

XXI Semana de la Facultad de *Arquitectura e Ingeniería*

i Bienvenidos!

Edición en Línea. ISSN 2357-5921 Volumen 11- No 1-2023 Publicación Semestral



INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA
COLEGIO MAYOR
DE ANTIOQUIA®

Acreditados
en ALTA CALIDAD



Alcaldía de Medellín
Distrito de
Ciencia, Tecnología e Innovación



**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN
2023-01**

**ANÁLISIS DE RECURRENCIA DE LESIONES EN SISTEMAS CONSTRUCTIVOS EN JARDINES
VERTICALES DE LA CIUDAD DE MEDELLÍN.**

Autores: Diony Del Socorro Moreno, Fabio Andrés Pulgarín Osorio, María Alejandra Ortega Quintero, Vanessa Aichell Berrio Castrillón.

Asesor metodológico: Hernán Darío Cañola

Asesor temático:: Hernán Darío Cañola

Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia

Facultad de Arquitectura e Ingeniería



INTRODUCCIÓN

Con la realización de este trabajo se busca analizar las patologías que se desarrollan en los sistemas constructivos en jardines verticales de la ciudad de Medellín, llevando a cabo en primer lugar, un registro de inspección del estado de las fachadas en cinco lugares en específicos (Corporación Ruta N, Jardín Botánico, consejo de Medellín, distrito térmico epm y columnas del metro (interestación floresta a estadio). Posteriormente se clasifican las patologías, se evalúan las posibles causas, y se plantean recomendaciones de prevención y control según la condición en la que se encuentre.

La implementación de muros verdes como sistema vegetativo que permite el desarrollo de plantas sobre las estructuras arquitectónicas, se ha convertido en una alternativa ecológica que busca esencialmente mitigar los problemas ambientales y energéticos a los cuales se encuentra expuesta nuestra sociedad hoy día (Santillán y Muñoz, 2017). No obstante, al “verderizar” las construcciones o edificaciones se podría estar presentando de igual manera, un sinnúmero de daños o lesiones a nivel estructural, que eventualmente pondrían en riesgo la seguridad del inmueble. Por tanto, a través de este proyecto se pretende caracterizar cada una de las patologías estructurales que se derivan de esta práctica a la que se hace alusión previamente, como medida preventiva y correctiva.



1. Columnas metro (estadio a floresta)
(fuente propia)



2. Ruta N
(fuente propia)



3. Jardín botánico Medellín
(fuente propia)



4. Distrito térmico epm (fuente propia)



5. Consejo de Medellín (fuente propia)

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Desde los inicios en 1990 con la obra del arquitecto-ecólogo Ken Yeang, quien demostró que un edificio puede albergar más vegetación que el solar sobre el que está erigido, ingenieros de diversas partes del mundo empezaron a interesarse por el diseño sostenible o ecológico (Díaz, 2020). Sin embargo, a medida que crecía esta tendencia, al mismo tiempo vinieron patologías como lo son las humedades; las cuales son producto de la inexactitud en la instalación e impermeabilización de las paredes. Es preciso decir que las humedades provocan serios problemas al inmueble y a los materiales sobre los cuales está se construyó. Por ello, resulta indispensable establecer medidas preventivas antes de instalar este sistema vegetativo sobre las estructuras arquitectónicas.

Se reconoce de antemano la contribución ambiental positiva que genera la implementación de muros verdes al entorno de las estructuras arquitectónicas (Endurpol, s.f.). A pesar de ello; siempre estuvo presente la idea de que la edificación en la que se incorpórese este sistema vegetativo, tendría un impacto nocivo a mediano y largo plazo a nivel estructural. Bajo esta premisa, el presente proyecto de investigación está encaminado a efectuar un análisis exhaustivo de carácter patológico, que prevenga posibles desequilibrios de sinergia existente entre “verderizar” las edificaciones y su estructura. Entendiendo a los desequilibrios como un efecto colateral de esta unión que pudiera influir de manera negativa en los intereses humanos.



6. Edificio térmico epm
(fuente propia)



7. Edificio térmico epm
(fuente propia)

Objetivo general

Analizar las patologías en fachadas verdes ubicadas en Corporación Ruta N, Jardín Botánico, consejo de Medellín, distrito térmico EPM y columnas del metro (interestación floresta a estadio) de la ciudad de Medellín, Colombia.

Objetivos específicos

- Describir los componentes del sistema constructivo por medio de inspección ocular de las fachadas verdes
- Realizar el levantamiento planimétrico de las fachadas verdes
- Identificar patologías en fachadas verdes
- Proponer estrategias para evitar las patologías en fachadas verdes



8. Consejo de Medellín
(fuente propia)



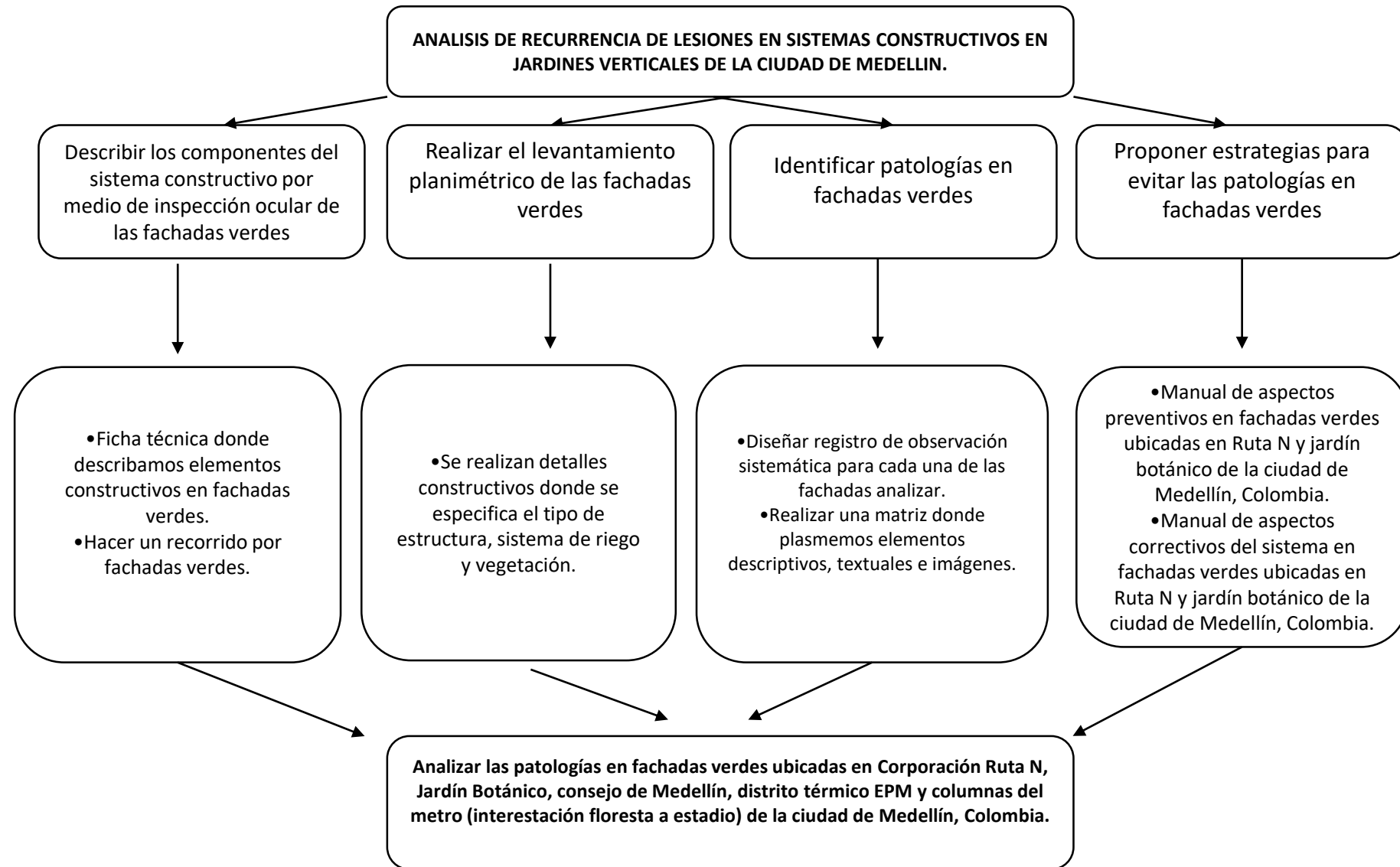
9. Consejo de Medellín
(fuente propia)



10. Consejo de Medellín
(fuente propia)



11. Consejo de Medellín
(fuente propia)



METODOLOGIA

El presente estudio es de carácter mixto, empleando como herramienta principal la observación, dado que estaba encauzado en recopilar y analizar datos no numéricos y numéricos a fin de comprender o percibir conceptos relacionados a las patologías existentes en los sistemas constructivos en jardines verticales de la ciudad de Medellín.



12. Columnas metro, estadio – floresta
(fuente propia)



13. Columnas metro, estadio – floresta
(fuente propia)



14. Columnas metro, estadio – floresta
(fuente propia)



15. Columnas metro, estadio – floresta
(fuente propia)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se desarrollan los recorridos en las respectivas ubicaciones de los proyectos, se diseña y diligencia el formato para identificación de elementos constructivos logrando hacer un registro fotográfico.

- En ruta N logramos identificar un sistema de cableado galvanizado atirantados, donde su material predominante es el acero en forma de tubería y cableado, no posee un sistema de impermeabilización ni sistema de regado. En jardín botánico se logró identificar un anclaje en concreto en disposición romboide, el material utilizado en la estructura es acero galvanizado, no posee sistema de impermeabilización ni sistema de regado. Dicha información fue recolectada con los formatos de ficha técnica descriptiva del sistema estructural en fachadas verdes.



16. Ruta N
(fuente propia)



17. Ruta N
(fuente propia)

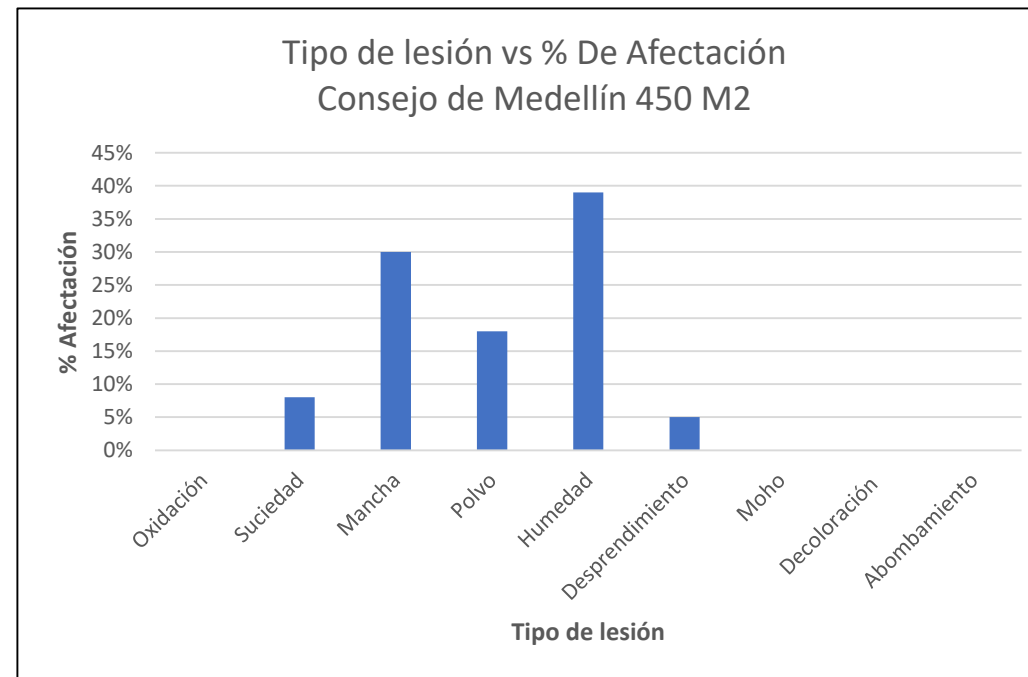


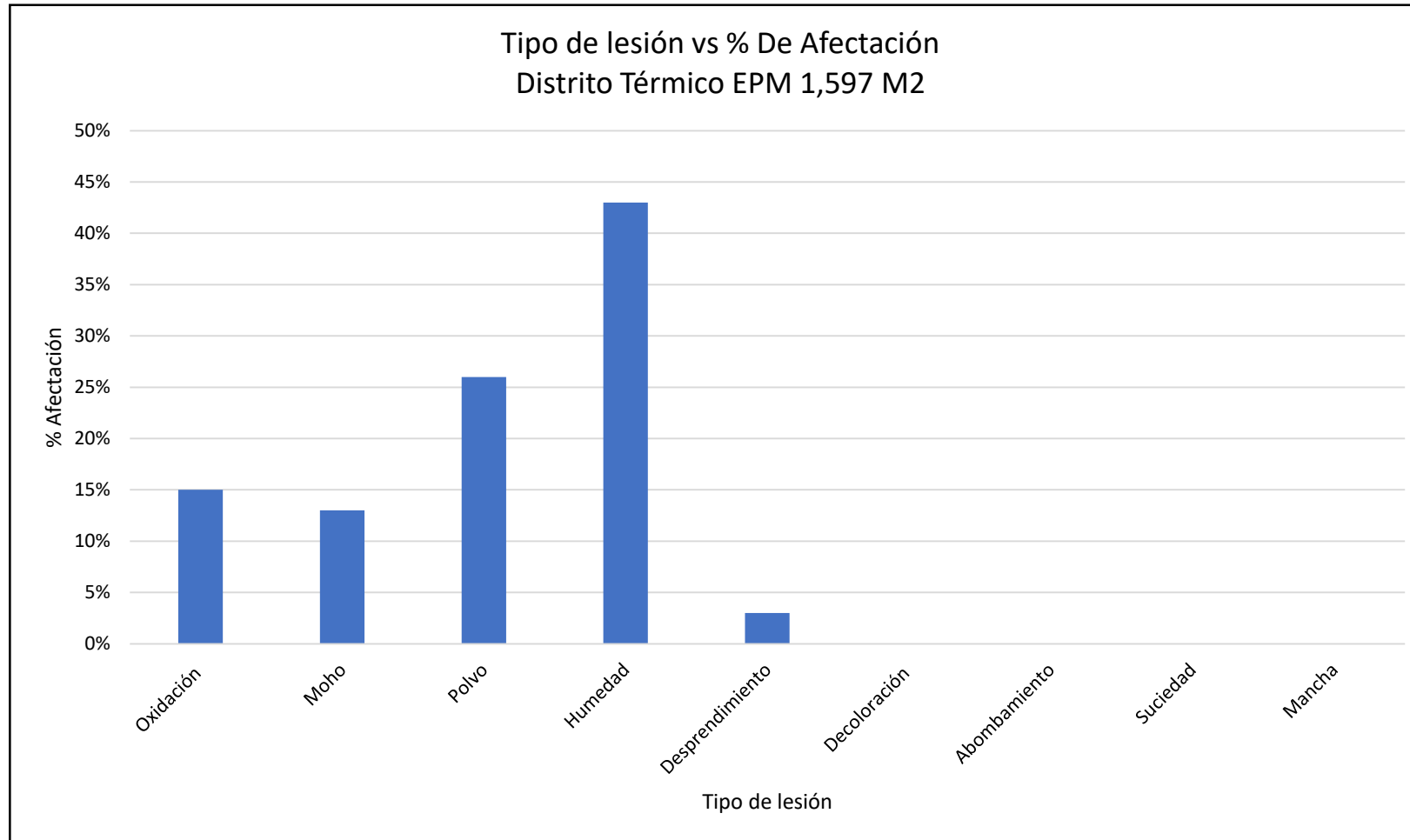
18. Jardín botánico
(fuente propia)

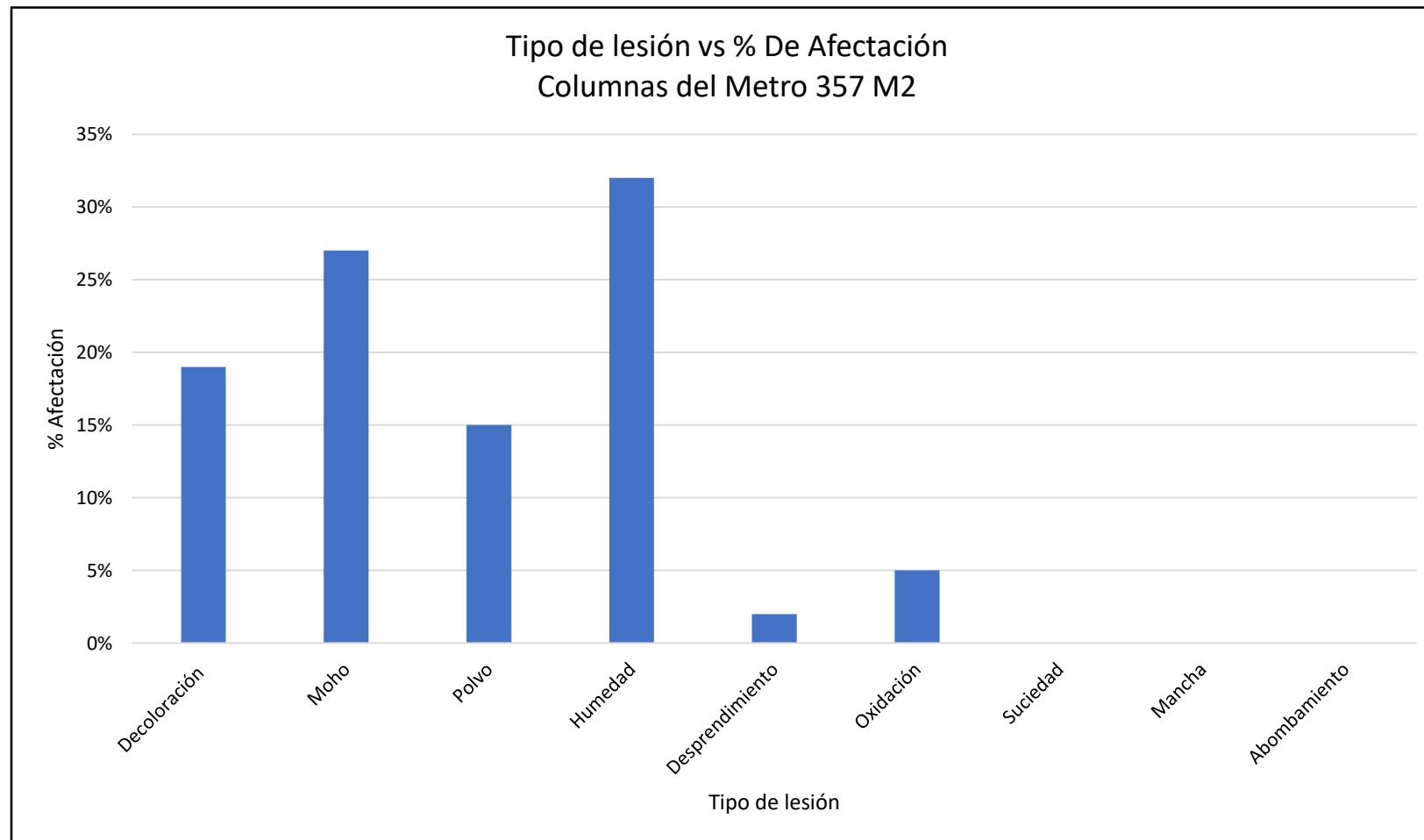


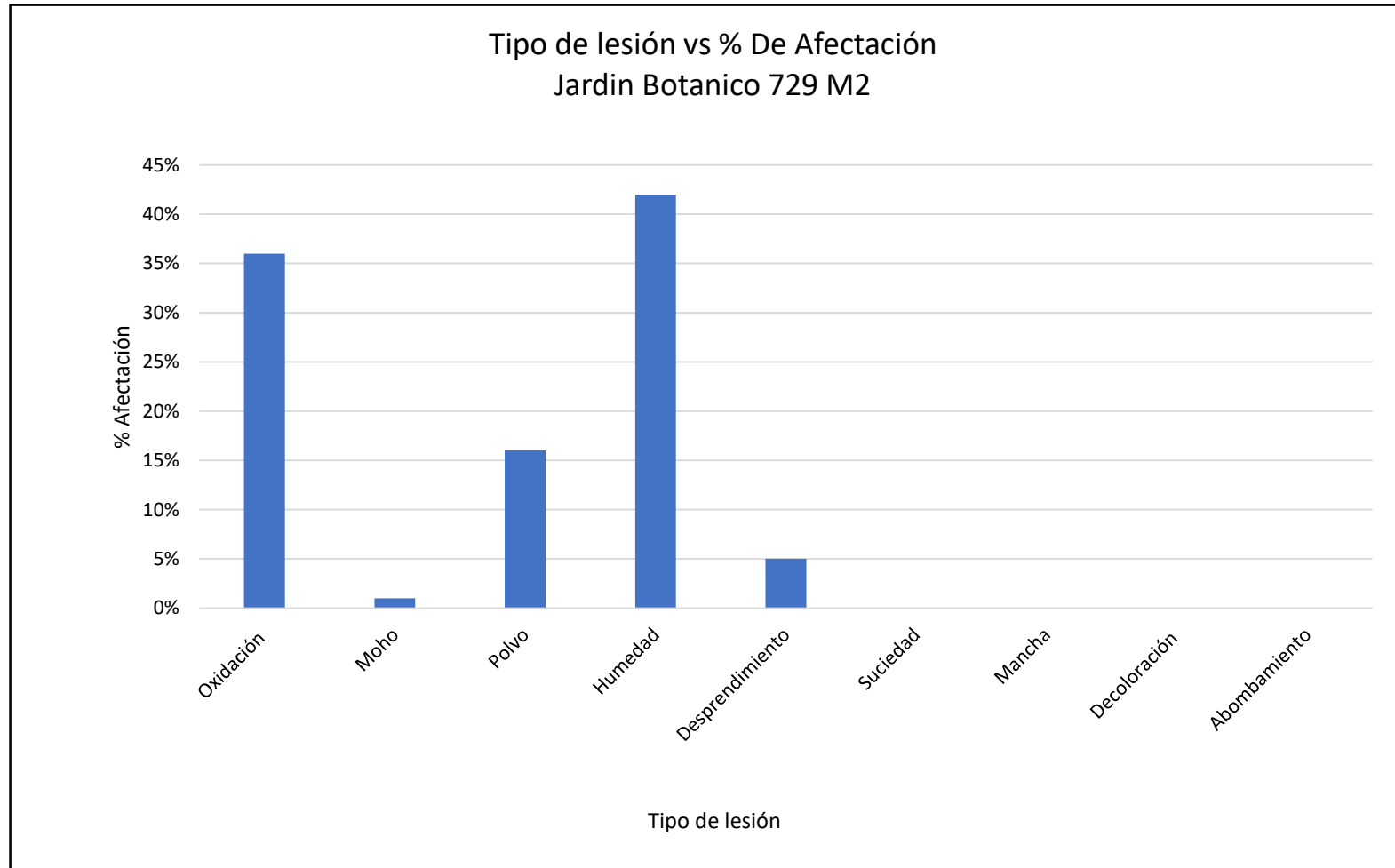
19. Jardín botánico
(fuente propia)

