impermeabilizante a base de cal+sal+baba de nopal+ sellador aplicado a la muestra antes de su exposición al agua y después fue:

Tabla N° 3: Ensayo "A": Muestra impermeabilizada con impermeabilizante a base de cal +sal + baba de nopal + sellador

MUESTRA	Psm (Kg.)	Pwm (Kg.)
M-1	14.755	15.110
M-2	14.035	14.400
M-3	14.995	15.345
Promedio	14.595	14.952

Fuente: Elaboración Propia

Pwm = Es el peso de la muestra húmeda, en kilogramos.

Psm = Es el peso de la muestra en estado seco, en kilogramos.

ENSAYO B: IMPERMEABILIZANTE A BASE DE LA MEZCLA DE CAL + ACEITE QUEMADO

Se realizó la preparación del impermeabilizante, la dosificación que se empleó fue:

- 4kg. de Cal
- 2 litros de Aceite quemado.

IMAGEN N° 27: Se peso 4kg. de cal.



IMAGEN N° 28: Dos litros de Aceite quemado y los 4kg de cal.



- Luego se procedió a realizar el impermeabilizante a base de la mezcla de cal + Aceite quemado.

IMAGEN N° 29: Se realizo la mezcla de la cal con el aceite quemado en un recipiente.



IMAGEN N° 30: Impermeabilizante listo para el ensayo se dejó reposar por unos 10 minutos.



- A continuación, se procedió con el ensayo aplicando a la muestra el impermeabilizante a base de cal + Aceite quemado utilizando una brocha.

IMAGEN N° 31: Se realizó la impermeabilización de la muestra.



IMAGEN N° 32: Se dejó secar a la muestra durante 12 días.



- Se procedió con el ensayo luego de aplicar a la muestra el impermeabilizante y dejar secar, se realizó la exposición de la muestra al agua por completo en una batea durante 60 minutos.

IMAGEN N° 33: Se peso la muestra impermeabilizada en estado seco.



M1

M2

M3

IMAGEN N° 34: Exposición de la muestra al agua.



M1

M2

M3

IMAGEN N° 35: Se pesó la muestra luego de estar expuesta al agua durante 60 minutos.



M1

M2

M3

- Los datos que se tomó nota del ensayo “B” del impermeabilizante a base de cal + aceite quemado aplicado a la muestra antes de su exposición al agua y después fue:

Tabla N° 4: Ensayo “B”: Muestra impermeabilizada con impermeabilizante a base de Cal + Aceite quemado

MUESTRA	Psm (Kg.)	Pwm (Kg.)
M-1	15.185	15.235
M-2	14.905	14.975
M-3	15.505	15.600
Promedio	15.198	15.270

Fuente: Elaboración Propia

Pwm = Es el peso de la muestra húmeda, en kilogramos.

Psm = Es el peso de la muestra en estado seco, en kilogramos.

ENSAYO C: IMPERMEABILIZANTE SIKA TOP 107 SEAL

IMAGEN N° 36: 4.5kg. de Impermeabilizante Sika top 107 seal.



- Se realizó la preparación del impermeabilizante Sika top 107 seal, mezclando la parte A – Líquido con la parte B – Polvo, su proporción de la mezcla es A: B = 1:3.5 en peso.

IMAGEN N° 37: Preparando el impermeabilizante.



- Previamente se realizó la saturación superficialmente seca de la base y luego se procedió con el ensayo aplicando a la muestra el impermeabilizante Sika top 107 seal utilizando una brocha.

IMAGEN N° 38: Aplicando a la muestra la primera capa del impermeabilizante de 1.5mm.



IMAGEN N° 39: Se dejó secar la primera capa del impermeabilizante aplicado a la muestra durante 6 horas.



IMAGEN N° 40: Luego de dejar secar por 6 horas se aplicó a la muestra la segunda capa del impermeabilizante y luego se realizó el curado.



IMAGEN N° 41: Se dejó secar la muestra impermeabilizada 12 días.



- Se procedió con el ensayo luego de aplicar a la muestra el impermeabilizante Sika Top 107 seal y dejar secar, se realizó la exposición de la muestra impermeabilizada al agua por completo en una batea durante 60 minutos.

IMAGEN N° 42: Se peso la muestra impermeabilizada en estado seco.



M1

M2

M3

IMAGEN N° 43: Exposición de la muestra impermeabilizada al agua.



M1

M2

M3

IMAGEN N° 44: Se peso la muestra impermeabilizada luego de estar expuesta al agua durante 60 minutos.



M1

M2

M3

- Los datos que se tomó nota del ensayo “C” del impermeabilizante Sika top 107 Seal aplicado a la muestra antes de su exposición al agua y después fue:

Tabla N° 5: Ensayo "C": Muestra impermeabilizada con impermeabilizante Sika top 107 seal

MUESTRA	Psm (Kg.)	Pwm (Kg.)
M-1	15.800	15.845
M-2	15.335	15.385
M-3	15.105	15.145
Promedio	15.413	15.458

Fuente: Elaboración Propia

Pwm = Es el peso de la muestra húmeda, en kilogramos.

Psm = Es el peso de la muestra en estado seco, en kilogramos.

