

La Incidencia de los Agentes Atmosféricos en el Desarrollo de Procesos Patológicos en los Cerramientos de las Edificaciones

The Incidence of Atmospheric Agents in the Development of Pathological Processes in Building Enclosures

A Incidência de Agentes Atmosféricos no Desenvolvimento de Processos Patológicos em Envolventes de Edifícios

Liliana Rocío Patiño León
Arquitecta, Magíster en Construcción,
Universidad La Gran Colombia.
liliana.patino@ugc.edu.co
 <https://orcid.org/0000-0003-1859-5172>

Recibido: abril 20 de 2021
Aceptado: mayo 20 de 2021
Publicado: mayo 31 de 2021

RESUMEN

La incidencia de los agentes atmosféricos sobre las edificaciones es una de las causas directas más relevantes, que activa o desencadena procesos patológicos de distinta índole, afectando los materiales y sistemas que conforman los cerramientos. En este artículo se reflexiona sobre las lesiones más importantes identificadas en edificaciones y materiales objeto de estudio, los cuales, a partir de una tipificación de lesiones, definición de procesos patológicos y diagnóstico, permitieron reconocer la importancia del diseño de los detalles de fachadas, la calidad en los procesos constructivos y elección adecuada de los materiales, los cuales son fundamentales para garantizar durabilidad y prevenir daños en los elementos constructivos.

Palabras clave: Patología de la edificación; deterioro de los materiales; durabilidad; agentes atmosféricos.

ABSTRACT

The incidence of atmospheric agents on buildings is one of the most relevant direct causes, which activates or triggers pathological processes of different kinds, affecting the materials and systems that make up the enclosures. This article reflects on the most important injuries identified in buildings and materials under study, which, based on a typification of injuries, definition of pathological processes and diagnosis, allowed to recognize the importance of the design of the details of facades, the quality in construction processes and proper choice of materials, which are essential to guarantee durability and prevent damage to construction elements.

Keywords: Building pathology; deterioration of materials; durability; atmospheric agents.

Cómo citar (APA)

Patiño-León, L. R. (2021). La incidencia de los agentes atmosféricos en el desarrollo de procesos patológicos en los cerramientos de las edificaciones. *Procesos Urbanos*. 8(1):e525. <https://doi.org/10.21892/2422085X.525>



©2021 Los Autor(es). Publicado por [CECAR](#)
Revista Procesos Urbanos está distribuido bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-CompartirIgual 4.0](#) Internacional.

RESUMO

A incidência de agentes atmosféricos nas edificações é uma das causas diretas mais relevantes, que ativa ou desencadeia processos patológicos de diversos tipos, afetando os materiais e sistemas que compõem os recintos. Este artigo reflete sobre as lesões mais importantes identificadas nos edifícios e materiais em estudo, que, a partir de uma tipificação das lesões, definição dos processos patológicos e diagnóstico, permitiram reconhecer a importância do desenho dos detalhes das fachadas, da qualidade na construção, processos e escolha adequada dos materiais, essenciais para garantir durabilidade e evitar danos aos elementos construtivos.

Palavras chave: Patologia da construção; deterioração de materiais; durabilidade; agentes atmosféricos.

INTRODUCCIÓN

Las edificaciones se encuentran en un contexto inmediato, con unas particularidades específicas que inciden directamente el comportamiento de los cerramientos, sus materiales y la durabilidad de estos. Factores como la contaminación ambiental (Monjo,1997); la acción de los agentes atmosféricos como la lluvia, el sol, el viento, heladas y cambios térmicos son la causa directa más común del deterioro en los materiales. Esta causa de deterioro no se puede eliminar como tal; por tanto, se debe reconocer y diseñar para que los edificios interactúen de manera adecuada, evitando la aparición de procesos patológicos que se pueden prevenir desde el diseño y la construcción del proyecto.

En ese sentido, desde el diseño arquitectónico, se debe en primera instancia reconocer el contexto y las condiciones medioambientales con las cuales el edificio va a interactuar a lo largo de su vida útil, para, de esta manera, hacer un diseño eficiente; no solo respondiendo a las necesidades bioclimáticas o formales, sino a las solicitudes técnicas, en cuanto a la especificación de los materiales a implementar, la calidad de los mismos y los detalles constructivos de los cerramientos, que determinarán cómo será el comportamiento del edificio y los posibles procesos patológicos que presentará a lo largo de su vida útil.

Investigaciones previas sobre el deterioro de los cerramientos han permitido identificar los procesos patológicos más comunes por acción de agentes atmosféricos (Patiño, 2012) como, ensuciamiento, humedades, erosión, afectación por rayos UV, cambios térmicos y heladas. Estos procesos se manifiestan de diferentes maneras dependiendo el tipo de material y proceso constructivo. En ese

sentido, materiales como los bloques cerámicos y en concreto para mampostería, el concreto, la madera y guadua, comúnmente utilizados en la construcción, presentan deterioros significativos, que afectan no solo la estabilidad de las edificaciones, sino los costos por mantenimiento y desvalorización de los proyectos. Lo anterior, se fundamenta principalmente en la compilación de investigaciones con estudios de caso que nos han permitido, desde un seguimiento progresivo, identificar el comportamiento de estos materiales expuestos a la acción de agentes atmosféricos por un periodo de tiempo determinado y establecer algunas medidas de prevención aplicables desde el diseño, construcción y mantenimiento que promuevan a la conservación y durabilidad de los materiales en las edificaciones.