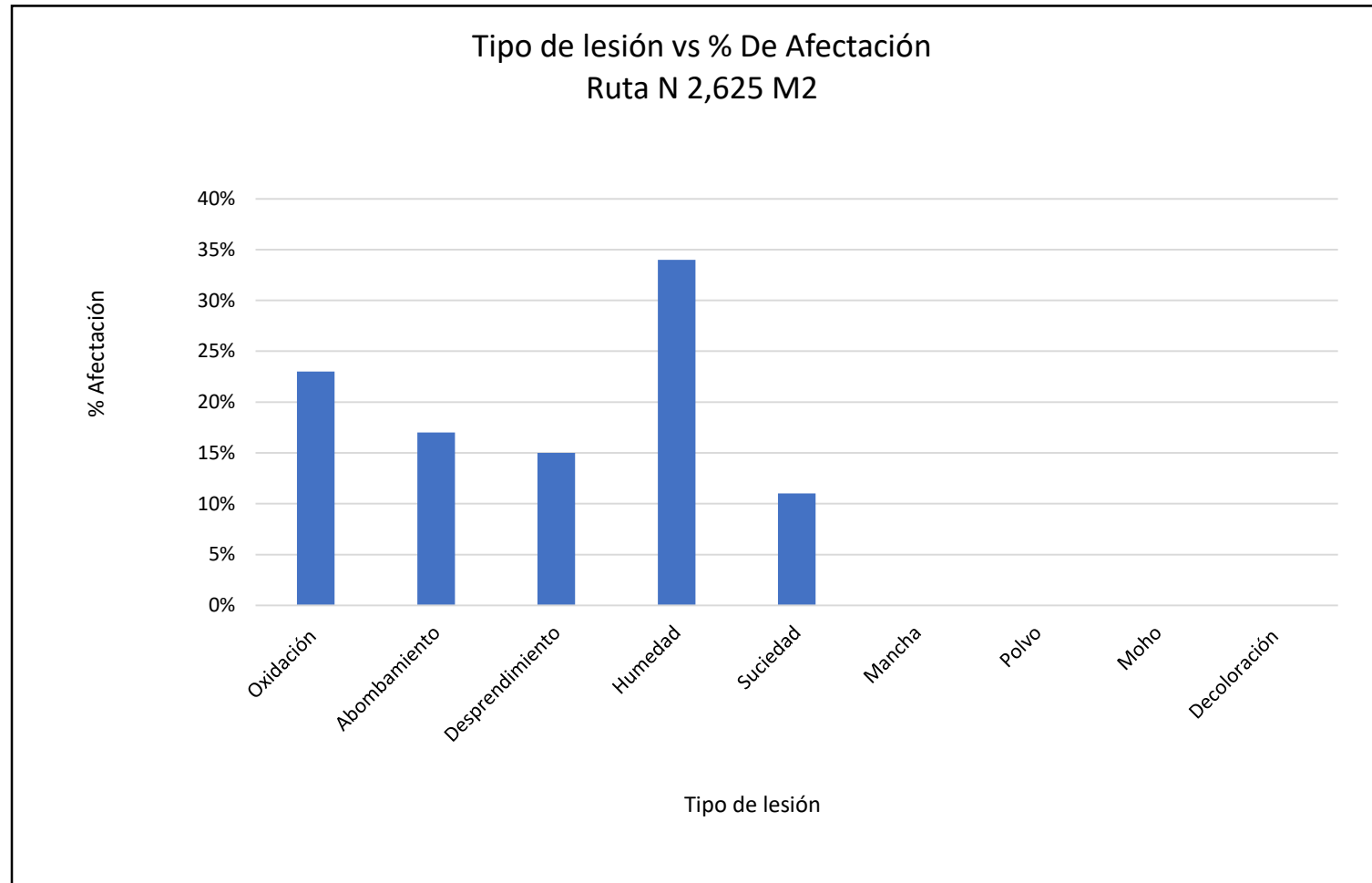
- Se diseña el formato de registro de lesiones patológicas donde capturamos información cualitativa de la fachada. Se anexarán en un archivo en Excel al final del documento. Se presentan graficas donde se identifica el tipo de lesión y su porcentaje de afectación en la cual podemos observar como en la fachada de jardín botánico la humedad tendría la mayor repercusión patológica, en ruta n, Consejo de Medellín, distrito térmico EPM y Columnas del metro podemos constatar que la humedad también tendría la mayor recurrencia siendo esta la que provoque otras patologías.











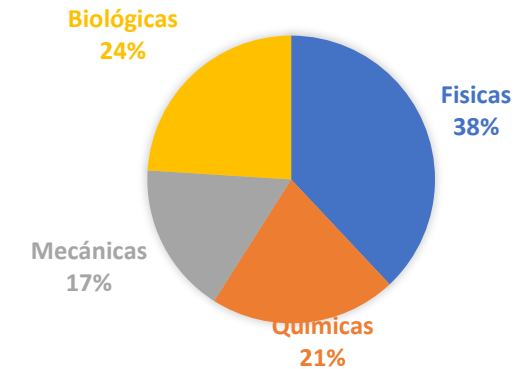
Las gráficas de causa de lesiones directas e indirectas contra sus porcentaje de afectación nos ayudara entender el origen y posibles soluciones implementando estrategias a corto, mediano y largo plazo.

La grafica de lesiones directas nos muestra que las lluvias son la principal causa de patologías, su estructura metálica y drenaje al no ser galvanizado y estar expuesto agentes naturales y no tener mantenimientos periódicos en los cuales se limpie y repare partes afectadas se agravan paulatinamente las patologías en la gráfica de causa indirectas podemos ver como materiales defectuosos y nulo o poco mantenimiento nos va generando un ambiente propicio para patologías.

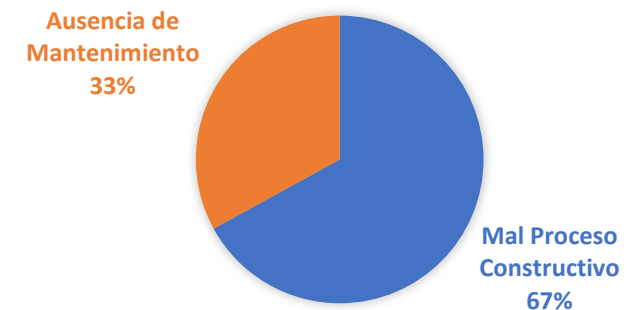


20. Edificio térmico EPM
(fuente propia)

LESIONES DIRECTAS CON % DE AFECTACIÓN GENERAL AREA TOTAL FACHADAS 5,758 M2



LESIONES INDIRECTAS CON % DE AFECTACIÓN GENERAL AREA TOTAL FACHADAS 5,758 M2



CONCLUSIONES

- Podemos concluir que la humedad tendría una gran importancia a la hora de diseñar e implementar un tipo de fachada que albergue vegetación teniendo siempre presente el tener un sistema de impermeabilización que nos ayude a contrarrestar la humedad.
- los materiales defectuosos, errores en diseño, malos procesos constructivos y ausencia de mantenimiento nos lleva a generar patologías que podemos evitar, teniendo en cuenta los datos recolectados y el análisis de estos se dispone a dar recomendaciones a tener en cuenta a la hora de diseñar estos jardines verticales.



21. Consejo de Medellín
(fuente propia)

REFERENCIAS

- [1] Bueno, T. (2022). *Fachadas verdes para hacer las edificaciones mas sostenibles y resilientes*
<https://ingenioxyz.com/articulos/20190409-fachadas-verdes-para-hacer-las-edificaciones-mas-sostenibles-y-resilientes>
- [2] Cuzcano, & Carlos. (2021). *Identificación y evaluación de patologías en la institución educativa publica nuestra señora de la asunción.*
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/61612>
- [3] Díaz, I. (10 de Febrero de 2020). *Diseñando la ciudad verde*
<https://www.xlsemanal.com/contentfactory/post/2020/01/07/disenando-la-ciudad-verde/>
- [4] Muñoz, & Marcela. (2004). *Patologías en la edificación de viviendas especialmente con la humanidad. Universidad austral de chile*
<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2004/bmfcim971p/pdf/bmfcim971p.pdf>

XXI Semana de la Facultad de
Arquitectura e Ingeniería

i Bienvenidos!

Edición en Línea. ISSN 2357-5921 Volumen 11- No 1-2023 Publicación Semestral



INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA
COLEGIO MAYOR
DE ANTIOQUIA®

Acreditados
en ALTA CALIDAD



Alcaldía de Medellín
Distrito de
Ciencia, Tecnología e Innovación



**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN
2023 - 1**

**ELABORACIÓN DE RECEBOS CON RCD DE LADRILLOS PARA MORTEROS
DE NIVELACIÓN NO ADHERIDOS**

**Asesor metodológico: Hernán Darío Cañola
Asesor temático: Nicolas Pardo**

**FINISHES FOR LEVELING MORTARS MANUFACTURED WITH RCD BRICK
WASTE**

Anderson Cañas Toro, Cristian Alejandro Parra
Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia
Facultad de Arquitectura e Ingeniería

Correos: acannas@est.colmayor.edu.co, caparra@est.colmayor.edu.co



La construcción es una de las actividades que genera mayor producción de residuos, y un porcentaje significativo de estos son desechados para finalmente provocar un agotamiento de los recursos naturales (renovables y no renovables).

En Colombia a través del tiempo se han llevado a cabo diferentes estudios que han dado resultados óptimos para que dichos residuos puedan sustituir de forma adecuada algunos agregados naturales. Es por esta razón que actualmente existen varias normativas que rigen la reutilización, reducción y el reciclado de estos, como lo es la Resolución 1257 de 2021.

Este proyecto investigativo pretende profundizar y finalmente darles uso a los desperdicios del ladrillo producidos en sitio mediante un proceso de elaboración de recibos para nivelación de morteros no adheridos a losas en la ciudad de Medellín.



Imagen 1. Ladrillo macizo

Fuente: Obra parís - sabaneta (2023)

Esté trabajo se ha llevado a cabo mediante un tipo de investigación experimental para implementar el uso de recibos de ladrillo como material para la actividad de morteros de nivelación no adheridos a losas y disminuir el volumen de RCD provenientes las construcciones específicamente en la ciudad de Medellín. Este proyecto investigativo contiene información sobre la gestión de los RCD producidos en la mampostería y una propuesta para el uso como material teniendo en cuenta la normativa vigente para morteros de nivelación.

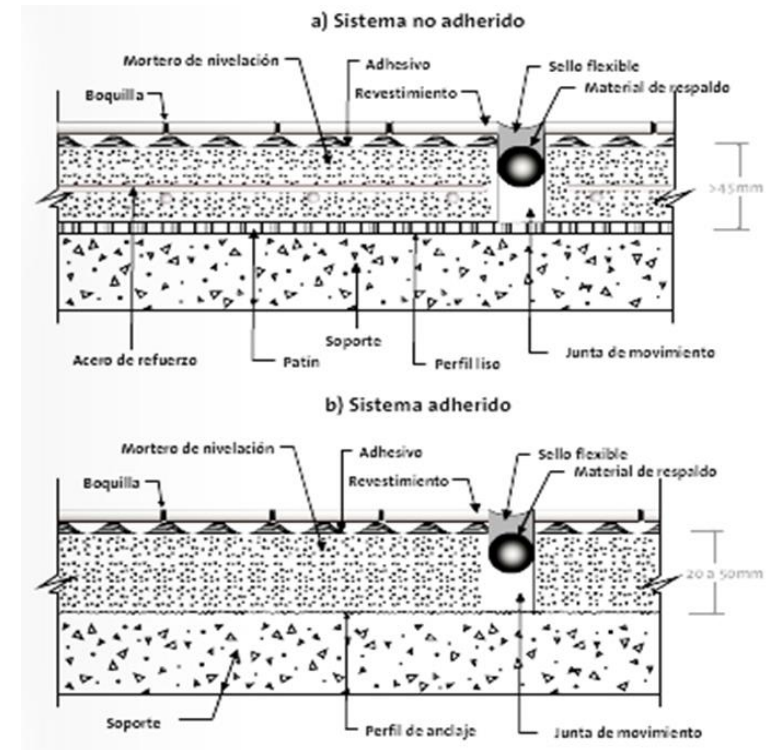


Figura 1. Sistema de morteros adheridos y no adheridos

Fuente: (Arango Londoño, 2021)

OBJETIVOS

General

✓ Determinar un sistema de mortero de nivelación no adherido, a partir de los recibos para morteros de nivelación con los desperdicios de ladrillos provenientes de las edificaciones de construcción en altura.

Específicos

✓ Caracterizar los desperdicios para el recebo del mortero no adherido, a partir de los desperdicios de ladrillos provenientes de las máquinas de cortar de una obra de edificación de la ciudad de Medellín.

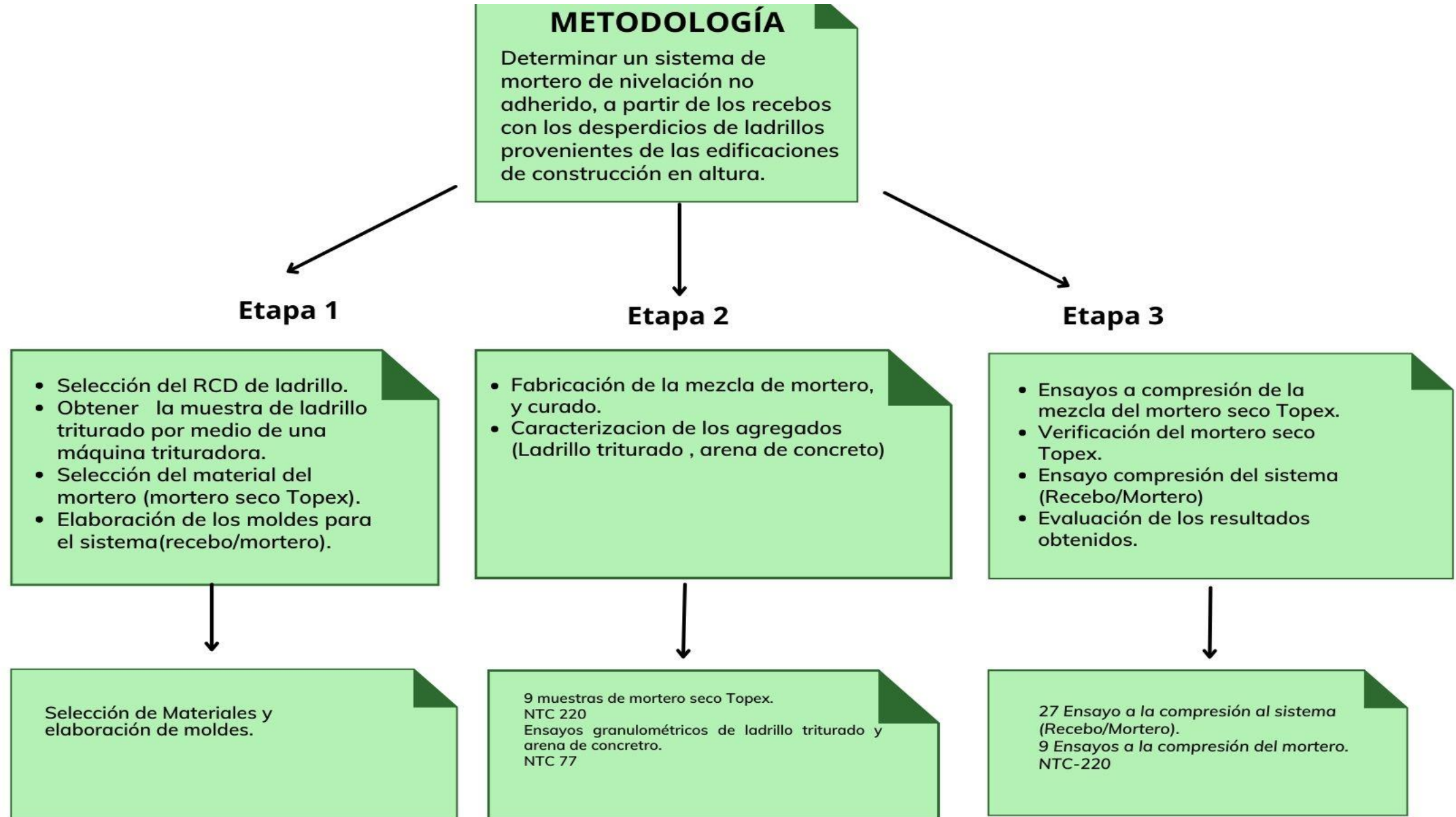
✓ Realizar una valoración a las propiedades físicas y mecánicas de la mezcla del mortero no adherido con desperdicios de ladrillo aplicada sobre del material de recebo.

✓ Evaluar las características de los recibos fabricados en obra de edificación para morteros no adheridos.



ESPECIFICACIÓN	Norma para el ensayo
GRANULOMETRÍA	
MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS POR TAMIZADO DE LOS AGREGADOS FINOS Y GRUESOS	NTC 77
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	
DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRÁULICO USANDO CUBOS DE 50 mm ó 50,8 mm DE LADO	NTC 220

Tabla 1. Normatividad aplicada para determinar la viabilidad de la investigación.
Fuente: Elaboración propia



SELECCIÓN MATERIALES

En el proceso experimental, se usó los agregados reciclados provenientes del ladrillo y se trituraron 5 kg; se realizaron 5 pasadas cada una de 30 segundos, por una máquina trituradora, para obtener el material con una finura apta para el experimento. Se usó arena de concreto como material principal para la elaboración de un recebo para morteros no adheridos.