ENSAYO D: IMPERMEABILIZANTE CHEMA SEAL

IMAGEN N° 45: 1 galón de Impermeabilizante Chema seal.



- Se realizó la preparación del impermeabilizante Chema seal, mezclando la parte A – Polvo con la parte B – Líquido, se mezcló 1 volumen de sellacryl en 2 volúmenes de agua potable limpia y se agregó poco a poco el polvo cementicio a la parte líquida removiendo hasta formar una mezcla homogénea con la consistencia similar de una pintura espesa.

IMAGEN N° 46: Preparación del Impermeabilizante Chema seal.



IMAGEN N° 47: Impermeabilizante Chema seal listo para el ensayo.



- A continuación, se procedió con el ensayo aplicando a la muestra el impermeabilizante Chema seal utilizando una brocha.

IMAGEN N° 48: Aplicando a la muestra la primera capa del impermeabilizante de 1.5mm de espesor.



IMAGEN N° 49: Se espero que seque la primera mano de impermeabilización aplicado a la muestra durante 6 horas.



IMAGEN N° 50: Se Aplico a la muestra la segunda capa del impermeabilizante y luego se realizó el curado.



IMAGEN N° 51: Se deajo secar la muestra luego de impermeabilizarlo durante 12 días.



- Se procedió con el ensayo luego de aplicar a la muestra el impermeabilizante y dejar secar, se realizó la exposición de la muestra impermeabilizada al agua por completo en una batea durante 60 minutos.

IMAGEN N° 52: Se peso la muestra impermeabilizada en estado seco.



M1

M2

M3

IMAGEN N° 53: Exposición de la muestra impermeabilizada al agua.



M1

M2

M3

IMAGEN N° 54: Se peso la muestra impermeabilizada luego de estar expuesta al agua durante 60 minutos.



M1

M2

M3

- Los datos que se tomó nota del ensayo “D” del impermeabilizante Chema Seal aplicado a la muestra antes de su exposición al agua y después fue:

Tabla N° 6: Ensayo "D": Muestra impermeabilizada con impermeabilizante Chema seal

MUESTRA	Psm (Kg.)	Pwm (Kg.)
M-1	15.025	15.040
M-2	15.120	15.135
M-3	14.815	14.835
Promedio	14.987	15.003

Fuente: Elaboración Propia

Pwm = Es el peso de la muestra húmeda, en kilogramos.

Psm = Es el peso de la muestra en estado seco, en kilogramos.

CAPITULO IV.

RESULTADOS

4. RESULTADOS

Luego de realizar inicialmente el ensayo con la muestra sin impermeabilizante y los 4 ensayos con cada uno de los impermeabilizantes que fue aplicado a la muestra y tener los datos. Se procedió a realizar el análisis y calculo utilizando la fórmula de contenido de humedad, para luego obtener el porcentaje de humedad y poder evaluar el grado de impermeabilización de cada uno de los impermeabilizantes; los resultados de los ensayos fueron:

Contenido de humedad expresado en porcentaje (W):

$$W = \frac{\text{Peso de la muestra humeda} - \text{Peso de la muestra seca}}{\text{Peso de la muestra seca}} \times 100$$

Tabla N° 7: Datos de ensayo con muestra sin impermeabilizante

MUESTRA	Psm gr.	Pwm (gr.)	Pw (gr.)	W (%)
M-1	14920	16015	1095	7.34%
M-2	14880	15990	1110	7.46%
M-3	14950	16055	1105	7.39%
Promedio	14916.67	16020.00	1103.33	7.40%

Fuente: Elaboración Propia

W = Es el contenido de humedad, en porcentaje.

Pwm = Es el peso de la muestra húmeda, en gramos.

Psm = Es el peso de la muestra en estado seco, en gramos.

Pw = Es el peso del agua (Pwm-Psm), en gramos.

W promedio de la muestra sin impermeabilizante = 7.40%

Tabla N° 8: Ensayo "A": muestra impermeabilizada con impermeabilizante a base de cal + sal + baba de nopal + sellador.

MUESTRA	Psm (gr.)	Pwm (gr.)	Pw (gr.)	W (%)
M-1	14755	15110	355	2.41%
M-2	14035	14400	365	2.60%
M-3	14995	15345	350	2.33%
Promedio	14595.00	14951.67	356.67	2.45%

Fuente: Elaboración Propia

W = Es el contenido de humedad, en porcentaje.

Pwm = Es el peso de la muestra húmeda, en gramos.

Psm = Es el peso de la muestra en estado seco, en gramos.

Pw = Es el peso del agua (Pwm-Psm), en gramos.

Se realizo el Cálculo mediante una regla de tres simple directa el porcentaje de permeabilidad respecto a la muestra sin impermeabilizante.

Datos:

W promedio muestra con Impermeabilizante = 2.45% → P% permeabilidad

W promedio muestra sin Impermeabilizante = 7.40% → 100% permeabilidad

$$P = (2.45 * 100) / (7.40) = 33.11 \% \text{ permeabilidad.}$$

Se realizo el cálculo del porcentaje de impermeabilidad de la muestra, que sería de un 100% de impermeabilidad restar el porcentaje de permeabilidad.

$$\% \text{ impermeabilidad de la muestra} = 100\% - 33.11\% = 66.89\%.$$

Finalmente se evaluó el grado de impermeabilidad de la muestra teniendo como resultado el porcentaje de impermeabilidad de 66.89%, se realizó tomando un valor de 0° a 100° según su porcentaje de impermeabilidad respectivamente.