Mortero Topex Seco Piso 140 kg/cm² 40kg.



Imagen 2. A) Contiene: RCD de ladrillo a procesar, b) Contiene: Mortero Topex para elaboración del experimento. C) Contiene: Ladrillo triturado y arena de concreto para elaboración de las pruebas de laboratorio.

FABRICACIÓN DE MOLDES PARA ELABORACIÓN SISTEMA COMPLETO (RECEBO/MORTERO) PARA MORTERO DE NIVELACIÓN NO ADHERIDO



En la elaboración de los recipientes para contener todo el sistema del mortero de nivelación no adherido (recebo/mortero) se utilizó tubería de dos pulgadas (2") de diámetro, lámina de zinc, cinta gris y hueso duro. Garantizamos una altura de 6 cm para distribuir 5 cm de mezcla de mortero y 1 cm de material de agregado de arena de concreto y ladrillo triturado como recebo. Ajustamos la lámina de zinc en la parte inferior del cilindro; Esta nos garantiza que el material de agregados arena/ladrillo triturado permanezca en el momento que se realice los fallos a compresión.

Imagen 3. A) Contiene: Materiales para la elaboración de recipientes que contienen el sistema recebo/mortero. B) Contiene: Recipiente elaborado para contener el sistema recebo/mortero.

Fuente: Elaboración propia.

ELABORACIÓN DEL MORTERO

Inicialmente para corroborar la resistencia del Mortero Topex Seco Piso 140 kg/cm^2 40 kg, se elaboraron 9 muestras (cubos) para su compresión a los 7-14-28 días y obtener 13.7293 Mpa. a los 28 días.

La prueba se realizó según los procedimientos establecidos en la NTC 220.

La mezcla se elaboró con una relación de agua de 6 litros por cada 40 kg, según especificación del Mortero Seco piso Topex. Para la elaboración de la mezcla, en la máquina mezcladora tipo repostería, se añadieron 3 kg de mortero seco Topex, y 450 ml de agua donde se mezclaron durante 1 minuto a velocidad media lenta, para lograr una mezcla homogénea.

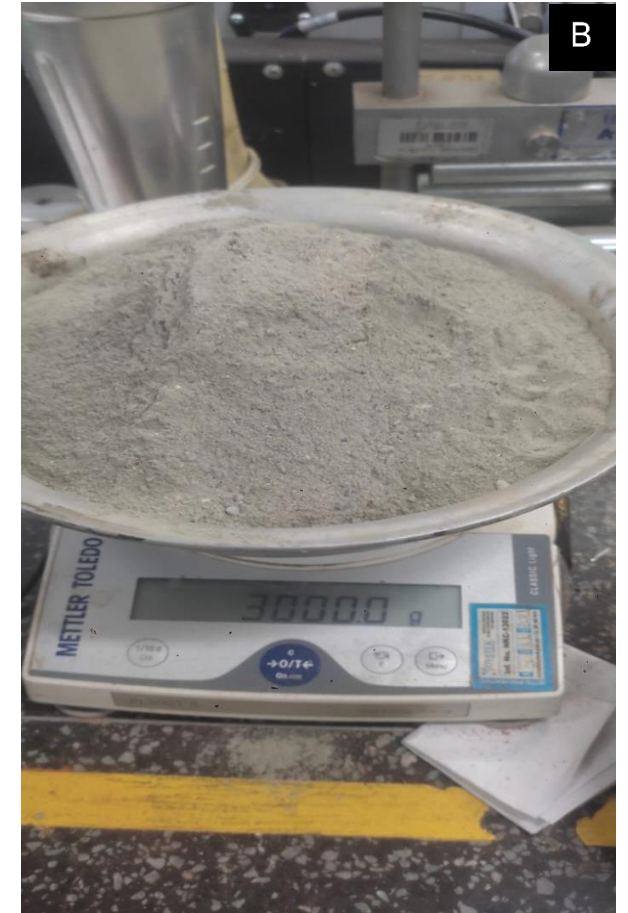
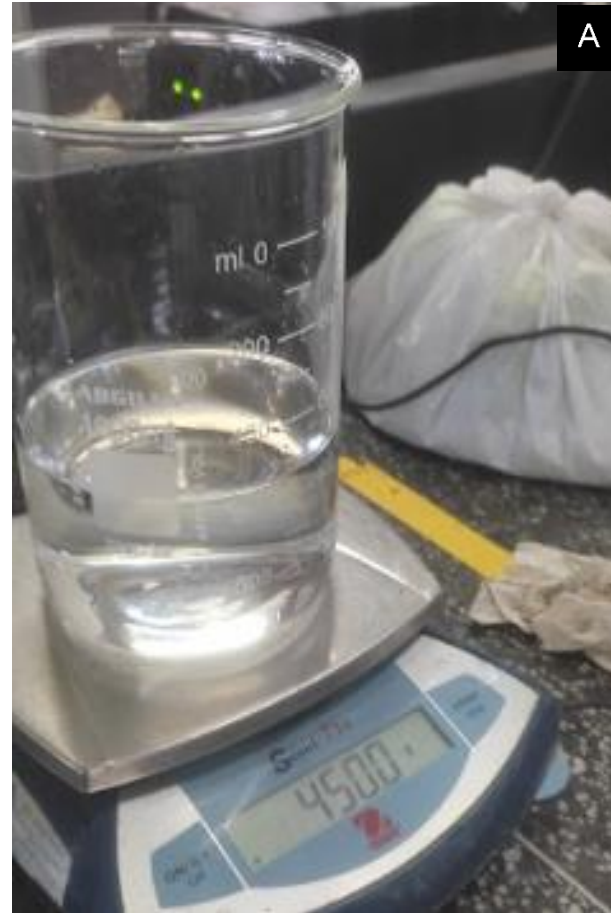


Imagen 4. A) Contiene: Pesaje de agua para elaboración de mortero. B) Contiene: Pesaje de mortero seco Topex para elaboración de mortero en muestras.

ELABORACIÓN DEL MORTERO

Luego de preparada la mezcla de mortero y tener preparados los moldes de cobre para cubos de mortero, estos se llenan con una primera capa aproximadamente a 25 mm (2,5 cm) de mortero y se apisona con 32 golpes del compactador según la figura 1. de la NTC 220; se repite la operación con la segunda capa y se enrazan los moldes. Luego de la operación de llenado de los moldes, y pasadas entre 20 a 72 horas, los cubos se retiran de los moldes, y se disponen en una cámara húmeda, sumergidos en un tanque con agua saturada con cal, durante el tiempo que se tiene estipulada cada muestra a ser ensayada en la máquina de compresión.



Imagen 5. A) Contiene: Llenado de moldes en cobre para muestras de mortero y apisonamiento de mortero según NTC 220. B) Contiene: Moldes para cubos de concreto con muestras ya vaciadas. C) Contiene: Muestras M1, M2, M3, cubos de mortero desmoldados.

ELABORACIÓN DEL MORTERO

Para determinar la resistencia a la compresión, luego de pasados los 7, 14 y 28 días respectivamente las muestras se deben secar y se deben ensayar dentro de las tolerancias establecidas en la tabla 2. de la NTC 220. Para ello se colocan los cubos cuidadosamente en el centro del bloque de la máquina de ensayo, los cubos deben estar libres de partículas de arena y las caras completamente planas. Luego se someten las muestras a compresión esperando alcanzar la resistencia de 13,7293 Mpa. como mínimo a los 28 días.

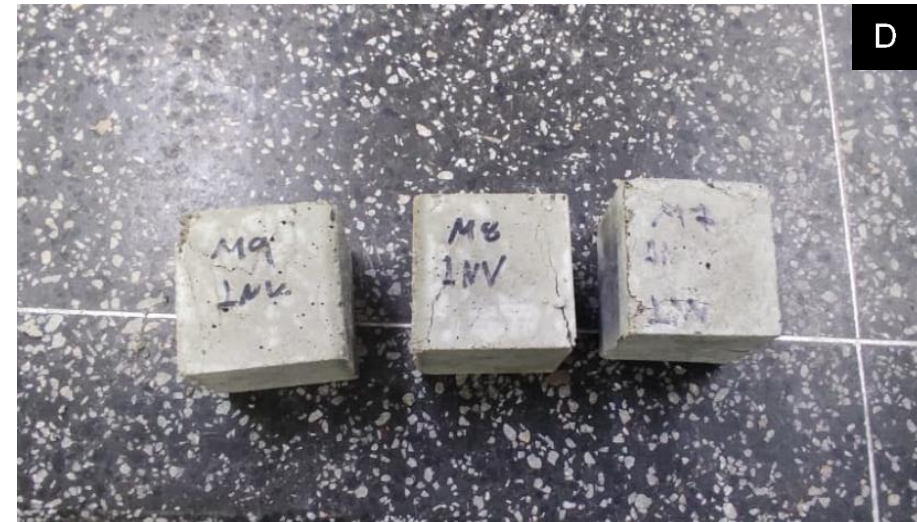
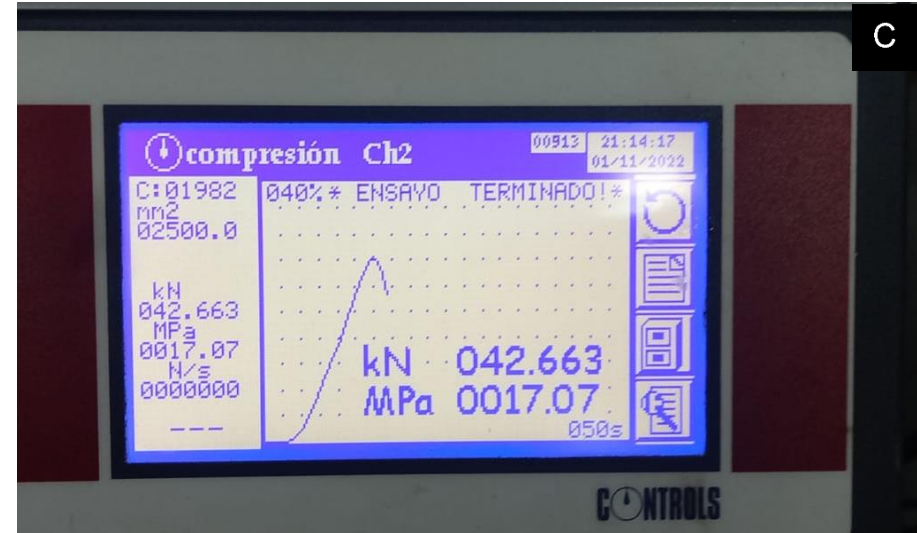


Imagen 6. Proceso para determinar la resistencia a la compresión en muestras de mortero. A) Contiene: Toma de medidas en muestra M5. B) Contiene: Muestra M1 en bloque de máquina de ensayo. C) Carga máxima registrada por la máquina de ensayo en la muestra M6 al momento de la rotura. D) Contiene: Muestras M9, M8, M7 luego de la rotura en máquina de ensayo.

Resultados pruebas de compresión						
# Muestra	Tipo de muestra	Periodo	Carga Máx. (Mpa) Máquina de compresión	Carga Máx. (KN) Máquina de compresión	Área Muestra (mm ²)	Resistencia a la compresión (Mpa)
M1	Mortero	7 días	15,54	38,841	2162,000	17,9653
M2	Mortero	7 días	14,58	36,462	2304,000	15,8255
M3	Mortero	7 días	15,37	38,432	2162,000	17,7761
M4	Mortero	14 días	16,39	40,965	2500,000	16,3860
M5	Mortero	14 días	16,99	42,466	2500,000	16,9864
M6	Mortero	14 días	17,07	42,663	2500,000	17,0652
M7	Mortero	28 días	18,35	45,883	2401,000	19,1100
M8	Mortero	28 días	18,75	46,884	2401,000	19,5269
M9	Mortero	28 días	15,89	39,714	2450,000	16,2098

Tabla 2. Resultados pruebas de compresión, muestras de mortero.

GRANULOMETRÍA

El proceso de la granulometría se ejecutó según el procedimiento descrito en el NTC 77, con el fin de comparar ambos recibos, el de arena de concreto que se utiliza de manera regular como recebo para un mortero no adherido, y el recebo con ladrillo triturado siendo el método alternativo que se está planteando en esta investigación.

En este caso, como se va a trabajar con agregados finos para conformar el recebo, se usaron muestras de 443,7 g para la arena de concreto y 560 g para el ladrillo triturado.

Se deben seleccionar los tamaños de los tamices para proporcionar la información requerida por las especificaciones que cubren el material ensayado.

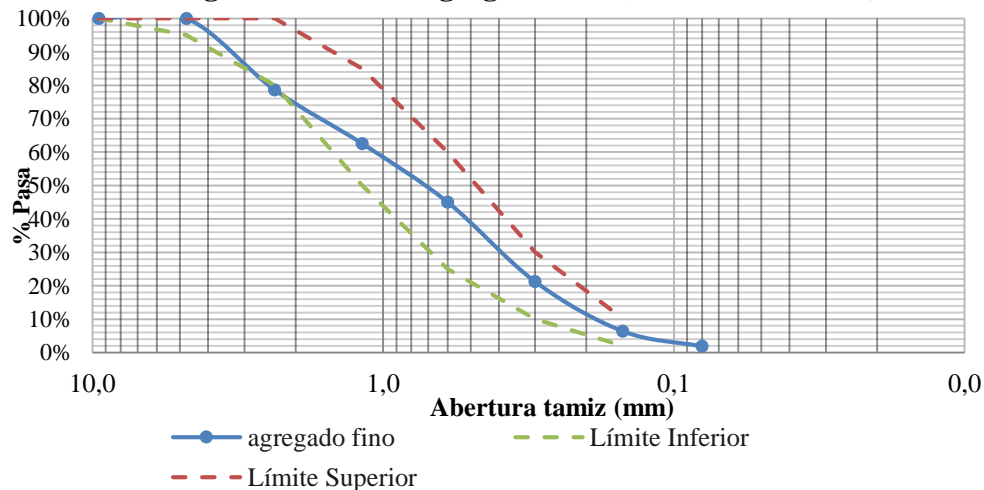


Imagen 7 . A) Muestra de ladrillo triturado para ensayo granulométrico. B) Contiene: Peso de arena de concreto para Fuente: Elaboración propia.

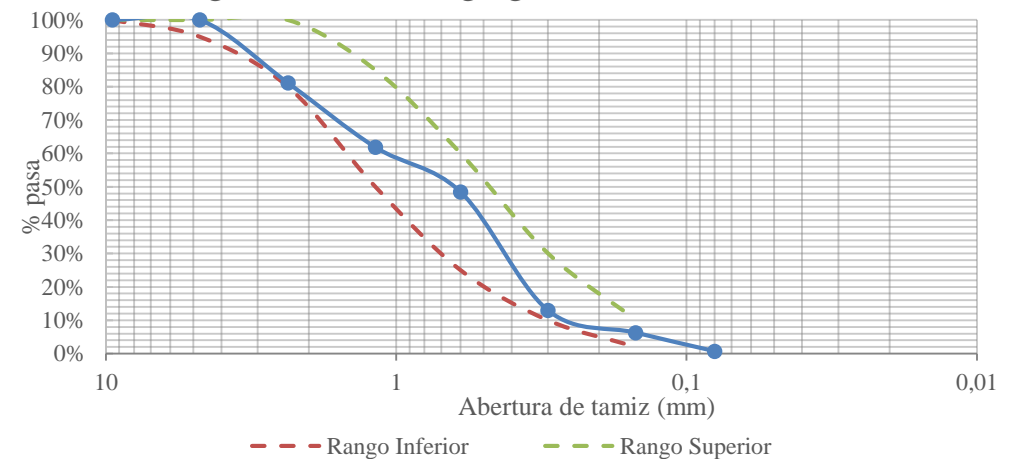
Granulometría de agregados Arena de concreto					
Masa inicial de 443,7 g					
Tamiz	Abertura (mm)	Masa Retenida (g)	Retenido Acumulado (g)	% Retenido	% Pasante
3/8 in	9,5	0	0	0,0	100,0
N°4	4,75	0	0	0,0	100,0
N°8	2,36	95	95	21,4	78,6
N°16	1,18	71,3	166,3	37,5	62,5
N°30	0,6	77,7	244	55,0	45,0
N°50	0,3	105,5	349,5	78,8	21,2
N°100	0,15	65,7	415,2	93,6	6,4
N°200	0,08	20,2	435,4	98,1	1,9
FONDO	N/A	8,3	443,7		
	Sumatoria	443,7			
	MdeF	3,844			

Granulometría de agregados ladrillo molido					
Masa inicial de 560 g					
Tamiz	Abertura (mm)	Masa Retenida (g)	Retenido Acumulado (g)	% Retenido	% Pasante
3/8 in	9,5	0	0	0,0	100,0
N°4	4,75	0	0	0,0	100,0
N°8	2,36	105,6	105,6	18,9	81,1
N°16	1,18	108,1	213,7	38,2	61,8
N°30	0,6	75,1	288,8	51,6	48,4
N°50	0,3	198,8	487,6	87,1	12,9
N°100	0,15	37,3	524,9	93,7	6,3
N°200	0,08	31,2	556,1	99,3	0,7
FONDO	N/A	3,9	560		
	Sumatoria	560			
	MdeF	3,887			

Curva granulométrica agregado fino (arena de concreto)



Curva granulométrica agregado fino (ladrillo molido)



FABRICACION DEL SISTEMA COMPLETO

Luego de haber obtenido un agregado fino que se adaptara según los requerimientos de la NTC 77, tanto para la arena de concreto y el ladrillo triturado como recebo del mortero no adherido, se procede a realizar el sistema completo (recebo / mortero) de la siguiente manera:

Para el recebo se proceden a hacer 3 tipos de muestras; la primera consta de 100% arena (es el método tradicional con el que se elaboran los morteros no adheridos), una segunda con 100% ladrillo triturado (como reemplazo de la arena) y una tercera con 50% de arena y 50% de ladrillo triturado.



Imagen 8. Proceso de elaboración de muestras del sistema completo de mortero no adherido (recebo / mortero). A) Contiene: Medición con pie de rey para espesor de recebo. B) Contiene: Recipiente con recebo compactado a 1 cm.

FABRICACION DEL SISTEMA COMPLETO

Luego de pasadas entre 20 y 72 horas se procede a remover el encofrado que contiene el mortero, dejándolo expuesto y solo permanece el encofrado que retiene el material de recebo, para luego ser dispuestos en la cámara húmeda de manera invertida cubriendo solamente la sección del mortero.

Pasados los días correspondiente al fallo de cada muestra (7,14,28 días) se disponen los moldes a ser ubicados dentro de la máquina de compresión y así obtener el resultado de la resistencia del sistema completo (recebo/mortero), como se encuentra contemplado en la NTC 220.

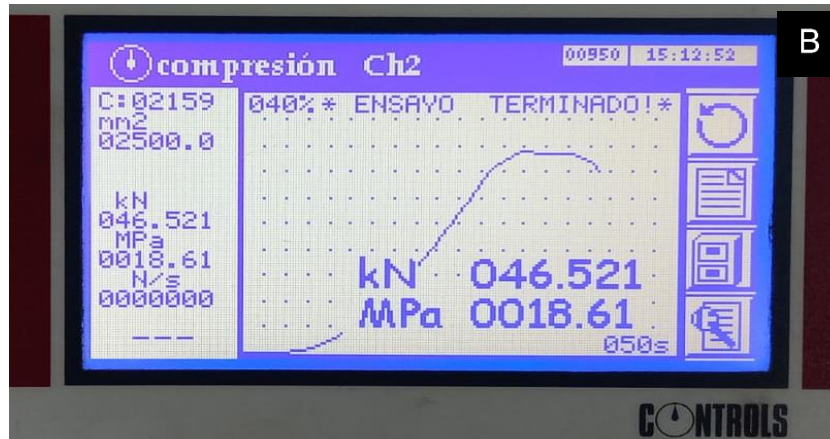


Imagen 9. Secado de muestras, sistema completo (recebo/mortero). B) Contiene: Resultado de muestra 9AL arrojado por la máquina de compresión. C) Contiene: Muestras luego de la rotura en la máquina de compresión

Fuente: Elaboración propia.