Para dicha muestra de 66.89% de impermeabilidad le correspondió un grado de impermeabilidad de 67°.

Tabla N° 9: Ensayo "B": Muestra impermeabilizada con impermeabilizante a base de Cal + Aceite quemado

MUESTRA	Psm (gr.)	Pwm (gr.)	Pw (gr.)	W (%)
M-1	15185	15235	50	0.33%
M-2	14905	14975	70	0.47%
M-3	15505	15600	95	0.61%
Promedio	15198.33	15270.00	71.67	0.47%

Fuente: Elaboración Propia

W = Es el contenido de humedad, en porcentaje.

Pwm = Es el peso de la muestra húmeda, en gramos.

Psm = Es el peso de la muestra en estado seco, en gramos.

Pw = Es el peso del agua (Pwm-Psm), en gramos.

Se realizó el Cálculo del porcentaje de permeabilidad mediante una regla de tres simple directa de la muestra impermeabilizada respecto a la muestra sin impermeabilizante.

Datos:

W promedio muestra con Impermeabilizante = 0.47% → P% permeabilidad

W promedio muestra sin Impermeabilizante = 7.40% → 100% permeabilidad

$$P = (0.47 * 100) / (7.40) = 6.35 \% \text{ permeabilidad.}$$

Se realizó el cálculo del porcentaje de impermeabilidad de la muestra, que sería de un 100% de impermeabilidad restar el porcentaje de permeabilidad.

$$\% \text{ impermeabilidad de la muestra} = 100\% - 6.35\% = 93.65\%.$$

Finalmente se evaluó el grado de impermeabilidad de la muestra teniendo como resultado el porcentaje de impermeabilidad de 93.65%, se realizó tomando un valor de 0° a 100° según su porcentaje de impermeabilidad respectivamente.

Para dicha muestra de 93.65% de impermeabilidad le correspondió un grado de impermeabilidad de 94°.

Tabla N° 10: Ensayo "C": Muestra impermeabilizada con impermeabilizante Sika top 107 seal

MUESTRA	Psm (gr.)	Pwm (gr.)	Pw (gr.)	W (%)
M-1	15800	15845	45	0.28%
M-2	15335	15385	50	0.33%
M-3	15105	15145	40	0.26%
Promedio	15413.33	15458.33	45.00	0.29%

Fuente: Elaboración Propia

W = Es el contenido de humedad, en porcentaje.

Pwm = Es el peso de la muestra húmeda, en gramos.

Psm = Es el peso de la muestra en estado seco, en gramos.

Pw = Es el peso del agua (Pwm-Psm), en gramos.

Se realizó el Cálculo del porcentaje de permeabilidad mediante una regla de tres simple directa de la muestra impermeabilizada respecto a la muestra sin impermeabilizante.

Datos:

W promedio muestra con Impermeabilizante = 0.29% → P% permeabilidad

W promedio muestra sin Impermeabilizante = 7.40% → 100% permeabilidad

$$P = (0.29 * 100) / (7.40) = 3.92 \% \text{ permeabilidad.}$$

Se realizo el cálculo del porcentaje de impermeabilidad de la muestra, que sería de un 100% de impermeabilidad restar el porcentaje de permeabilidad.

$$\% \text{ impermeabilidad de la muestra} = 100\% - 3.92\% = 96.08\%.$$

Finalmente se evaluó el grado de impermeabilidad de la muestra teniendo como resultado el porcentaje de impermeabilidad de 96.08%, se realizó tomando un valor de 0° a 100° según su porcentaje de impermeabilidad respectivamente.

Para dicha muestra de 96.08% de impermeabilidad le correspondió un grado de impermeabilidad de 96°.

Tabla N° 11: Ensayo "D": Muestra impermeabilizada con impermeabilizante Chema seal

MUESTRA	Psm (gr.)	Pwm (gr.)	Pw (gr.)	W (%)
M-1	15025	15040	15	0.10%
M-2	15120	15135	15	0.10%
M-3	14815	14835	20	0.13%
Promedio	14986.67	15003.33	16.67	0.11%

Fuente: Elaboración Propia

W = Es el contenido de humedad, en porcentaje.

Pwm = Es el peso de la muestra húmeda, en gramos.

Psm = Es el peso de la muestra en estado seco, en gramos.

Pw = Es el peso del agua (Pwm-Psm), en gramos.

Se realizó el Cálculo del porcentaje de permeabilidad mediante una regla de tres simple directa de la muestra impermeabilizada respecto a la muestra sin impermeabilizante.

Datos:

W promedio muestra con Impermeabilizante = 0.11% → P% permeabilidad

W promedio muestra sin Impermeabilizante = 7.40% → 100% permeabilidad

$$P = (0.11 * 100) / (7.40) = 1.49 \% \text{ permeabilidad.}$$

Se realizó el cálculo del porcentaje de impermeabilidad de la muestra, que sería de un 100% de impermeabilidad restar el porcentaje de permeabilidad.

$$\% \text{ impermeabilidad de la muestra} = 100\% - 1.49\% = 98.51\%.$$

Finalmente se evaluó el grado de impermeabilidad de la muestra teniendo como resultado el porcentaje de impermeabilidad de 98.51%, se realizó tomando un valor de 0° a 100° según su porcentaje de impermeabilidad respectivamente.

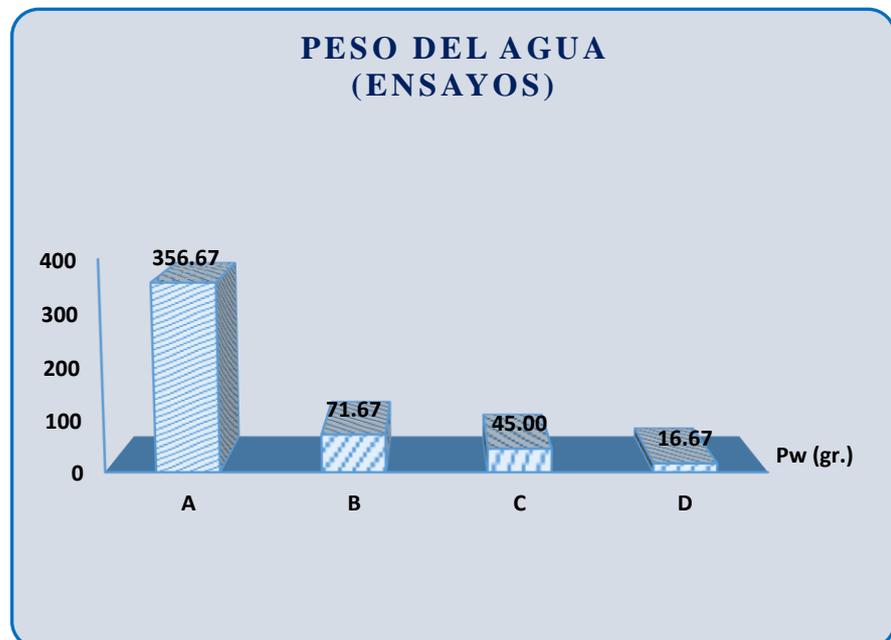
Para dicha muestra de 98.51% de impermeabilidad le correspondió un grado de impermeabilidad de 99°.

Tabla N° 12: Resumen del peso del agua promedio (Pw), de los ensayos (A, B, C y D)

ENSAYO	Pw (gr.)
A	356.67
B	71.67
C	45.00
D	16.67

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 1: Resumen del peso del agua promedio (Pw), de los ensayos (A, B, C y D)



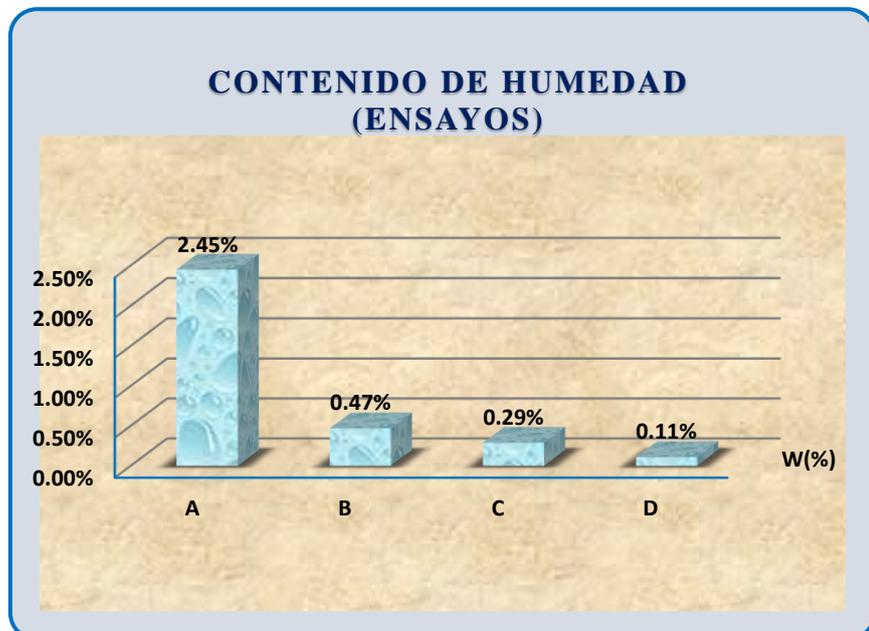
Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 13: Resumen del contenido de humedad (W), de los ensayos (A, B, C y D)

ENSAYO	W (%)
A	2.45%
B	0.47%
C	0.29%
D	0.11%

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 2: Resumen del contenido de humedad (W), de los ensayos (A, B, C y D)