RESULTADOS PRUEBAS DE COMPRESIÓN SISTEMA COMPLETO

Resultados pruebas de compresión arena de concreto						
# Muestra	Tipo de muestra	Periodo	Carga Máx. (Mpa) Máquina de compresión	Carga Máx. (KN) Máquina de compresión	Área Muestra (mm ²)	Resistencia a la compresión (Mpa)
1 A	Mortero + 100% Arena	7 días	13.02	32.561	2290.226	14.2174
2 A	Mortero + 100% Arena	7 días	13.38	33.457	2375.835	14.0822
3 A	Mortero + 100% Arena	7 días	13.28	33.195	2375.835	13.9719
4 A	Mortero + 100% Arena	14 días	18.66	46.643	2290.226	20.3661
5 A	Mortero + 100% Arena	14 días	14.00	34.999	2290.226	15.2819
6 A	Mortero + 100% Arena	14 días	14.13	35.322	2290.226	15.4229
7 A	Mortero + 100% Arena	28 días	10.60	26.496	2445.453	10.8348
8 A	Mortero + 100% Arena	28 días	15.96	39.892	2507.193	15.9110
9 A	Mortero + 100% Arena	28 días	17.26	43.154	2551.765	16.9114

RESULTADOS PRUEBAS DE COMPRESIÓN SISTEMA COMPLETO

Resultados pruebas de compresión Ladrillo Triturado						
# Muestra	Tipo de muestra	Periodo	Carga Máx. (Mpa) Máquina de compresión	Carga Máx. (KN) Máquina de compresión	Área Muestra (mm ²)	Resistencia a la compresión (Mpa)
1 L	Mortero + 100% Ladrillo	7 días	11.6	29.002	2375.835	12.2071
2 L	Mortero + 100% Ladrillo	7 días	11.93	29.837	2375.835	12.5585
3 L	Mortero + 100% Ladrillo	7 días	13.17	32.913	2375.835	13.8532
4 L	Mortero + 100% Ladrillo	14 días	9.20	24.809	2290.226	10.8326
5 L	Mortero + 100% Ladrillo	14 días	14.27	35.684	2375.835	15.0196
6 L	Mortero + 100% Ladrillo	14 días	17.47	43.664	2375.835	18.3784
7 L	Mortero + 100% Ladrillo	28 días	14.49	36.235	2375.835	15.2515
8 L	Mortero + 100% Ladrillo	28 días	15.41	38.537	2375.835	16.2204
9 L	Mortero + 100% Ladrillo	28 días	14.87	37.181	2375.835	15.6497

RESULTADOS PRUEBAS DE COMPRESIÓN SISTEMA COMPLETO

Resultados pruebas de compresión 50% arena de concreto y 50% ladrillo triturado

# Muestra	Tipo de muestra	Periodo	Carga Máx. (Mpa) Máquina de compresión	Carga Máx. (KN) Máquina de compresión	Área Muestra (mm ²)	Resistencia a la compresión (Mpa)
1 AL	Mortero + 50% Arena y 50% Ladrillo	7 días	13.71	34.287	2290.226	14.9710
2 AL	Mortero + 50% Arena y 50% Ladrillo	7 días	16.33	40.827	2290.226	17.8266
3 AL	Mortero + 50% Arena y 50% Ladrillo	7 días	12.94	32.349	2375.835	13.6158
4 AL	Mortero + 50% Arena y 50% Ladrillo	14 días	15.07	37.666	2290.226	16.4464
5 AL	Mortero + 50% Arena y 50% Ladrillo	14 días	16.04	40.107	2290.226	17.5122
6 AL	Mortero + 50% Arena y 50% Ladrillo	14 días	14.05	35.129	2290.226	15.3387
7 AL	Mortero + 50% Arena y 50% Ladrillo	28 días	20.44	51.090	2463.014	20.7429
8 AL	Mortero + 50% Arena y 50% Ladrillo	28 días	18.88	47.208	2445.453	19.3044
9 AL	Mortero + 50% Arena y 50% Ladrillo	28 días	18.61	46.521	2480.639	18.7536

CONCLUSIONES.

- ✓ Se logró determinar un sistema de mortero de nivelación no adherido, a partir de los recibos para con los desperdicios de ladrillos, mediante la trituración estos, en comparación con los resultados obtenidos frente a la arena de concreto que tiene un uso más común dentro de los procesos constructivos.
- ✓ Se logró caracterizar el recho del mortero no adherido, a partir de los desperdicios de ladrillos mediante un proceso granulométrico en el que se obtuvo un módulo de finura un poco arriba del estándar (2,2 a 3,2) pero aún así respetando los rangos superiores e inferiores como se nota en las curvas granulométricas de las figuras 3 y 4; además de recordar de que los recibos funcionan como un patín entre la losa y el mortero de nivelación.

CONCLUSIONES.

- ✓ Teniendo en cuenta que los morteros trabajan por desempeño se logró la valoración a las propiedades físicas y mecánicas de la mezcla del mortero con el recebo con desperdicios de ladrillo para el sistema de mortero no adherido, mediante el ejercicio de esfuerzos a compresión donde se alcanzaron hasta 16,22 Mpa a los 28 días hablando del sistema con solo el ladrillo triturado incluso habría una involución a los 14 días donde la resistencia alcanzó 18,37 Mpa. como máxima resistencia registrada hablando del mismo sistema; frente al sistema convencional con arena de concreto a los 28 días alcanzó una resistencia de 16,91 Mpa y una involución a los 14 días de 20,36 Mpa como máxima resistencia registrada; en el caso del mortero con un recebo de 50% arena de concreto y 50% ladrillo triturado a los 28 días alcanzó una resistencia de 20,74 Mpa como máxima resistencia registrada; superando los 13,73 Mpa de resistencia mínima especificada en el producto de mortero seco Topex.
- ✓ Con respecto a la evaluación de las características de los recibos y comparando los valores obtenidos en las muestras del sistema completo, con la máxima resistencia del mortero sin recebo de 19,52 Mpa, y el método tradicional, es notable que cumple con los requisitos de resistencia y desempeño utilizando cualquier proporción ya sea el 100% de ladrillo triturado o un 50% de arena de concreto y un 50% de ladrillo triturado, además de un control mínimo que se puede emplear en obra es la implementación de una zaranda con una abertura en la maya de 2,36 mm equivalente al tamiz N°8.

GRACIAS.

XXI Semana de la Facultad de
Arquitectura e Ingeniería

i Bienvenidos!

Edición en Línea. ISSN 2357-5921 Volumen 11- No 1-2023 Publicación Semestral



INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA
COLEGIO MAYOR
DE ANTIOQUIA®

Acreditados
en ALTA CALIDAD



Alcaldía de Medellín
Distrito de
Ciencia, Tecnología e Innovación



ESTANDARIZACIÓN DE MASILLA ARTESANAL PARA LA REPARACIÓN DE LADRILLOS DE FACHADAS EN MEDELLÍN COLOMBIA 2023

Por:

Julián David Zuluaga López

Daniel Ciro

Asesor temático: Hernan Cañola

Proyecto de investigación del curso y del programa Construcciones
Civiles



Fuente: elaboración propia

PRODUCCIONES ACADÉMICAS E INVESTIGATIVAS DE LOS PROGRAMAS DE PREGRADO

Edición en Línea. ISSN 2357-5921 Volumen 11- No 1-2023 Publicación Semestral

INTRODUCCIÓN

- Existen diferentes factores adversos que pueden afectar el estado de la fachada de una edificación, uno de estos y posiblemente el más común es el cambio climático, pues la exposición de este material a las temperaturas del sol, la calidad del aire y la lluvia, afecta gradualmente los materiales del ladrillo. Así mismo, esta afectación depende de la zona en donde esté ubicada la edificación, en el caso de Medellín, se hablará de afectaciones por la lluvia, ya que es una zona de altas precipitaciones. La lluvia representa un factor de erosión y afectación muy importante.

INTRODUCCIÓN

- Para contrarrestar esta situación, surgen los mantenimientos de las edificaciones, los cuales, en su forma tradicional, implica el cambio de la pieza afectada, pero este tipo de mantenimiento, se hace poco eficiente no solo por costos, sino por la afectación a la estructura de edificio cuando la cantidad de piezas a cambiar supera el 60% de la edificación. Por tanto, en búsqueda de una solución alternativa que cumpla con las condiciones físico mecánicas, se pretende estandarizar la fórmula de una masilla artesanal, para la reparación de ladrillos como una alternativa en los mantenimientos de fachadas.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El mantenimiento de una edificación, es una agrupación de elementos o actividades que su objetivo principal es conservar en óptimo estado una edificación, busca la necesidad en un desarrollo de actividades laborales en los mantenimientos preventivos y correctivos que forman parte de la integridad de una edificación.

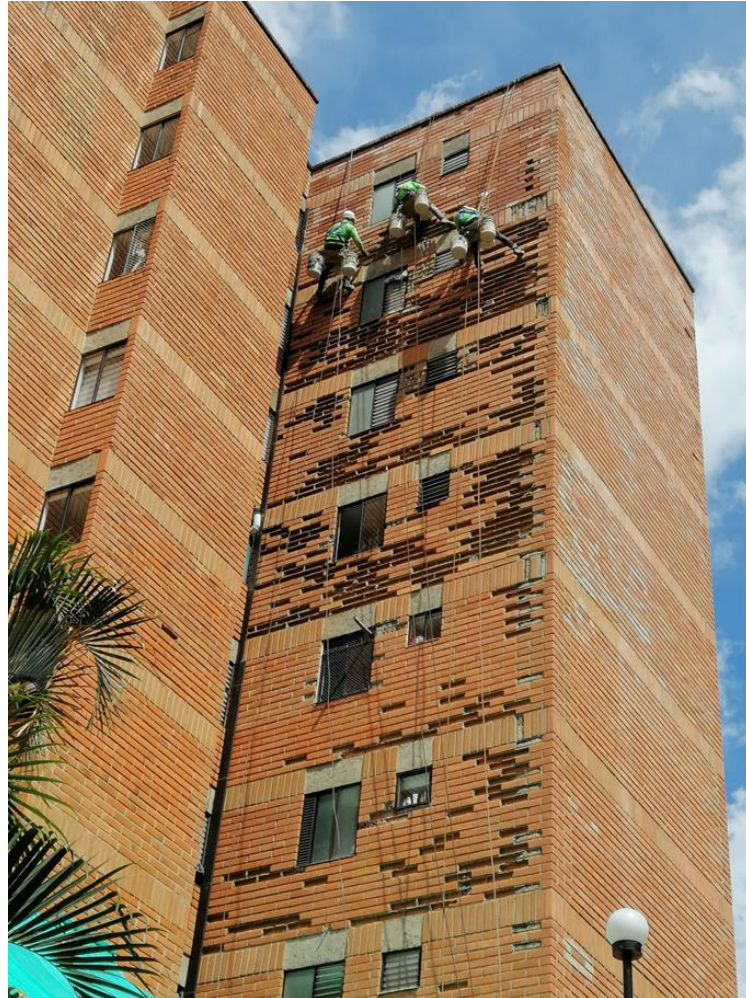
Para esto se tiene que en mampostería, el mantenimiento tradicional para este tipo de edificaciones, consta de retirar el ladrillo afectado en su cara exterior y reemplazarlo por uno nuevo.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Esta alternativa de mantenimiento tiende a no ser ideal, especialmente en aquellos casos donde la afectación de los ladrillos o mampostería supera el 60% de la infraestructura, ya que, este tratamiento puede ocasionar un mayor riesgo en el daño interno de la edificación. Por tanto, en búsqueda de una alternativa que minimice estos riesgos en los procesos de restauración de fachadas y en las que no se recomienda o no es viable realizar el tratamiento tradicional, se propone una opción de restaurar por medio de la “masilla” el ladrillo defectuoso, para evitar el cambio del mismo, y con esto disminuir los impactos de afectación interna del edificio.



PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA



OBJETIVOS

Objetivo General

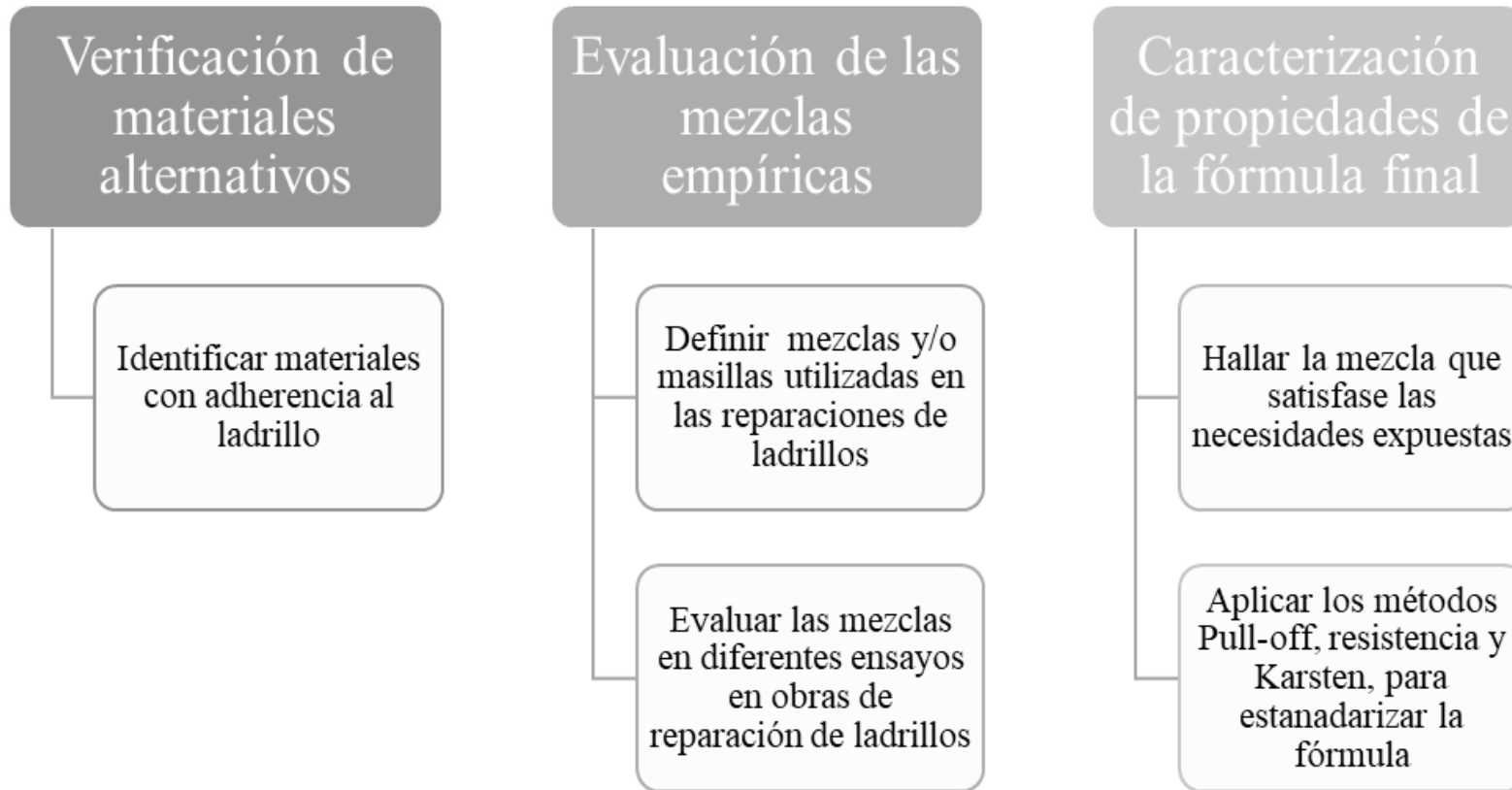
Estandarizar la fórmula de una masilla artesanal, para la reparación de ladrillos como una alternativa en los mantenimientos de fachadas

OBJETIVOS

Objetivos Específicos:

- Identificar materiales y/o formular alternativas existentes para la reparación de ladrillos de fachadas.
- Evaluar las variables de los materiales y/o fórmulas alternativas existentes para la reparación de ladrillos de fachadas.
- Caracterizar las variables para la fórmula definitiva de la masilla artesanal para la reparación de ladrillos.

METODOLOGÍA



Fuente: elaboración propia

METODOLOGÍA

Se definieron mezclas alternativas, con la intención de crear y estandarizar una que cumpliera con las necesidades de durabilidad, resistencia, adherencia, y absorción, suficientes para reemplazar el método tradicional de mantenimiento y reparación de ladrillos en fachadas de construcción. Entre estas se destacaron las siguientes:

- Mezcla 1: Agua + Cemento + Arena + Resina + Pintura
- Mezcla 2: Estuco + Pintura
- Mezcla 3: Agua + Cemento + Pigmento + Resina + Espesante

MEZCLA 1



Fuente: elaboración propia

MEZCLA 2



Fuente: elaboración propia

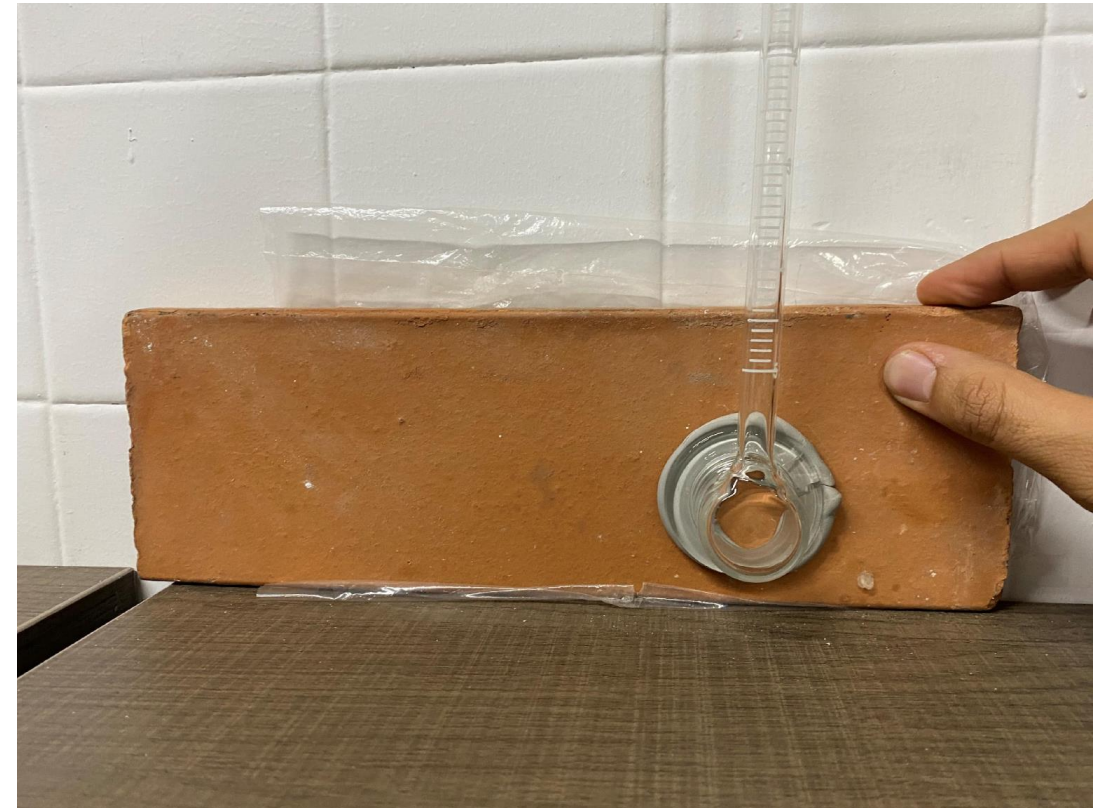
MEZCLA 3



Fuente: elaboración propia

RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN DE HUMEDAD

- Pipeta de Karsten
- UNE-EN 16302
- **Resultado:**
 - **M:1 mm**
 - **A: 5 mm**



Fuente: elaboración propia

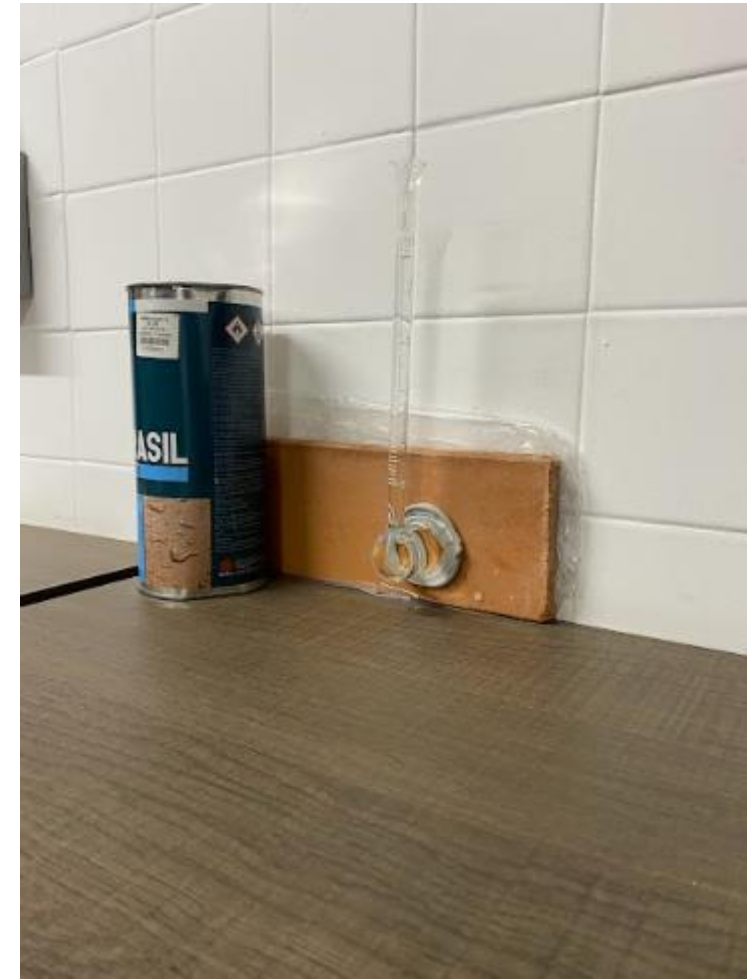
RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN DE HUMEDAD

ENSAYO DE ABOSRCIÓN			
MASILLA	0 minutos /mm	5 minutos /mm	10 minutos /mm
5.1	0	4	6
5.2	0	1	1
5.3	0	1	3
original	0	3	5

Fuente: elaboración propia

Se realiza prueba de penetración de humedad por medio de pipeta de karsten a 3 masillas artesanales y un adobe tradicional, en donde arroja resultados cualitativos en donde la masilla 5,2 (masilla artesanal seleccionada) con poca permeabilidad.

RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN DE HUMEDAD



Fuente: elaboración propia

RESISTENCIA A COMPRESIÓN

- Cubos de adobe
- Cubos de masilla (28 días de curado)
- NTC 220
- NTC 4017
- **Resultados**
 - A :9,07 MPa
 - **M: 20,66 MPa**



Fuente: elaboración propia

RESISTENCIA A COMPRESIÓN

PRESIÓN EN Mpa	MUESTRA			RESISTENCIA PROMEDIO
	1	2	3	
CUBO DE LADRILLO	8,24	9,65	9,34	9,07
CUBO MASILLA ARTESANAL	22,3	19,68	20	20,66

Fuente: elaboración propia

Unidades en Mpa

Se realiza ensayo de resistencia a compresión en donde se fallaron 6 cubos, tres de ellos donde su componente es de masilla artesanal y los otros tres compuestos de un adobe macizo previamente cortados, como resultado cuantitativos se evidencia una mayor resistencia en los cubos de masilla artesanal.

RESISTENCIA A COMPRESIÓN



Fuente: elaboración propia

RESISTENCIA A COMPRESIÓN



Fuente: elaboración propia

ANÁLISIS DE ADHERENCIA

- Pull-Off
- Masilla espesor 1mm-2mm-4mm
- ASTM C 1583
- **Resultados**
 - 1mm: 55,7 Psi
 - 2mm: 77,9 Psi
 - 4mm: 66,3 Psi



Fuente: elaboración propia

ANÁLISIS DE ADHERENCIA

PRESION EN Psi			
MUESTRA			
PIEZA	1	2	3
espesor	4mm	2mm	1mm
masilla artesanal	66,3	77,9	55,7

Fuente: elaboración propia

Se realiza ensayo de adherencia mediante pull off que consiste en transmitir la tensión directa con un equipo portátil al material de recubrimiento arrojando datos cuantitativos. Este ensayo se realizó con la masilla artesanal con dimensiones en espesor diferente.

ANÁLISIS DE ADHERENCIA



Fuente: elaboración propia

CONCLUSIONES

- Por el estudio realizado, es factible implementar una nueva alternativa para el proceso constructivo del mantenimiento de fachadas en ladrillos, la cual se podrá cambiar el método tradicional destructivo por un método alternativo pasivo.
- En el estudio se realizó el método de ensayo y error que nos permitió conocer y comparar el comportamiento del uno con el otro para llegar a la receta elegida la cual cumple con los estándares esperados.
- No es recomendable realizar el proceso de masilla de ladrillos y aplicarle pintura, ya que con el paso del tiempo se desprende del elemento.
- La masilla artesanal que se fabricó y estandarizó, presenta propiedades físico-mecánicas mayores a la de un ladrillo convencional de arcilla.

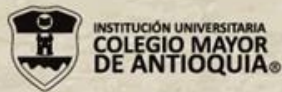
CONCLUSIONES

- La masilla artesanal que se fabricó y estandarizó, mostró menos permeabilidad comparada con un ladrillo convencional de arcilla y se compara con ladrillos con aplicación de hidrófugo en donde su resultado es similar.
- La masilla artesanal en la prueba de adherencia, arrojó datos cuantitativos favorables donde se tiene mejor adherencia en las piezas con profundidad de 2 mm, seguido por la de pieza con profundidad de 4mm y de tercero con piezas con profundidad de 1mm.
- La masilla artesanal será una alternativa sostenible para el mantenimiento de fachadas en mampostería ya que reduciría la contaminación de escombros y fabricación de ladrillos y cemento como lo hace en el mantenimiento tradicional.

XXI Semana de la Facultad de
Arquitectura e Ingeniería

i Bienvenidos!

Edición en Línea. ISSN 2357-5921 Volumen 11- No 1-2023 Publicación Semestral



INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA
COLEGIO MAYOR
DE ANTIOQUIA®

Acreditados
en ALTA CALIDAD



Alcaldía de Medellín
Distrito de
Ciencia, Tecnología e Innovación



EVALUACIÓN DE LOS DESPERDICIOS EN EL CONCRETO LANZADO, ASOCIADOS AL PORCENTAJE DE ADITIVO ACELERANTE UTILIZADO EN SU INSTALACIÓN.

CASO DE ESTUDIO TUNEL FUEMIA, MAR-2.

DABEIBA (ANTIOQUIA)

EVALUATION OF WASTE IN SHOTCRETE, ASSOCIATED WITH THE PERCENTAGE OF ACCELERATING ADMIXTURE USED IN INSTALLATION.

Juan Diego Piedrahita, Esteban Patiño Castaño, Camilo Restrepo Betancur.

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia

Facultad de Arquitectura e Ingeniería



Imagen A: Túnel de Fuemia – Foto tomada de internet



Imagen B: Interior del túnel – Autoría propia



INTRODUCCIÓN

El proyecto MAR-2 está experimentando grandes desperdicios en la obra debido a una mala gestión del material y la dosificación inadecuada de aditivos acelerantes al momento de instalar el concreto lanzado en los túneles. Este proyecto de investigación busca abordar este problema identificando la mejor solución para optimizar el proceso de aditivos acelerantes en la instalación de concreto lanzado en túneles, reduciendo los desperdicios y optimizando los procesos para reducir costos. Los aditivos acelerantes se utilizan para mejorar la adherencia del concreto al terreno de forma más rápida y evitar desprendimientos del material, y el porcentaje adecuado de aditivo se calcula para minimizar los desperdicios y reducir costos.

Imagen C: Foto tomada de internet



Imagen D: Foto tomada de internet



Esta investigación pretende, estudiar una posible solución a una problemática presente en la ejecución de concretos lanzados en diferentes obras de construcción; específicamente en túneles y está centrada en los túneles del proyecto MAR-2 el cual se encuentra en ejecución en el momento de la investigación.

Los concretos lanzados son productos que por su instalación generan un desperdicio especificado, pero se pretende desperdicio que los este no las porcentajes los establecidos el especificac en constructivo operativos en el proyecto se ha evidenciado en mediante pruebas de rebote desperdicios de más del 15% lo cual está superando por más del doble lo establecido para esta actividad

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El proyecto busca encontrar la solución mejor para optimizar el aditivo acelerante en el proceso del concreto lanzado en la instalación de actualmente se generan altos desperdicios de hasta un 15%. Los aditivos acelerantes se utilizan para mejorar la adherencia a la superficie del terreno y disminuir el tiempo de fraguado del concreto. Se busca calcular el porcentaje específico de aditivo para evitar desperdicios significativos y reducir costos, manteniendo la misma resistencia en el concreto lanzado. El proyecto aborda la incidencia del porcentaje de aditivo acelerante en los concretos lanzados.



OBJETIVO GENERAL

Evaluar los efectos del porcentaje de aditivo acelerante en los desperdicios de lanzados y los concretos en propiedades mecánicas.



OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Caracterizar las materias primas utilizadas en la fabricación de concretos lanzados.

Determinar los porcentajes de aditivo acelerante apropiados para la colocación de concretos lanzados.

Determinar los desperdicios generados en la instalación del concreto lanzado, para diferentes porcentajes de aditivo acelerante utilizado.

METODOLOGÍA

El estudio se llevó a cabo mediante una serie de ensayos de laboratorio con el objetivo de verificar las cualidades de los materiales y el comportamiento del concreto lanzado con diferentes dosificaciones de aditivo. Inicialmente, se realizó una clasificación de las materias primas, incluyendo la clasificación de la arena, gravedad específica y absorción agregado grueso, gravedad específica y absorción agregado fino y clasificación del triturado.

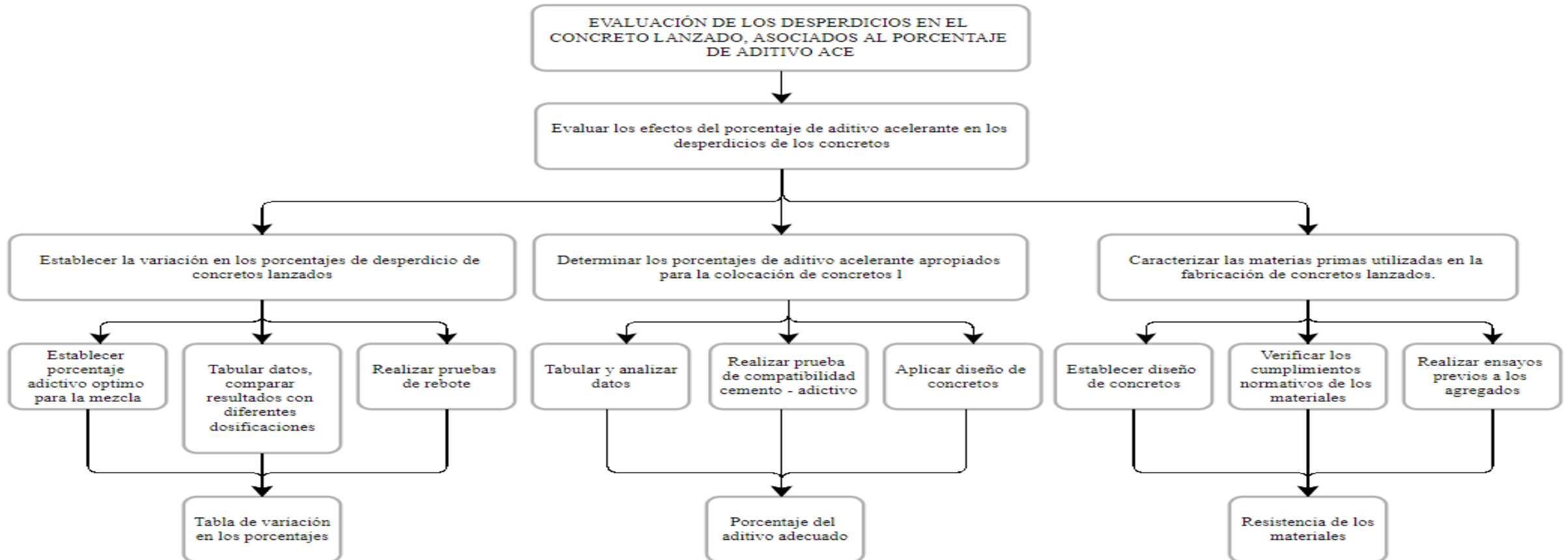


Tabla 1: Clasificación de la arena

Humedad Natural	0	Índice de Grupo	0	Cu	5,27
Límite Líquido	NL	A.A.S.H.T.O.	A-3	Cc	0,84
Límite Plástico	NP	U.S.C.S.	arena bien gradada	D60	1,13
Índice de Plasticidad	0	Módulo de Finura Diseño:	2,8	D30	0,45
Gravas	1,0	%			
Arenas	97,0	%			
Finos	2,1	%			
Módulo de Finura	3,0				

Tabla 4: Clasificación del triturado

Humedad Natural	-	Índice de Grupo	0	Cu	2.12
Límite Líquido	0	A.A.S.H.T.O.	A-1-a	Cc	1.09
Límite Plástico	0	U.S.C.S.	GP	D60	8.33
Índice de Plasticidad	0	Módulo de Finura Diseño:	2,8	D30	9.93
Gravas	85.3	%			
Arenas	14.2	%			
Finos	0.6	%			

Tabla 2: Gravedad específica y absorción de agregado grueso

Muestra	1	2	3	Promedios
Peso en aire de muestra seca, g	184	188	1856	
	2	1		
Peso en aire de muestra SSS, g	187	191	1885.	
	0	0	0	
Peso en agua de muestra SSS, g	118	121	1196.	
	7	2	0	
Gravedad específica aparente (Bulk), g/cm3	2.69	2.69		2.695
	7	5	2.694	
Gravedad específica aparente SSS, g/cm3	2.73	2.73		2.737
	8	6	2.736	
Gravedad específica nominal, g/cm3	2.81	2.81		2.812
	2	2	2.812	
Absorción, %	1.52	1.54	1.56	1.54

Tabla 3: Gravedad específica y absorción de agregado fino

Muestra	1	2	3	Promedios
Peso en aire de muestra seca, g	1645.00	1620.00	1647.00	1637.33
Peso del picnómetro lleno de agua, g	1425.00	1524.00	2152.00	1700.33
Peso del picnómetro lleno de agua + muestra, g	1254.00	2514.00	3142.00	2303.33
Peso de muestra SSS, g	1845.00	1871.00	1863.00	1859.67
Gravedad específica aparente (Bulk), g/cm3	2.40	2.30	2.34	2.35
Gravedad específica aparente SSS, g/cm3	2.20	2.41	2.86	2.49
Gravedad específica nominal, g/cm3	2.20	2.10	2.05	2.12
Absorción, %	12.16	15.49	13.11	13.59



RESULTADOS

Los resultados de las pruebas de rebote y los porcentajes de aditivo utilizados en cada caso, también se realizaron pruebas estadísticas para analizar la significancia de los resultados obtenidos y determinar la dosificación óptima del aditivo acelerante. En las pruebas de rebote con diferentes cantidades de aditivo se verificó los desperdicios causados con un porcentaje inferior y superior al de los diseños. Se utilizaron medidas y unidades estandarizadas en los ensayos, de acuerdo con las normas y estándares internacionales para la caracterización de materiales y diseño de concreto. Se registraron meticulosamente los procedimientos y métodos utilizados en cada ensayo, incluyendo las cantidades de materiales utilizados, los tiempos de fraguado.

Los resultados obtenidos en la clasificación de la materia prima, Con la caracterización inicial se establece que el material arenoso utilizado para el diseño de concreto cumple con las especificaciones técnicas requeridas.

Tabla 7: Resultados de la clasificación de la arena

ENSAYO	RESULTADO %
Solidez	4,12
Terrones de arcilla	0,5
Equivalente de arena	88
Materia orgánica	1
Densidad g/cm ³	2,69
Absorción	1,29

Tabla 8: Resultados de la clasificación del triturado

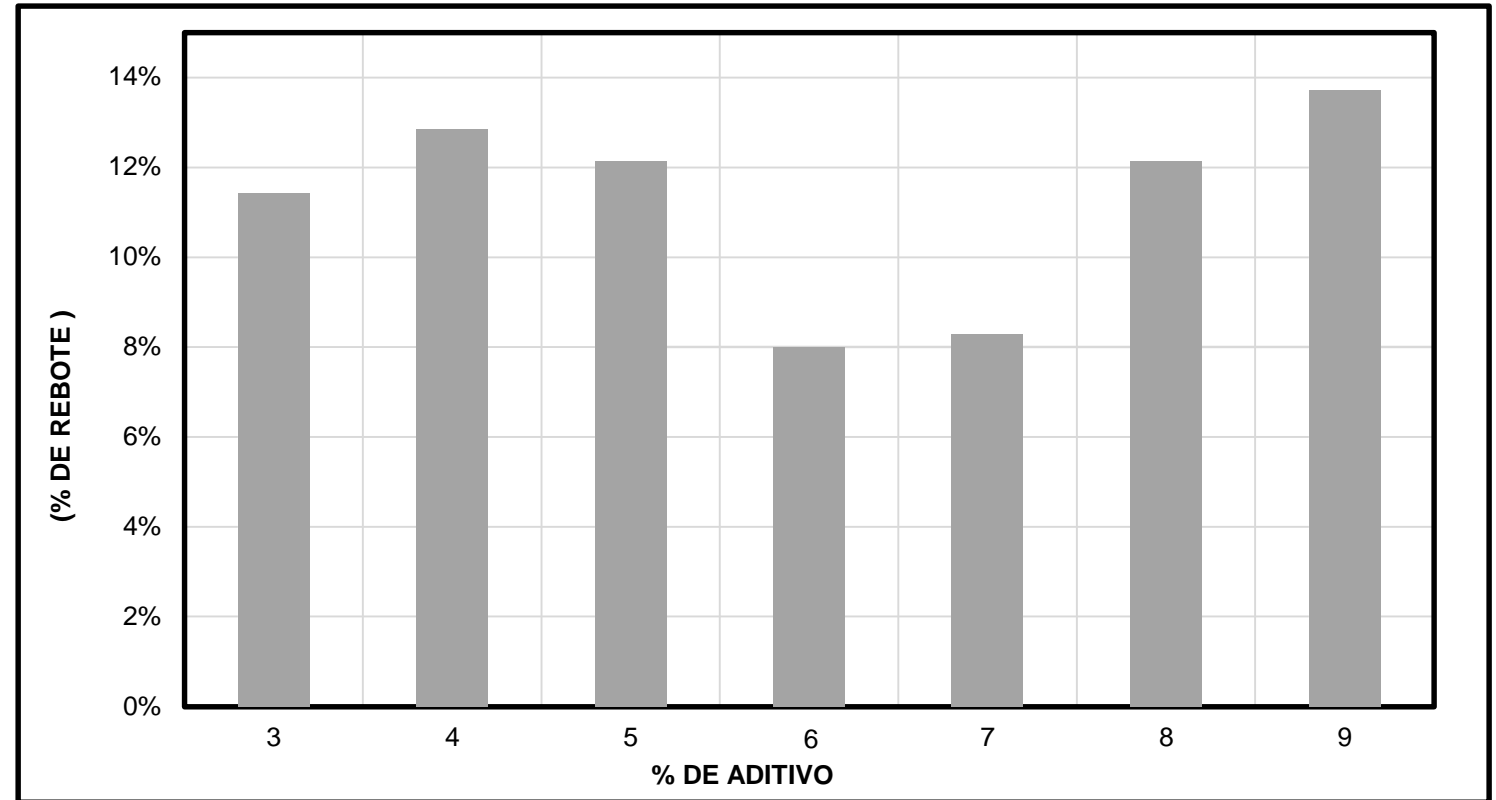
ENSAYO	RESULTADO %
Solidez	2.41
Terrones de arcilla	0,09
Desgaste materiales	17.88
Índice de forma planas alargadas	20.66 18.06
Densidad g/cm ³	2,695
Absorción	1,54

Cuando aplicamos el concreto lanzado vemos que este en su mayor porcentaje se desperdicia.