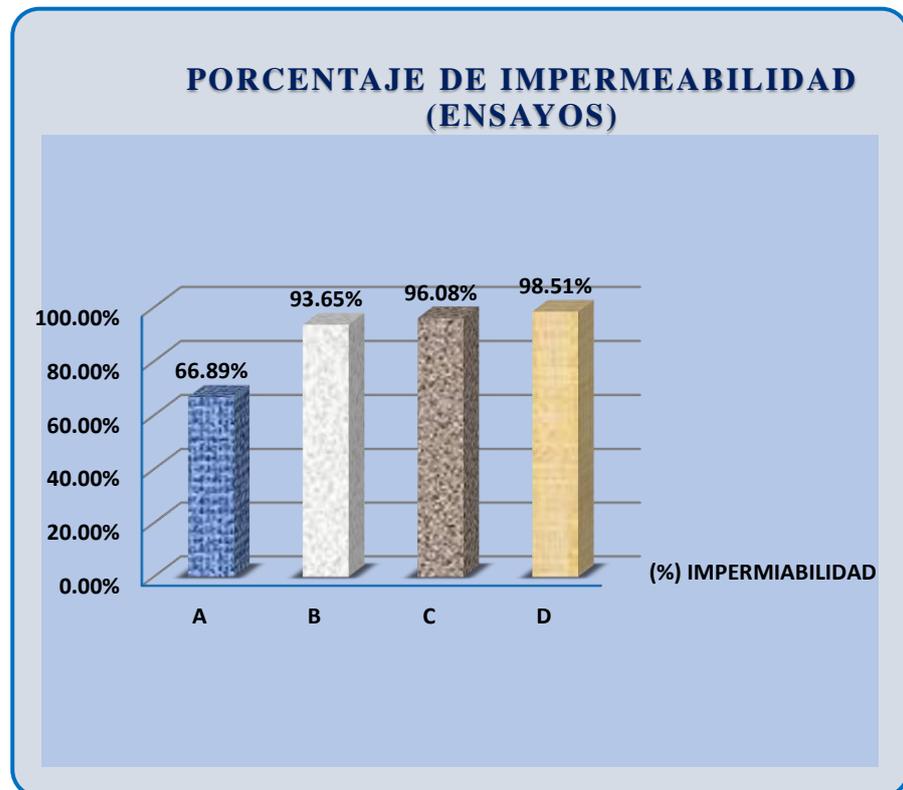
Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 14: Resumen del porcentaje de impermeabilidad de los ensayos (A, B, C y D)

ENSAYO	(%) IMPERMIABILIDAD
A	66.89%
B	93.65%
C	96.08%
D	98.51%

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 3: Resumen del porcentaje de impermeabilidad de los ensayos (A, B, C y D)



Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 15: Resumen del grado de impermeabilidad de los ensayos (A, B, C y D)

ENSAYO	(°) IMPERMEABILIDAD
A	67°
B	94°
C	96°
D	99°

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 4: Resumen del grado de impermeabilidad de los ensayos (A, B, C y D)



Fuente: Elaboración Propia

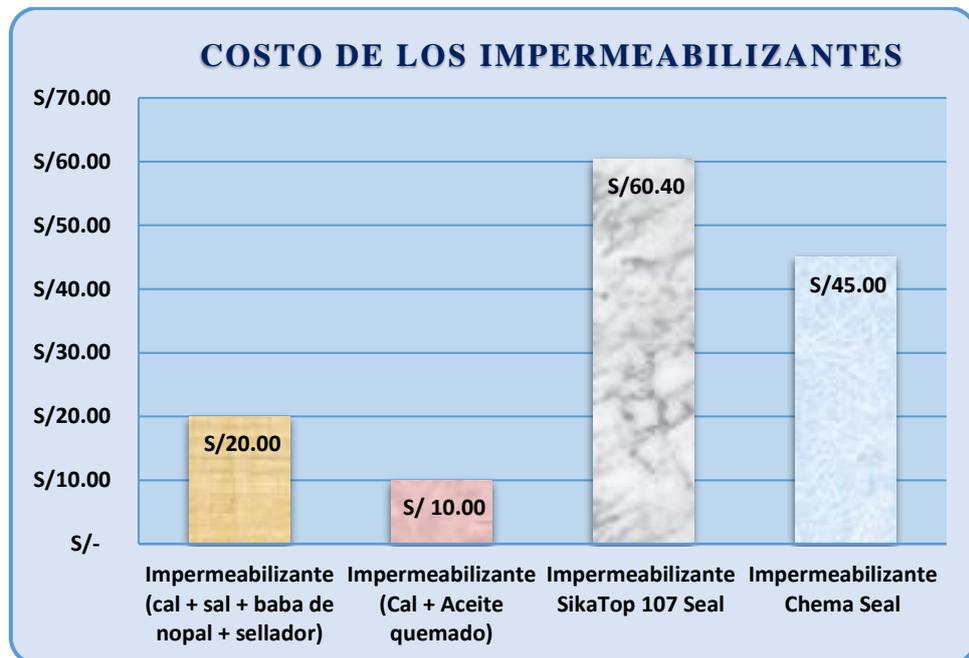
Se realizo la evaluación del costo de cada uno de los impermeabilizantes

Tabla N° 16: Costo de los impermeabilizantes

ENSAYO	DESCRIPCION	Cantidad	Unidad	Costo (s/.)
A	Impermeabilizante (cal + sal + baba de nopal + sellador)	14	litro	S/ 20.00
B	Impermeabilizante (Cal + Aceite quemado)	6	kg.	S/ 10.00
C	Impermeabilizante SikaTop 107 Seal	4.5	kg.	S/ 60.40
D	Impermeabilizante Chema Seal	1	gal.	S/ 45.00

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 5: Costo de los impermeabilizantes



Fuente: Elaboración Propia

CAPITULO V.
DISCUSIÓN DE LOS
RESULTADOS

5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

- Al evaluar los resultados obtenidos de cada uno de los ensayos realizados se logró cumplir con las expectativas de la investigación, dado que es de suma importancia y una de las alternativas de solución para la problemática presentada en el trabajo de investigación.
- El contenido de humedad promedio de los 3 muretes sin impermeabilizar luego de estar expuestos al agua durante 60 minutos por completo fue de 7.40% de humedad; resultado que correspondería a una superficie de pared sin impermeabilizar al estar expuesto a una inundación producido por las precipitaciones pluviales dejando pasar al interior de la pared una cantidad apreciable de fluido en un tiempo dado como es: 7.40% de humedad. Situación que viene afrontando las edificaciones que no están impermeabilizadas las superficies de sus paredes.
- Al analizar el resultado del contenido de humedad de los ensayos, tenemos 2.45% de humedad de la muestra impermeabilizada a base de cal + sal + baba de nopal + sellador, 0.47% de humedad de la muestra impermeabilizada a base de Cal + Aceite quemado, 0.29% de humedad de la muestra impermeabilizada con SikaTop 107 Seal y 0.11% de humedad de la muestra impermeabilizada con Chema Seal. Podemos notar la efectividad al impermeabilizar una superficie de pared teniendo como mejor resultado utilizando el impermeabilizante Chema Seal que solo dejo pasar 16.67 gramos de agua al interior del muerete en 60 minutos.
- Al realizar la evaluación del grado de impermeabilidad de los ensayos los resultados fueron: de 67° de impermeabilidad utilizando el impermeabilizante a base de cal + sal + baba de nopal + sellador, 94° de impermeabilidad utilizando el impermeabilizante a base de Cal + Aceite quemado, 96° de impermeabilidad utilizando el impermeabilizante SikaTop 107 Seal y 99° de impermeabilidad utilizando el impermeabilizante Chema Seal. En base a los resultados alcanzados, el más optimo impermeabilizante en superficies de paredes es chema seal con 99° de impermeabilidad logrando una eficiente protección ante precipitaciones pluviales con un costo de s/45 nuevos soles. Se sugiere que se investigue otros métodos naturales de impermeabilización.

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES

6. CONCLUSIONES

- Para la preparación del impermeabilizante a base de cal + sal + baba de nopal + sellador se realizó siguiendo el procedimiento e información dado en el video de pintura a base de nopal - tecnología doméstica Profeco. Para esto se utilizó 10 litros de agua, 4kg de cal, 1kg de sal, ½ litro de sellador, y 8 hojas de nopal.
- Así mismo para la preparación del impermeabilizante a base de Cal + Aceite quemado se realizó la dosificación evaluando la trabajabilidad de la mezcla y homogeneidad llegando a utilizar 4kg. de Cal + 2 litros de Aceite quemado. La preparación del impermeabilizante SikaTop 107 Seal e Impermeabilizante Chema Seal se hizo según los procedimientos y dosificación dados en su hoja técnica.
- Se realizó los ensayos que consistió en la aplicación de cada impermeabilizante a la superficie de 3 muretes llegando a impermeabilizar los 12 muretes de ladrillo King Kong 18 huecos, que luego de dejar secar se realizó la exposición al agua durante 60 minutos.
- Se logró tener muy buenos resultados de los ensayos realizados. En el ensayo A, al utilizar el impermeabilizante a base de (cal + sal + baba de nopal + sellador) su efectividad fue de 67° de impermeabilidad, ensayo B (impermeabilizante a base de cal + aceite quemado) su efectividad fue de 94° de impermeabilidad, ensayo C (impermeabilizante SikaTop 107 Seal) su efectividad fue de 96° de impermeabilidad, ensayo D (impermeabilizante Chema Seal) su efectividad fue de 99° de impermeabilidad.
- Por lo tanto, al analizar los resultados se propone como el método de impermeabilización más óptimo en superficies de paredes en edificaciones para lograr protección ante precipitaciones pluviales al impermeabilizante Chema Seal con una efectividad de 99° de impermeabilidad.

- Se evaluó el costo de cada uno de los impermeabilizantes que resulto para el impermeabilizante a base de cal + sal + baba de nopal + sellador un costo de S/ 20.00 soles en 14 litros, impermeabilizante a base de cal + aceite quemado un costo de S/ 10.00 soles en 6 kilogramos, impermeabilizante SikaTop 107 Seal un costo de S/ 60.40 soles en 4.5 kilogramos, impermeabilizante Chema Seal un costo de S/ 45.00 soles en 1 galón.
- Se propone por su efectividad y costo de S/ 45.00 soles al impermeabilizante Chema Seal a utilizarse para la solución de la problemática presentada en el trabajo de investigación.

CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES

7. RECOMENDACIONES

- En primer lugar, se recomienda a la población de la costa del norte del Perú a impermeabilizar las superficies de sus paredes de su edificación debido a las precipitaciones pluviales, filtraciones de agua e inundaciones que vienen afectando sus viviendas.
- En segundo lugar, se recomienda elegir el impermeabilizante con más alto grado de impermeabilización que se le va a aplicar a la superficie de su pared de su vivienda para que de este modo se pueda evitar los gastos innecesarios logrando cumplir el tiempo de vida útil de su edificación.
- Por esta razón fue necesario realizar este trabajo de estudio previo para poder evaluar el grado de impermeabilización en las superficies de paredes en edificaciones utilizando los impermeabilizantes estudiados y proponer el más óptimo método de impermeabilización que se le va a aplicar a la superficie de su pared para que de esta forma se evite gastos innecesarios.
- Luego de haber realizado este estudio se le recomienda a los constructores y dueños de las viviendas a utilizar el impermeabilizante Chema Seal como uno de los más óptimos impermeabilizantes logrando la protección de sus edificaciones ante esta problemática.
- Otro de los impermeabilizantes que dio un buen resultado con una efectividad de 94° de impermeabilidad y un bajo costo es el aceite quemado o residual + cal que recomendaría a utilizar para impermeabilizar las superficies de sus paredes. Con el cuidado de no contaminar aguas subterráneas y suelos agrícolas aledaños.
- Se recomendaría realizar más estudios con métodos naturales de impermeabilización resolviendo la problemática del trabajo de estudio.

**CAPÍTULO VIII:
REFERENCIAS
BIBLIOGRÁFICAS**

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- **Alvarez, M. (2017).** *Eficiencia de barrera horizontal impermeabilizante frente a la ascensión capilar en muros no portantes conformados por ladrillos tipo V*. Tesis para optar el título de Ingeniero Civil, Universidad Privada del Norte, La Libertad, Trujillo. Recuperado el 10 de Septiembre de 2020, de <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/11167/Alvarez%20Pajares%20Miguel%20Jeremy.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- **Aprende a proteger tu vivienda en esta época de lluvias. (2019, 25 de febrero).** *El Comercio*. Recuperado de <https://elcomercio.pe/especial/construyebien/2018?datasection=customURL31>.
- **BENITEZ, A. (1972).** *Captación de aguas subterráneas*. Editorial Doset. Madrid. 619p.
- **CENTRO DE APRENDIZAJE E INTERCAMBIO DEL SABER EN SEGURIDAD ALIMENTARIA Y NUTRICIONAL DEL INCAP. (2006).** PINTURA E IMPERMEABILIZANTE DE NOPAL. *ECOTECNOLOGIAS PARA LA SEGURIDAD ALIMENTARIA Y NUTRICIONAL, III(2)*, 2. Recuperado el 30 de marzo de 2021, de www.sica.int
- **CHEMA. (28 de Septiembre de 2018).** *CHEMA SEAL*. 3. Recuperado el 15 de Octubre de 2020, de <http://www.chema.com.pe/assets/productos/ficha-tecnica/HT%20CHEMA%20SEAL%20V03.2018.pdf>
- **Construmatica. (s.f.).** *construmatica*. Recuperado el 13 de Septiembre de 2020, de <https://www.construmatica.com/construpedia/Cal>.
- **Cruz Álvarez, J. J. (2010)** Sistemas de Impermeabilización para Edificios. *Revista de Arquitectura e Ingeniería, Vol. 4 (3)*.
- **Domínguez-Hernández, J., Pérez-Bella, J., Cano-Suñen, E., Del Coz-Díaz, J. (2014).** *APLICACIÓN AL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN DE AVANCES EN EL ESTUDIO DE LA EXPOSICIÓN A LA HUMEDAD DE FACHADAS. DYNA - Ingeniería e Industria, Vol.89 (4)*. 440-448. DOI: <http://dx.doi.org/10.6036/7080>.
- **Echeverry, V. (2020)** Protección al concreto: formas de impermeabilización y sus ventajas. *Argos 360 en concreto*. Recuperado el 10 de Enero de 2021, de <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/formas-de-impermeabilizacion-y-sus-ventajas>.
Ecología, G. (s.f.). *Glosario Ecología*. Recuperado el Marzo de 28 de 2021, de <https://glosarios.servidor-alicante.com/ecologia/precipitacion-pluvial>.