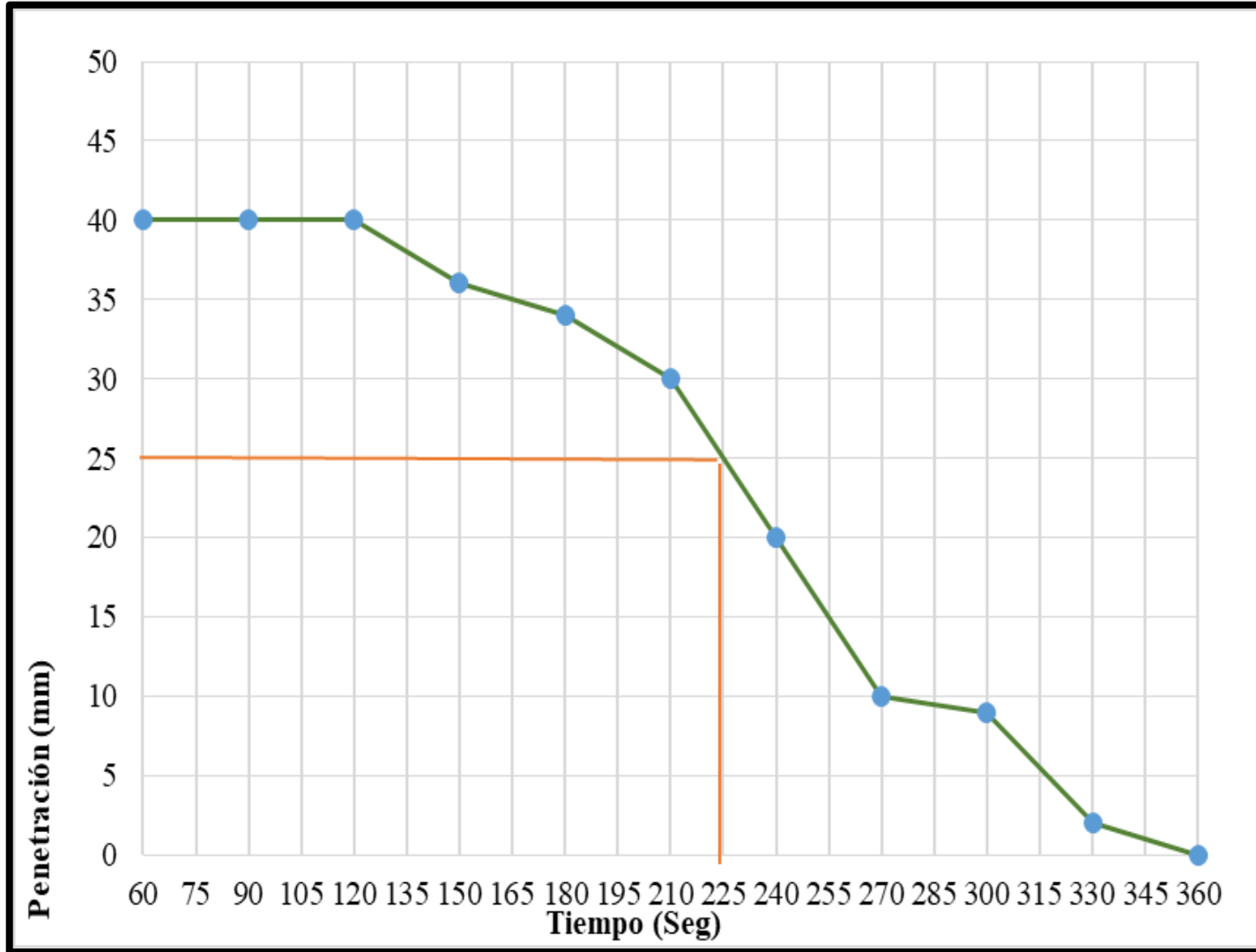
En el transcurso de la investigación hemos evidenciado que se desperdicia casi un 15% del concreto, **este sin el aditivo.**

Al momento de realizar los ensayos con diferentes cantidades y/o porcentajes, nos damos cuenta que el aditivo acelerante óptimo fue el 6%, ya que al momento de la aplicación fue el que menos desperdicio nos generó, reduciendo este en un 8%. como lo evidenciamos en la gráfica.

Gráfica 1: Gráfica de rebote vs Cantidad de rebote



Gráfica 2: Tiempos de fraguado inicial y final



Con esta descripción detallada de los procedimientos utilizados en la investigación, se busca asegurar la replicabilidad del estudio y permitir que otros investigadores puedan seguir los mismos pasos para verificar y validar los resultados obtenidos, cumpliendo así con el objetivo propuesto en la investigación. El resultado del tiempo de fraguado inicial y final nos identifica el proceso de ayuda a concreto fraguado inmediatamente después de mezclar los componentes. Es importante que el concreto se cure adecuadamente durante este tiempo para asegurar su resistencia y durabilidad a largo plazo.

CONCLUSIONES

Los concretos lanzados son productos que dentro de su instalación se deben cuantificar unos desperdicios altos teniendo en cuenta su forma de instalación sin embargo durante los diseños se pretende que este desperdicio no exceda el 7% en procesos constructivos óptimos; en el caso de estudio, se ha evidenciado mediante pruebas de rebote que se presentan desperdicios de más del 15%, al terminar el estudio y realizar los ajustes de acuerdo a los resultados se logró disminuir este desperdicio a los valores óptimos.

En los resultados obtenidos por medio de las pruebas de rebote realizadas en la obra se determina que el porcentaje de rebote más bajo lo presenta los concretos con porcentajes entre el 6 y 7 % de aditivo, reduciendo el desperdicio del concreto en un 8%, generando así ganancias económicas para la empresa la cual realiza esta metodología y a su vez correspondiendo con la resistencia necesaria que se solicita en el diseño de la obra.

Con los resultados de este ensayo de resistencias podemos comprobar la relación que existe entre los porcentajes de aditivos y las resistencias de los concretos, en nuestro caso de estudio es evidente que hay una relación marcada entre estos dos parámetros, debido a que los aditivos acelerantes al ser utilizados en porcentajes altos tienden a producir en el concreto una fenómeno llamado cristalización lo cual no permite el tiempo suficiente para que los elementos químicos reacciones de manera adecuada y estos causan deficiencia en las propiedades de los concretos.



REFERENCIAS

- [1] Martínez Vargas, J. A. (2011). *Análisis del como revestimiento definitivo para túneles. concreto lanzado*
<https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/7538/tesis605.pdf>
- 2Gómez Navas, E. (2018). *Mercado del aditivo acelerante para la construcción de túneles en Colombia en el marco de los proyectos de infraestructura 4G: una aproximación a su estado del arte (Doctoral dissertation, Universidad EAFIT)*. <https://repository.eafit.edu.co/handle/10784/12957>
- 2Huamani Curasma, R. J. (2020). *La granulometría del agregado proyectada con el equipo Ocmer y su influencia en el efecto rebote en el lanzamiento de shotcrete vía seca para labores permanentes, MARSA–Trujillo 2020*. <https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/7205>
- 2 *Concreto lanzado. (s/f). cemexcolombia.com. recuperado el 20 de mayo de 2022*. <https://www.cemexcolombia.com/concretos/lanzado>
- 2 Muñoz Morales, V. D. (2016). *Evaluación del ensayo de volumen de vacíos permeables como método para calificar el grado de durabilidad del hormigón proyectado (shotcrete)* <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/141747>
- 6 *Materiales de construcción, definición y clasificación*. <http://e-construir.com/materiales/>
- 6 *Aditivos para concreto* <https://col.sika.com/content/dam/dms/co01/7/brochure%20aditivos%20para%20concreto.pdf>
- 6Ramos Robles, E. F. (2018). *Diseño de la mezcla del concreto convencional y concreto lanzado (shotcrete) para obtener un concreto de buena calidad, en la compañía minera volcan SA unidad Andaychagua*. <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/321>
- 6Muñoz Calí, M. A (2018). *Validación del método de muestreo y ensayo de la norma coguanor ntg 41013 h1 y h3 (concreto lanzado)*
http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_4278_C.pdf

XXI Semana de la Facultad de
Arquitectura e Ingeniería

i Bienvenidos!

Edición en Línea. ISSN 2357-5921 Volumen 11- No 1-2023 Publicación Semestral



INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA
COLEGIO MAYOR
DE ANTIOQUIA®

Acreditados
en ALTA CALIDAD



Alcaldía de Medellín
Distrito de
Ciencia, Tecnología e Innovación



Evaluación del desempeño de la ceniza volante suministrada por CONCRETAR, como cementante suplementario para la elaboración de concretos con agregados finos reactivos.

Por:

Daniela Castañeda Restrepo

Proyecto de investigación

Construcciones civiles

Introducción

La reacción álcali-agregado ha sido objeto de numerosas investigaciones, y el conocimiento acumulado sobre esta reacción, su mecanismo, sus causas y medidas preventivas, ha permitido un mejor manejo de los problemas asociados a ella. En la industria de la construcción en Medellín es muy común utilizar agregados reactivos para la fabricación de concretos y con esto se asocian todos los problemas patológicos en el concreto. De acuerdo a lo anterior se busca en la Ceniza una alternativa viable como suplemento o complemento del cemento como aglomerante, disminuyendo la reactividad álcali-agregados y cumpliendo con las especificaciones generales del concreto. Este proyecto pertenece a la línea de investigación de materiales, la cual buscará profundizar en la utilización de Ceniza Volante en la preparación de concretos teniendo en cuenta que es un material con características y propiedades las cuales permiten disminuir la reacción álcali- agregado en materiales reactivos, y así asegurar el uso de estos en la elaboración de concretos sin tener la incertidumbre de patologías futuras en estructuras de edificaciones en Medellín, además de ser utilizado como material suplementario al cemento tradicional. Se realizarán ensayos que determinen el porcentaje de reactividad del agregado fino, se buscará disminuir esta reacción entre materiales teniendo en cuenta el porcentaje permitido según la normatividad y obteniendo resistencias 42 Mpa.

Hipótesis de investigación

La reacción álcali-agregado es uno de los problemas más comunes a largo plazo que se encuentra en el concreto, y se manifiesta en forma de fisuras. Esta reacción es de suma importancia puesto que en el medio es muy común encontrar agregados potencialmente reactivos.

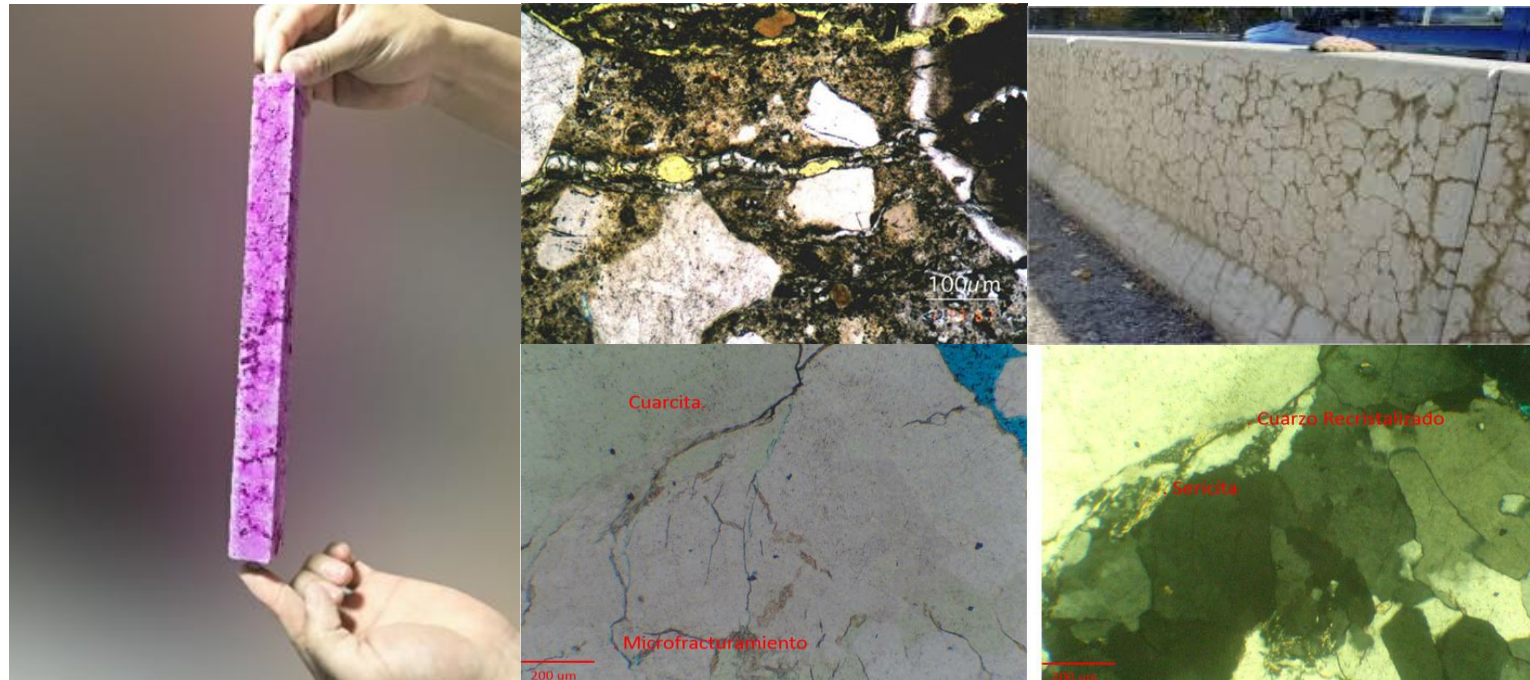


Imagen1. Fisuras en el concreto elaborado con agregado fino reactivo.

Jesús David Osorio Ingeniero Civil. Blog 360 Argos. Colombia. Reacción álcali agregado: un ensayo importante en la tecnología del concreto.

Disponible en: . (<https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/reaccion-alkali-agregado>).

Objetivos

Objetivo General

Evaluar el desempeño de la ceniza volante suministrada por Concretar, como cementante suplementario para la elaboración de concretos con agregados finos reactivos.

Objetivos Específicos

- Determinar el potencial reactivo del agregado fino.
- Establecer diseños de mezcla de concreto a partir de la sustitución de cemento por ceniza volante, a través de la evaluación de pruebas mecánicas y químicas.
- Estimar el impacto económico en la elaboración de concretos con ceniza según el porcentaje reemplazado.

Características del proyecto

El proyecto se basa en clasificar la reactividad del agregado fino utilizando Ceniza volante, según este ensayo determinar la resistencia a la compresión del concreto y después revisar el impacto económico con la utilización de Ceniza en el concreto.

Se clasifica en 3 Etapas:

Etap 1: Caracterización de los materiales: En esta etapa se recolectó la información de los ensayos de calidad suministrados por el proveedor.

Etap 2: Experimento: En esta etapa se realizaron 2 experimentos:

Ensayo de reactividad por método de barras: Tipo de Ensayo - ASTM C1260

Se basa en la medida del cambio de longitud experimentado por una serie de probetas de mortero elaboradas con el agregado que se quiere analizar y el material cementante.

Las barras de mortero se sumergen en una solución de NaOH 1 N a 80°C (176°F) y las expansiones se miden a 3, 7, 14 y 28 días. Al menos 3 barras de mortero con dimensiones estándar 25x25x285 mm (1/4 pulg) 1x1x11-.

Ensayo de resistencia a la compresión de concreto de 42 MPA: Tipo de Ensayo - NTC 673

Trata sobre la determinación de la resistencia a la compresión de especímenes de cilindros de concreto, tales como cilindros moldeados y núcleos perforados. Realizar 9 especímenes de cilindros de 4"x8" por diseño (3, 7, 14 y 28 días).

Características del proyecto

Etapas 3: Análisis de Resultados: Donde se determinó lo siguiente:

- Verificación de la disminución de la reactividad en cada porcentaje
- Resultados a la compresión por cada diseño
- Cálculo del impacto económico por diseño

Impactos Esperados

Las cenizas han sido una de las adiciones cementantes más apetecidas por la industria del concreto a nivel mundial debido a que cumplen con parámetros fisicoquímicos que las hacen capaces de desarrollar propiedades aglomerantes cuando entran en la ecuación de hidratación del cemento Portland, favoreciendo el desempeño del concreto en términos de trabajabilidad, desarrollo de resistencia y durabilidad, entre otras, y adicionalmente generando beneficios económicos y ambientales de re-aprovechamiento del residuo más relevante que generan las termoeléctricas, en línea con los principios de economía circular. Además del impacto que puede generar en la fabricación de concreto, basados en los objetivos de esta investigación se ha comprobado que ayuda en la disminución álcali-agregado, por esta razón se tomó la decisión de realizar el estudio con este tipo de material.

Análisis de Resultados

Reactividad

Dependiendo de la expansión obtenida de las probetas a los 14 días de tratamiento alcalino, se hace la siguiente clasificación:

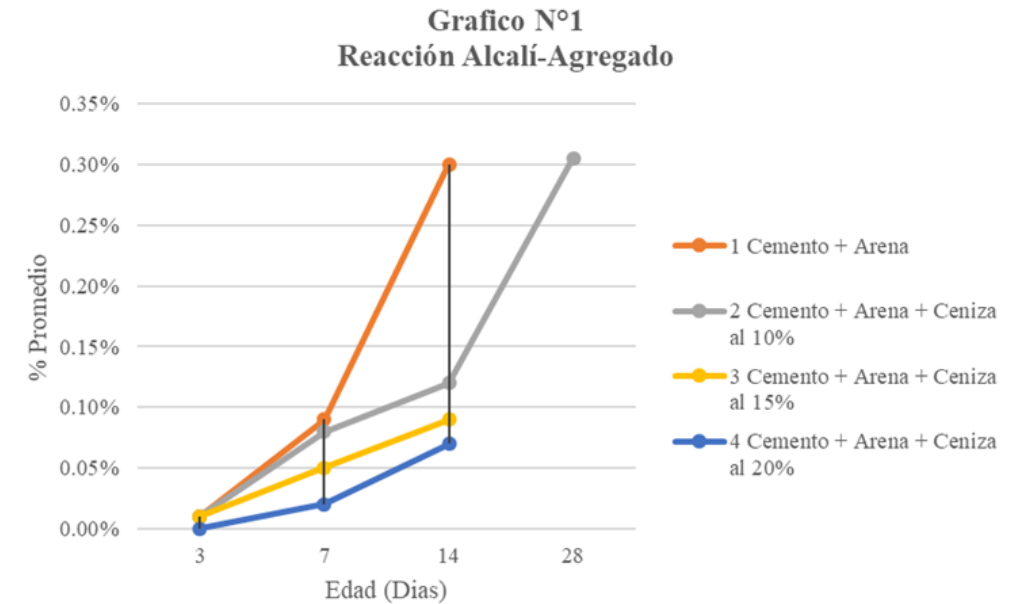
Si la expansión es inferior a 0.10%, el agregado puede considerarse no reactivo.

Si la expansión es superior a 0.20%, el agregado se considera potencialmente reactivo.

Si la expansión está comprendida entre el rango de 0.10% y 0.20%, se requiere continuar con las mediciones hasta el día 28.

Si al transcurrir los 28 días aumenta a 0.20%, se clasifica como potencialmente reactivo.

Tabla N°1					
Reacción Alcalí-Agregado					
N° de Ensayo	Tipo de Mezcla	Resultados (% x Día)			
		3	7	14	28
1	Cemento + Arena	0.01%	0.09%	0.30%	
2	Cemento + Arena + Ceniza al 10%	0.01%	0.08%	0.12%	0.305%
3	Cemento + Arena + Ceniza al 15%	0.01%	0.05%	0.09%	
4	Cemento + Arena + Ceniza al 20%	0.00%	0.02%	0.07%	



Análisis de Resultados

Resistencia a la Compresión

Resultados Esperados

Los siguientes son los porcentajes aceptados por día de falla de las muestras:

3 Días: Resistencia esperada 40%

7 Días: Resistencia esperada 65%

28 Días: Resistencia esperada 100%

El capítulo C.5.6.3.3 de la NSR-10 considera: “El nivel de resistencia de una clase determinada de concreto se considera satisfactorio si cumple con los dos requisitos siguientes”:

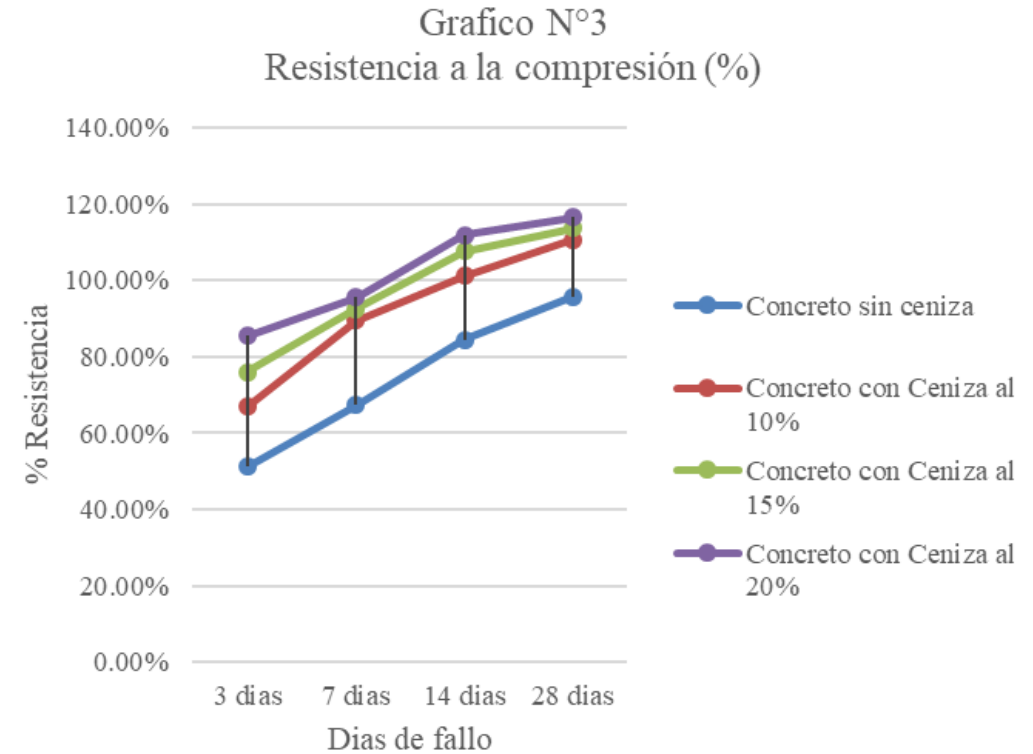
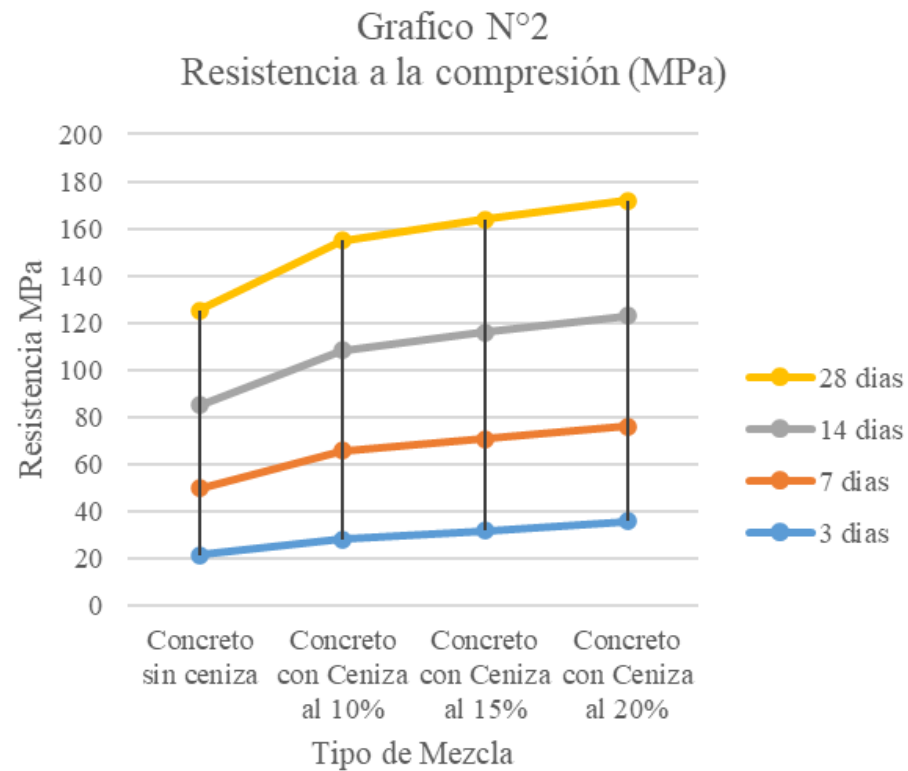
“(a) Cada promedio aritmético de tres ensayos de resistencia consecutivos (véase C.5.6.2.4) es igual o superior a $f'c$ ”.

“(b) Ningún resultado del ensayo de resistencia (véase C.5.6.2.4) es menor que $f'c$ por más de 3.5 MPa cuando $f'c$ es 35 MPa o menor; o por más de $c 0.10f'$ cuando $f'c$ es mayor a 35 MPa”.

Tabla N°2									
Resistencia a la Compresión (42 Mpa)									
N° de Ensayo	Tipo de Mezcla	Resultados (MPa x Dia)				Resultados (% x Dia)			
		3 días	7 días	14 días	28 días	3 días	7 días	14 días	28 días
1	Concreto sin ceniza	21,5	28,3	35,5	40,2	51,19%	67,38%	84,52%	95,71%
2	Concreto con Ceniza al 10%	28,3	37,55	42,5	46,5	67,00%	89,50%	101,19%	110,71%
3	Concreto con Ceniza al 15%	31,95	38,85	45,2	47,8	76,00%	92,50%	107,62%	113,81%
4	Concreto con Ceniza al 20%	35,85	40,2	47	49	85,50%	95,50%	111,90%	116,67%

Análisis de Resultados

Resistencia a la Compresión



Análisis de Resultados

Resistencia a la Compresión



Imagen 2. Fuente: Propia

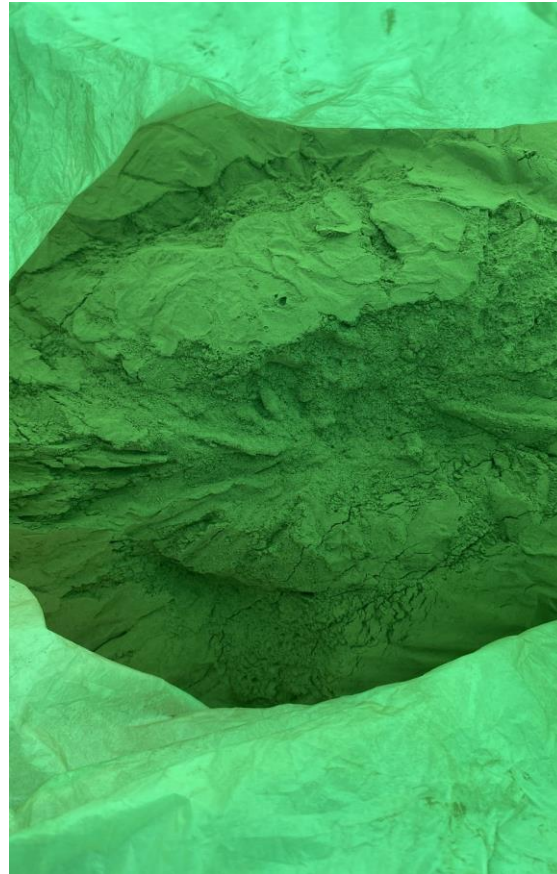


Imagen 3. Fuente: Propia



Imagen 4 y 5. Fuente: Laboratorios SGS.

Análisis de Resultados

Impacto Económico

En cada uno de los ensayos que se realizaron con Ceniza Volante se evidencia un ahorro muy significativo, y entre Mayor es e porcentaje de ceniza utilizado, mayor es el ahorro. Cumplimos con el objetivo esperado.

Tabla N°4		
Resumen Impacto Económico		
Ensayo	Valor Total	Ahorro
Ensayo N°1 (Concreto sin reemplazo)	\$ 401,216	0%
Ensayo N°2 (Concreto con Ceniza al 10%)	\$ 375,024	6.53%
Ensayo N°3 (Concreto con Ceniza al 15%)	\$ 361,928	9.79%
Ensayo N°4 (Concreto con Ceniza al 20%)	\$ 348,832	13.06%

Conclusiones

- Con el resultado del ensayo de reactividad #1, el agregado fino es considerado potencialmente reactivo.
- El ensayo de reactividad #2, como el resultado se encuentra entre 0.10% y 0.20%, se realizó lectura a los 28 días la cual nos dio como resultado que el agregado fino es considerado potencialmente reactivo.
- En los ensayos de reactividad 3 y 4, el agregado fino es considerado no reactivo.
- Con los resultados en general podemos notar como va disminuyendo la reacción alcali-agregado cuando el porcentaje de Ceniza Volante es mayor.
- Los resultados a la compresión de todos los ensayos encontramos que en el diseño donde no se usó adición de ceniza la resistencia no alcanzo el 100% a 28 días, en los demás ensayos alcanzaron más de la resistencia esperada a la misma edad.
- Al obtener todos los resultados de los experimentos propuestos podemos determinar que la ceniza es un material que, si ayuda en la disminución de la reactividad del agregado, es viable en la fabricación de concreto y además es un producto económico que ayuda a disminuir el precio de la fabricación de concreto.

Referencias

- 1)** German Arbeláez Ingeniero Civil. Blog 360 Argos. Colombia. Importancia de las Cenizas Volantes en la producción de concretos. (<https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/concreto/importancia-de-las-cenizas-volantes-en-la-produccion-de-concreto>)
- 2)** Jesús David Osorio Ingeniero Civil. Blog 360 Argos. Colombia. Reacción álcali agregado: un ensayo importante en la tecnología del concreto. (<https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/reaccion-alkali-agregado>).
- 3)** Duran Herrera Ninfa Piedad - Velásquez Amado Norexy (29-abr-2016). Evaluación de la aptitud de concretos, reemplazando parcialmente el cemento portland por cenizas volantes y cenizas de bagazo de caña de azúcar. (<http://repositorio.ufpso.edu.co/handle/123456789/963>)
- 4)** Molina Bas, Omar I. 2008. La influencia de las cenizas volantes como sustituto parcial del cemento Portland en la durabilidad del hormigón. (<https://oa.upm.es/1139/>).
- 5)** William Alexander Bautista-Ruiz - Mercedes Díaz-Lagos - Segundo Agustín Martínez Ovalle. Revista Investig. Desarro. Innov. vol.8 no.1 Duitama Dec. 2017. Caracterización de las cenizas volantes de una planta termoeléctrica para su posible uso como aditivo en la fabricación de cemento. (http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2027-83062017000200135)
- 6)** Gabriel Peña-Rodríguez - Luis René Ortega-Triana. (2014). Universidad Francisco de Paula Santander, Cúcuta. (https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ingenieria_sogamoso/article/view/3481)
- 7)** Augusto Acosta, José Villalba, Roberto Rojas, Ricardo Cabrera. Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ingeniería, Laboratorio de Materiales de Construcción, Cátedra Tecnología de Materiales. (<http://ing.una.py/pdf/1er-congreso-nacional-ingcivil/02ho-ma02.pdf>).
- 8)** Díaz Tello, Otto Anderson 2017 Escuela de Ingeniería Civil. (<https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/1012>).
- 9)** Juan Daniel Cassiani Hernández Ingeniero Civil – Universidad del Norte (<https://manglar.uninorte.edu.co/bitstream/handle/10584/10087/1140858687.pdf?sequence=1&isAllowed=y>)
- 10)** Samuel Huaquisto Cáceres, Germán Belizario Quispe. Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno Perú (http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2313-29572018000200007)
- 11)** O. I. Molina Bas, A. Moragues Terrades y J. C. Gálvez Ruiz. Universidad Politécnica de Madrid. La influencia de las cenizas volantes como sustituto parcial del cemento portland en la durabilidad del hormigón: propiedades físicas, difusión del ion cloruro y del dióxido de carbono (https://www.researchgate.net/publication/45315694_La_influencia_de_las_cenizas_volantes_como_sustituto_parcial_del_cemento_Portland_en_la_durabilidad_del_hormigon_propiedades_fisicas_difusion_del_i_on_cloruro_y_del_dioxido_de_carbono)
- 12)** Pedro Antonio Díaz Jiménez. Universidad Santo Tomás Construcción Arquitectura e Ingeniería Tunja. Efectividad del uso de la ceniza de la Termopaipa como sustituto del cemento en la fabricación del concreto. (<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/22345/2020pedrodiaz.pdf?sequence=6&isAllowed=y>)
- 13)** Flor Moreno Rascón-José Elías Villa Herrera - Cornelio Álvarez Herrera Universidad Autónoma de Chihuahua, México. Reactividad Álcali Agregado la Principal Causa del Deterioro en el Concreto (<https://vocero.uach.mx/index.php/finguach/article/view/349/310>)
- 14)** American Society for Testing and Materials. Método de prueba estándar para determinar la reactividad potencial alcalina de cemento y agregado (ASTM C227) (<https://es.scribd.com/document/124563734/ASTM-C227#>)
- 15)** American Society for Testing and Materials. Análisis petrográfico de agregados (ASTM C 295)
- 16)** American Society for Testing and Materials. Método de Ensayo Estándar para Reactividad potencial Álcali-Sílice de Agregados (Método Químico) (ASTM C 289). <https://es.scribd.com/document/285823468/ASTM-C289-07>
- 17)** American Society for Testing and Materials. Ensayo acelerado de barras de mortero (ASTM C 1260). <https://es.scribd.com/document/337857755/ASTM-C-1260>

XXI Semana de la Facultad de
Arquitectura e Ingeniería

i Bienvenidos!

Edición en Línea. ISSN 2357-5921 Volumen 11- No 1-2023 Publicación Semestral



INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA
COLEGIO MAYOR
DE ANTIOQUIA®

Acreditados
en ALTA CALIDAD



Alcaldía de Medellín
Distrito de
Ciencia, Tecnología e Innovación



IDENTIFICACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS EXISTENTES EN LA PLACA HUELLA DE LA VÍA Terciaria ALTO DEL CAFÉ (MUNICIPIO DE YOLOMBÓ)

IDENTIFICATION OF EXISTING PATHOLOGIES IN THE ROAD SURFACE OF THE ALTO DEL CAFÉ TERTIARY ROAD (MUNICIPALITY OF YOLOMBO)

Jonathan Alexander Henao Serna, Daniela Agudelo Ruiz, Laura Camila Vargas Bedoya

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia

Facultad de Arquitectura e Ingeniería

2023-1



INTRODUCCIÓN

En los últimos años, Antioquia ha buscado mejorar la infraestructura vial terciaria del departamento por medio de la implementación de placa huella o material granular tratado con cemento. Esto con el fin de facilitar el transporte, acceso a los servicios y la calidad de vida de los habitantes de sus nueve subregiones en un total de 125 municipios. Esto generando, consecuentemente, un fortalecimiento de las vías terciarias que impulsa el desarrollo de la economía rural, integra y conecta los municipios, y dignifica la vida en el campo. [20]



Foto autoría propia



Foto autoría propia

La presente investigación está enfocada en un diagnóstico patológico, este es un método viable que está determinado para establecer las posibles causas de las patologías que se presentan en el mundo de la construcción, este estudio lo realizaremos en un tramo de la vía altos del café del municipio de Yolombó. Se realizó un expediente patológico basado en el alto deterioro que la vía mostró en tan poco tiempo de uso.

La metodología utilizada fue enfocada en un muestreo visual de las patologías más representativas a lo largo del trayecto seleccionado, en el cual determinamos y encontramos patologías como: fisuras transversales y longitudinales, descascaramiento, baches, parches, oxidación, humedad y suciedad.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La vía altos del café del municipio de Yolombó construida en placa huella tiene una vida útil de 20 años, esta fue construida a finales del año 2016, a la fecha cuenta con 6 años de uso, se busca identificar en ella patologías como bajo espesor, dosificación de mezclas, tráfico, diseño de juntas, clima, refuerzos, mal mantenimiento, mal diseño de desagües y estabilidad de suelos.



Foto de autoría propia

OBJETIVO GENERAL

Realizar un diagnóstico patológico de la placa huella de la vía alto del café del municipio de Yolombó.



Foto de autoría propia

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Identificar las lesiones patológicas que presenta la vía altos del café- municipio de Yolombó.

Evaluar cuantitativa y cualitativamente las patologías encontradas en la vía alto del café- municipio de Yolombó.

Definir las posibles recomendaciones de intervención o rehabilitación de la vía alto del café- municipio de Yolombó.

METODOLOGÍA

De acuerdo con lo trazado en los objetivos, para llevar a cabo el proyecto se requiere de las siguientes actividades:

- Selección de la vía (placa huella)
- Análisis visual de la vía y recolección de datos (registro fotográfico, toma de muestras).
- Análisis del entorno (clima, tipo de tráfico, condiciones locales).
- Recolección de información (Información de las patologías, tipos de patologías, daños representativos, métodos constructivos, antecedentes).
- Selección de métodos viables para la corrección de las patologías existentes.
- Definición de las posibles recomendaciones de intervención o rehabilitación de la vía alto del café- municipio de Yolombó.

RECONOCIMIENTO DEL PROBLEMA

La vía alto del café se encuentra ubicada en el municipio de Yolombó en el suroeste, conectando con 30 veredas entre ellas, Las Margaritas, Barroblanco, Las Frías etc. Siendo de las vías más importantes hacia la zona veredal la cual cuenta con un (1) kilómetro de longitud, cuatro (5) metros (m) de ancho y una pendiente del quince por ciento (15%). Su diseño constructivo es en pavimento rígido (placa huella), con obras transversales y no cuenta con zona peatonal. El tiempo de pavimentación de esta vía es de 6 años, siendo a finales de 2016 que se entregó la obra, al día de hoy no cuenta con ninguna intervención.

En una inspección ocular realizada por nosotros mismos pudimos notar que en este tramo vial las patologías más encontradas con mayor frecuencia fueron descascatamiento, baches y suciedad, dándole a estas 3 una mayor importancia, y un plan de manejo más desarrollado



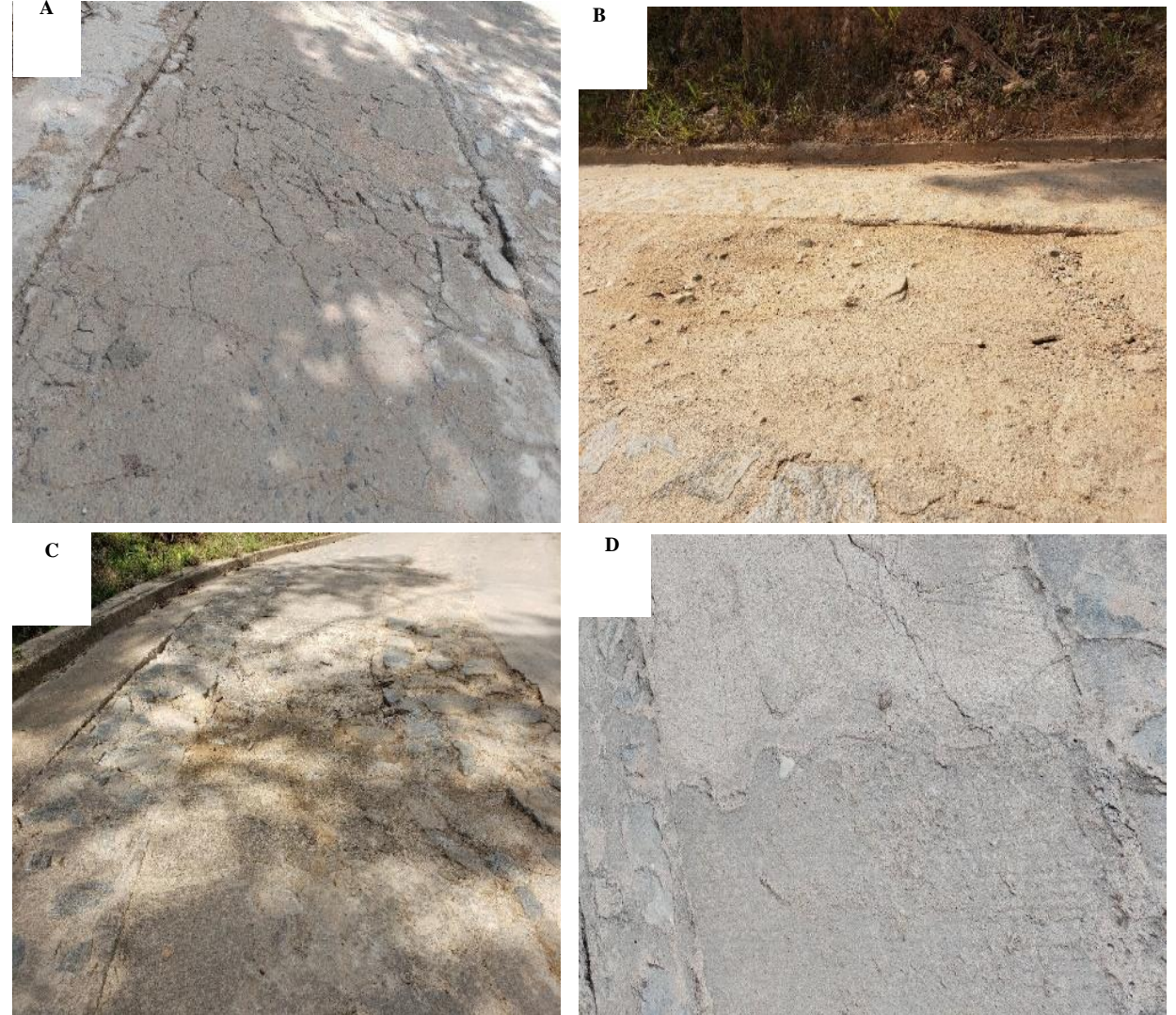
Fuente: Elaboración propia (2023)

PREDIAGNÓSTICO

Realizando el estudio del entorno y observando las fallas que se encuentran en la vía, podemos deducir que estas patologías son:

- Fisuras Transversales y longitudinales
- Descascaramiento
- Baches,
- Parches
- Oxidación
- Humedad
- Suciedad.