- **En el artículo Respirar bajo el agua: cuando la humedad afecta nuestras casas (2018,4 de junio)** *El Comercio*. Recuperado de <https://elcomercio.pe/especial/construyebien/2018?datasection=customURL15>.
- **Girón, A., & Ramírez, F. (2016).** *IMPERMEABILIZACIÓN DE SUPERFICIES EN LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS*. Tesis Pregrado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Ingeniería Civil, Bogotá. Recuperado el 10 de Septiembre de 2020, de <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/4982/1/Gir%C3%B3nRodr%C3%ADguezAndr%C3%A9Felipe2016.pdf>.
- **Guerra, C. W.; Menéndez, E.; Barrera, R. & Egaña, E. (2003)** *Estadística*. (Editorial).
- **Huaquisto Cáceres, S. (2014).** *Efecto del aceite residual de la maquinaria pesada en los factores físico mecánicos del suelo*. Tesis para optar el grado académico de Doctor en Ciencia Tecnología y Medio Ambiente, Universidad Nacional del Altiplano, Puno. Recuperado el 10 de Enero del 2021, de <http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/272/EPG830-0083001.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- **Lopez, M. (15 de Marzo de 2017).** *El Niño Costero no se detiene: lluvias intensas e inundaciones siguen golpeando la costa norte del Perú*. Recuperado el 1 de Octubre de 2020, de <https://es.mongabay.com/2017/03/peru-nino-costero-inundaciones/>
- **Mariaisabel. (21 de Diciembre de 2017).** Perú: la furia de El Niño Costero en el 2017. *MONGABAY LATAM*. Recuperado el 1 de Octubre de 2020, de <https://es.mongabay.com/2017/12/peru-la-furia-nino-costero-2017/>.
- **Mendoza, M. (2017).** *EVALUACIÓN DEL RIESGO POR INUNDACIÓN EN LA QUEBRADA ROMERO, DEL DISTRITO DE CAJAMARCA, PERIODO 2011-2016*. Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental y Prevención de Riesgos, UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONIO GUILLERMO URRELO, Cajamarca, Cajamarca. Recuperado el 20 de Septiembre de 2020, de <http://repositorio.upagu.edu.pe/bitstream/handle/UPAGU/289/Tesis%20Miguel%20Mendoza.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- **Peché, N. (2018).** *Influencia de la dosificación, el porcentaje y tipo de impermeabilizante sobre la absorción, permeabilidad y compresión en morteros de enlucido, Trujillo 2018*. Tesis para optar el título de Ingeniero Civil, Universidad Privada del Norte, La Libertad, Trujillo. Recuperado el 12 de Septiembre de 2020, de <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/13750/Peché%20Melo%2c%20Nixon%20Brayan.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

- **PROFECO (Dirección).** (s.f.). *Pintura a base de nopal - Tecnología domestica* [Video]. México. Recuperado el 12 de Noviembre de 2020, de <https://www.youtube.com/watch?v=fcmwPC3vpI>.
- **Protexargentina.** (s.f.). *Protexargentina*. Recuperado el 13 de Septiembre de 2020, de <https://www.protexargentina.com/capacitaciones/pdfs/Impermeabilizantes%202.pdf>.
- **Quiñones, O. & Villacorta, C. (2019).** *Impermeabilización de la cubierta de las casas de adobe en la ciudad de otuzco caracterizando un mortero a base de baba de nopal en el año 2018*. Tesis para optar el título profesional de Ingeniería Civil, Universidad Privada Antenor Orrego, La Libertad, Trujillo. Recuperado el 1 de Octubre de 2020, de http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/4644/1/RE_ING.CIVIL_OMAR.QUI%C3%91IONES_CRISTIAN.VILLACORTA_IMPERMEABILIZACI%C3%93N_DATOS.PDF.
- **Ramírez, j. (2016).** *Estudio de las propiedades mecánicas y físicas del adobe con biopolímeros de fuentes locales*. Tesis para optar el grado de Magister en Ingeniería Civil, Pontificia Universidad Católica del Perú, San Miguel. Recuperado de http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/12054/RAMIREZ_CAPAR_O_ESTUDIO_PROPIEDADES_MECANICAS.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- **REV-MAD (2016, septiembre).** *Sellador pva Majestad*. Recuperado de <https://www.pinturasmajestad.com/wp-content/uploads/2018/06/SELLADOR-PVA-hoja-tecnica-1.pdf>.
- **Sika. (22 de Enero de 2015).** SikaTop®-107 Seal. *BUILDING TRUST SIKA*(12). Recuperado el 5 de Septiembre de 2020, de <https://per.sika.com/content/dam/dms/pe01/b/HT-SIKATOP%20107%20SEAL.pdf>
- **Simba Cumbajin, Edwin Santiago (2007).** *La impermeabilización en construcciones nuevas y existentes*. Proyecto previo a la obtención del título de Tecnólogo en Administración de proyectos de la construcción, Escuela Politécnica Nacional, Quito. Recuperado de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1982/1/CD-0562.pdf>.
- **Suárez, E. (14 de Noviembre de 2019).** *Definición de Método*. (Última edición). Recuperado el 13 de Septiembre de 2020, de <https://conceptodefinicion.de/metodo/>.
- **VILLEGAS, J. (2014).** *ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD Y RIESGO DE LAS EDIFICACIONES*. Tesis Pregrado, UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA, Ingeniería Civil, JAÉN . Recuperado el 12 de Septiembre de 2020, de <https://core.ac.uk/download/pdf/250104148.pdf>.

CAPÍTULO IX:

ANEXOS

9. ANEXOS

MAGEN N° 55: Los 12 muretes impermeabilizados luego de estar expuestos al agua durante 60 minutos.



MAGEN N° 56: Realizando la anotación de cada uno de los pesos de las muestras de los ensayos.