Presencia de patologías en la zona de análisis (A-B Fisuras transversales, longitudinales y descascaramiento C-D Baches., parches)



Fuente: Elaboración Propia (2022)

RESULTADOS

Los daños patológicos se codificaron y clasificaron por medio de un código y un color para su localización, estos fueron divididos en cinco (5) grupos con sus respectivos subgrupos, como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Clasificación de daños patológico

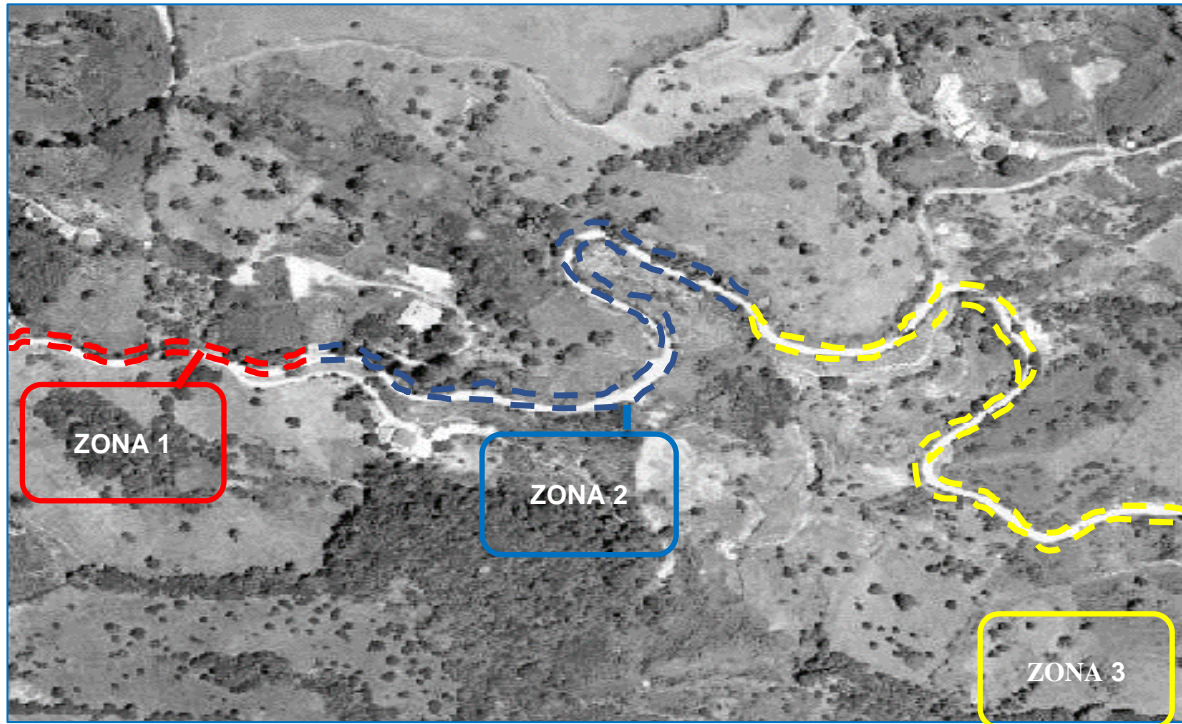
Clasificación por grupo de daños	Clasificación por color	Tipo de lesión	Codigo
Daños Mecánicos	Verde	Fisuras	M-FT M-FL
		Descascaramiento	M-D
Daños Biológicos	Violeta	Organismos Vegetales	B-V
Daños Químicos	Rojo	Oxidación	Q-O
Daños desaciertos constructivos	Amarillo	Errores constructivos	E-C
Daños Físicos	Azul	Humedad	F-H
		Suciedad	F-S

Fuente: Elaboración Propia (2022)

Una vez identificadas las patologías en la vía alto del café municipio de Yolombó se procedió con la cuantificación y levantamiento planimétrico. Para hacer la planimetría dividimos el tramo vial en 3 zonas, como se muestra en la figura 5 y tabla 2

Figura 5

Zonificación de áreas de análisis



Fuente. Elaboración propia (2023)

Tabla 2. Área y clasificación por zonas del tramo vial

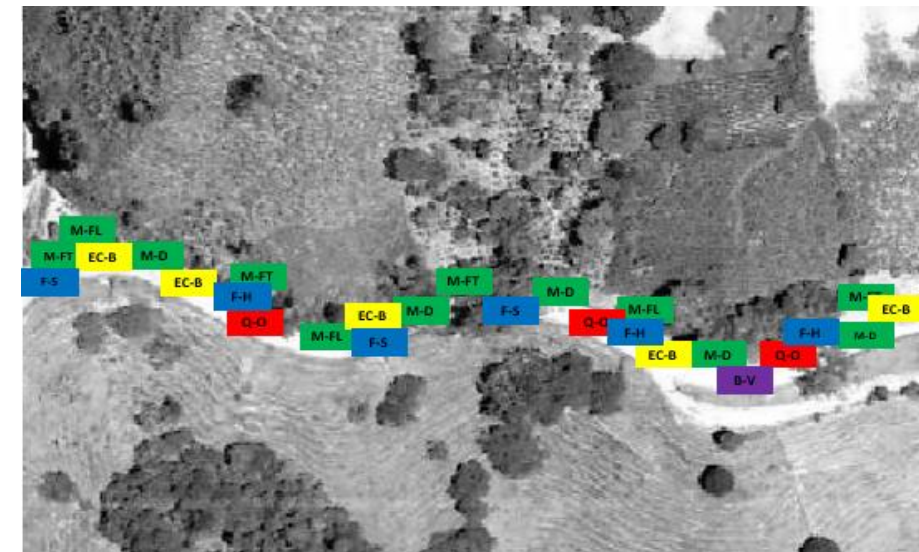
Zona (m)	Codigo	Area (m2)
0-200	Z1	1.000
200-666	Z2	2.330
666-1000	Z3	1.670

Fuente: Elaboración propia (2022)

Levantamiento planimétrico: El levantamiento de las patologías se realizó por zonas, identificando los daños viales con el fin de determinar cuál presenta mayor afectación (Figura, 6, 7, y 8)

Figura 6.

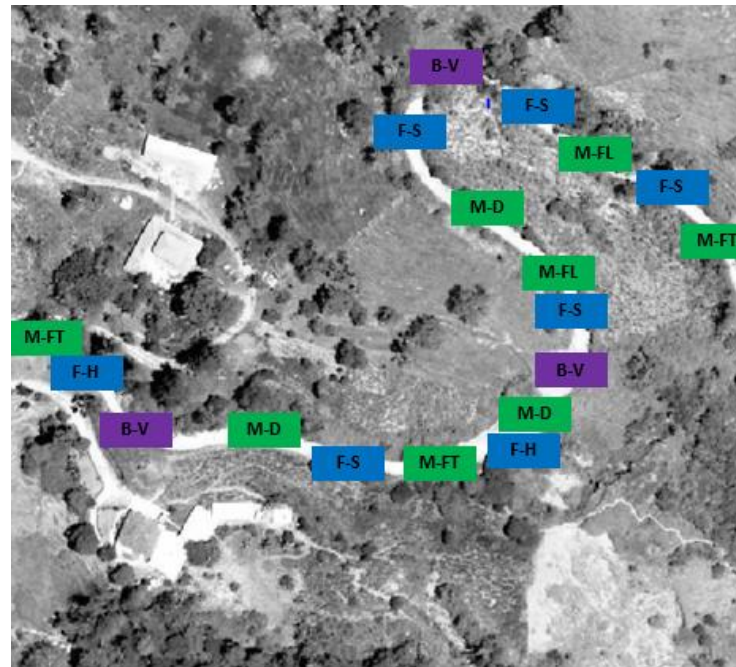
Levantamiento planimétrico de daños zona 1



Fuente: Elaboración propia (2023)

Figura 7.

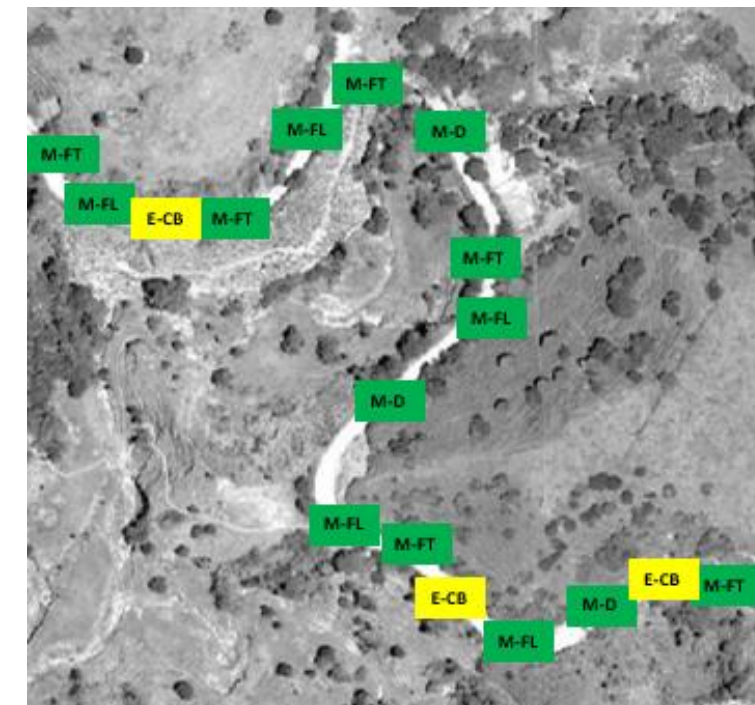
Levantamiento planimétrico de daños zona 2



Fuente: Elaboración propia (2023)

Figura 8.

Levantamiento planimétrico de daños zona 3



Fuente: Elaboración propia (2023)

Tabla 4: Áreas de afectación por lesión

Tipo de daño	Área de afectación (m2)			Área afectada por lesión (m2)
	Z1	Z2	Z3	
Fisuras transversales	2,5	4,0	7,8	14,3
Fisuras Longitudinales	2,2	3,5	3,0	8,7
Descascaramiento	18,0	12,0	13,5	43,5
Baches	22,0	0,0	1,5	23,5
Parche	0,0	0,0	0,0	0,0
Oxidación	3,0	0,0	2,1	2,1
Humedad	2,0	1,5	0,0	3,5
Organismos vegetales	3,0	6,0	0,0	9,0
Suciedad	10,0	4,0	0,0	14,0
Área de afectación por zona	59,7	31,0	27,9	119

Realizamos las mediciones de las zonas afectadas en la vía altos del café, determinando el área de cada patología. Se evidencia en la tabla 4 y 5

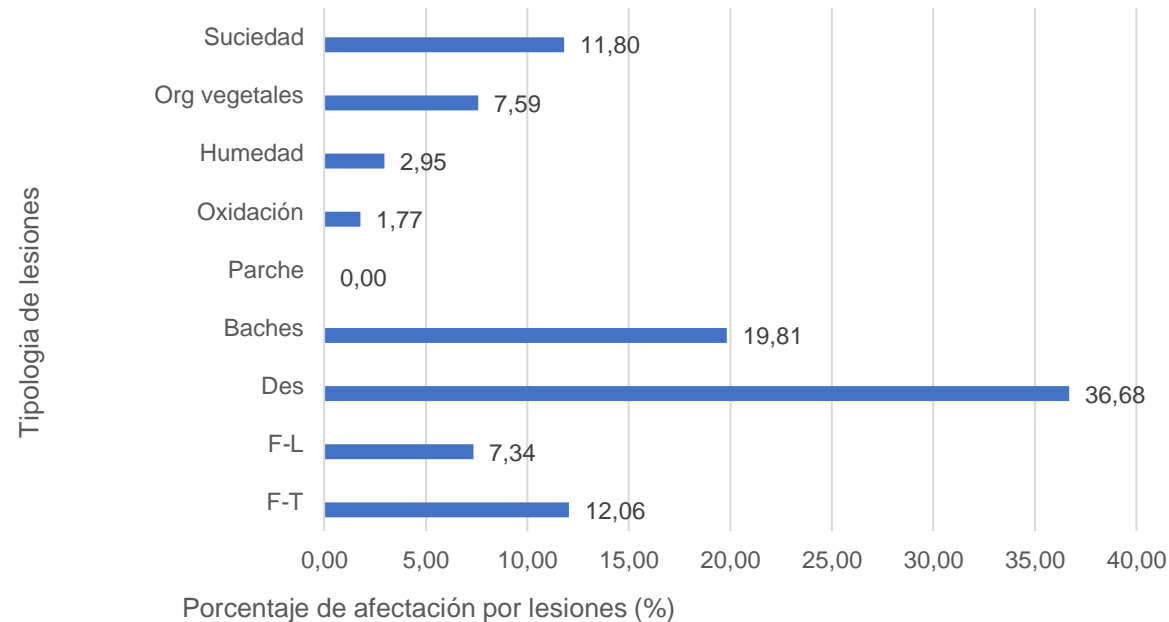
Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla 5: Relación porcentual de áreas

Zona	Z1	Z2	Z3
Área (m ²)	1000	2330	1670
Área total (m ²)	5000		
Área de afectación (m ²)	59,7	31,0	27,9
Área total de afectación (m ²)	119		
Relación porcentual de afectación por zona (%)	20	46,6	33,4
Relación porcentual de afectación con el área total de análisis (%)	2,38		

Fuente: Elaboración propia (2022)

Una vez cuantificadas las alteraciones patológicas. Se estableció que los daños más recurrentes presentes en las zonas de estudio corresponden a los mecánicos con un (56.08%) y los desaciertos constructivos con un (19.81%). En menor porcentaje los daños físicos (14.75%), los biológicos (7.59%) y los químicos (1.77%). Se debe resaltar que no se encontraron patologías de parches. Además, se pudo determinar que los daños más frecuentes en relación con el área de afectación, son descascaramientos y baches como se ve en la Tabla 4. La cuantificación porcentual de las alteraciones de acuerdo con su área de afectación se muestra en la Figura 9.

Figura 9**Cuantificación porcentual de daños patológicos**

Fuente: Elaboración propia (2023)

A partir de la evaluación de las alteraciones patológicas en la placa huella de la vía altos del café se pudo establecer lo siguiente: El tramo con más cantidad de daños y más área afectada corresponde a la zona 1 (Tabla 4).

Logramos determinar que el daño en los pavimentos corresponde a un 2,38% lo que corresponde a 119 m² comparados con el área total de estudio 5000 m², además las patologías estudiadas con mayor porcentaje son fisuras transversales, descascaramientos baches y suciedad que corresponden a un 80.35 % de las patologías de las zonas, y el 19.65% restante a fisuras longitudinales, oxidación, humedad, y organismo vegetal.

ENSAYOS PROPUESTOS PARA LA CORRECTA REHABILITACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS

Un diagnóstico patológico se caracteriza por realizar ensayos para garantizar la certeza de la patología a corregir, por esto, recomendamos proceder a ejecutar estos ensayos que son determinantes para la correcta corrección de las patologías encontradas:

INV E-161-13 Ensayo de densidad de campo: Este método se usa para determinar en el sitio, con el equipo de cono y arena, la densidad y el peso unitario de suelos compactados (Baches y hundimiento) [17].

INV E -213-07 Análisis granulométrico en finos y gruesos: Este método de ensayo tiene por objeto determinar cuantitativamente la distribución de los tamaños de las partículas de los agregados grueso y fino de un material, por medio de tamizado (bases, arenillas, baches y hundimiento) [18].

NTC – 673 Ensayo de compresión concretos: Este método de ensayo trata sobre la determinación de la resistencia a compresión de especímenes cilíndricos de concreto, tales como cilindros moldeados y núcleos perforados. Se encuentra limitado al concreto que tiene un peso unitario mayor que 800 kg/m³ (fisuras longitudinales y transversales) [19].

CONCLUSIONES

- En este proyecto nos enfocamos en las patologías que se presentan en la vía en vista de que esta construcción vial es muy reciente para presentar patologías de este nivel, nos enfocamos en distinguir los diferentes procedimientos constructivos, los tipos de materiales, las condiciones locativas y los diferentes intelectuales adquiridos en estudios previos para poder darle una causa y una solución a esta investigación.
- El mantenimiento de las patologías de la vía es primordial ya que permitirá poner a disposición de toda la comunidad una vía transitable y segura.
- Es necesario implementar un mecanismo que permita realizar un buen mantenimiento a las patologías de esta vía, evitando un mayor daño de esta y afectación a la población.
- El deterioro del tramo vial es de 119m² en comparación con el área total de estudio que corresponde a 5000m², lo que equivale a un 2,38% de área afectada con relación a un 97,62% de área en condiciones óptimas para su uso. Debido a estos resultados llegamos a la conclusión que es mejor la reparación de estos tramos a realizar una nueva vía.

REFERENCIAS

1. BACCA, H. A. (2014). Seguimiento a la aplicabilidad del diseño de placa huella sugerido por el INVIAS para vías terciarias. Recuperado de Zapata Blanca (1991) Rieles de concreto para vehículos. Medellín. Instituto Colombiano de Productores de Cemento, 15p.
2. INVIAS, “E-142-13 Relaciones humedad – Peso unitario seco en los suelos (ensayo modificado de compactación)”. Recuperado de: <https://es.scribd.com/document/356650016/Norma-Inv-E-142-13-EnsayoModificado-de-Compactacion> el 15 de octubre de 2022.
3. Universidad Nacional; INVIAS. (2006). Manual de inspección visual para pavimentos rígidos. INVIAS, 65p.
4. INVIAS, “Especificaciones generales de construcción de carreteras y normas de ensayo para materiales de carreteras”. Recuperado de: <https://www.invias.gov.co/index.php/informacion-institucional/139-documentotecnicos/1988-especificaciones-generales-de-construccion-de-carreteras-ynormas-de-ensayo-para-materiales-de-carreteras> el 15 de octubre 2022.
5. Cabrales Álvarez, Harrimer. (2015). Supervisión e inspección de la obra de mejoramiento, mantenimiento y conservación de la vía Abrego el otro lado-San Miguel–Hato viejo en el municipio de Abrego departamento norte de Santander (Doctoral dissertation).
6. Correa Valderrama, E. (2017). El rol de las vías terciarias en la construcción de un nuevo país. Revista de ingeniería, (45), 64-71.
7. DPN. (2016). Mejoramiento de vías terciarias mediante el uso de placa huellas Versión 1.0
8. Duque Sanabria, C. A., & Tibaquirá García, J. (2010). Estudio de la Patología presente en el pavimento rígido del segmento de vía de la carrera 14 entre calles 15 y 20 en el municipio de Granada departamento del Meta.
9. INVIAS. (2013). Manual de drenaje para carreteras. Colombia: Ministerio de transporte.