METODOLOGÍA

Para el estudio de los deterioros en las edificaciones, y específicamente en las citadas en este artículo, se parte de establecer el estudio de caso o proyecto objeto de análisis. Patiño (2012) tomó 10 edificios en mampostería cerámica a la vista en la ciudad de Bogotá, mientras que Ayala, González y Romero (2018) tomaron 3 construcciones en bloque de concreto y el análisis directo en muestras. Por su parte, Barreto, Martínez y Patiño (2018) analizaron 6 construcciones con guadua a la vista. En los tres proyectos se buscó analizar el comportamiento del material frente a la acción de agentes atmosféricos, con el fin de identificar las lesiones típicas presentadas.

Teniendo los estudios de caso definidos, se procedió con la identificación y clasificación de lesiones en los elementos constructivos, para lo cual es necesario documentar mediante registro fotográfico y fichas

de diagnóstico que permitan tipificar los procesos patológicos, para, finalmente, emitir el diagnóstico de causas directas e indirectas. Se documentó información sobre antecedentes de la edificación en cuanto al diseño y proceso constructivo, y se analizaron los materiales afectados, para conocer sus propiedades y características. De esta manera, se determinó la incidencia de estos aspectos en las lesiones tipificadas. Para, finalmente, establecer las causas de los procesos patológicos típicos.

RESULTADOS

Las edificaciones se encuentran expuestas a diferentes factores que interactúan de manera directa y que inciden en el comportamiento de estas en su vida útil. Estos factores, como el suelo de soporte y todas las variables que pueden presentarse desde el punto de vista geotécnico, el contexto en general y la acción de agentes como el sol, la lluvia, el viento, los cambios de temperatura y la humedad, afectan los cerramientos fachadas y cubiertas o el comportamiento de la edificación en general cuando se trata de problemas originados por la interacción suelo-edificio.

La acción de los agentes atmosféricos sobre los cerramientos, (Patiño, 2012) se evidencia tras la constante identificación de cerramientos en mal estado, evidenciando lesiones como Ensuciamiento, Humedades, Eflorescencias, Erosiones, Desprendimientos, Afectación por la Incidencia de Rayos UV, entre otros, que, como consecuencia, conllevan a problemas técnicos constructivos, de confort y sobrecostos para los usuarios (ver Figuras 1, 2,3).



Figura 1. Humedad, erosión y musgo.
Fuente: Autor.



Figura 2. Humedad Ensuciamiento, eflorescencias.
Fuente: Autor.



Figura 3. Ensuciamiento.
Fuente: Autor.

Estos procesos se deben, según Monjo (1999), principalmente a problemas de diseño, calidad de material, ejecución, mantenimiento. Estas causas fueron analizadas por Patiño (2012), quien desde su investigación logra corroborar algunos aspectos sobre estos problemas, los cuales se resumen a continuación.

Diseño. Se identifica ausencia o deficiencia en los detalles constructivos de acuerdo con el tipo de fachada y el tipo de material a especificar, y falta de claridad sobre las especificaciones de durabilidad para los materiales de cerramientos. Muchas veces se da más prioridad hacia los aspectos formales de la edificación, que hacia la durabilidad y comportamiento de los materiales especificados.

Calidad del Material. Procesos de fabricación deficientes, no se tiene suficiente claridad de los usos y aplicaciones de los materiales para

cerramientos, las especificaciones de durabilidad son escasas, no se tienen en cuenta sus características y propiedades al momento de la elección.

Ejecución. Procesos constructivos poco tecnificados, deficiente cumplimiento de los lineamientos normativos, o ausencia de los mismos, cambio de especificaciones técnicas.

Mantenimiento. Procesos de mantenimiento inadecuados que generan sobrecostos, ausencia de mantenimiento promoviendo la aparición de lesiones, ausencia de protocolos de mantenimiento que garanticen la durabilidad de los materiales. En ocasiones los procesos de mantenimiento implican altas inversiones y frecuencia en los procesos, haciéndolos poco viables.

Patología y Conceptos. Para el análisis y la comprensión de cómo se presentan los diferentes procesos patológicos en los cerramientos, se parte de la identificación y la clasificación de las lesiones típicas presentadas en las edificaciones, para lo cual fue necesario tomar una clasificación de los tipos de lesiones y las principales causas, planteadas por Monjo (1997), quién clasifica las lesiones en físicas, mecánicas y químicas, las cuales, según su causa u origen, pueden ser primarias o secundarias, teniendo en cuenta el proceso patológico o mecanismo de daño.

También se identifican las causas de lesiones y estas se definen como Directas e Indirectas (Monjo, 1999), siendo las Directas las que inician el proceso patológico, y pueden ser esfuerzos mecánicos, agentes atmosféricos, contaminación, etc., lo que no se puede prevenir. Y las Indirectas, que se trata de errores, defectos de diseño o ejecución, calidad de material; estas se pueden prevenir. Ambas actúan de manera conjunta, siendo las indirectas las que activan los procesos patológicos.

Para los efectos de los procesos de investigación llevados a cabo, se hizo enfoque principalmente en las Causas Directas Físicas, definidas por Broto (2006) como los agentes atmosféricos que inciden sobre los edificios. Como la lluvia que provoca humedades, ensuciamientos por lavado diferencial, etc.; el cambio de temperatura que provoca dilataciones y contracciones que suelen convertirse en fisuras y grietas; las heladas, que provocan desprendimientos y erosiones; el viento, que influye en la acción de la lluvia; y la contaminación

atmosférica, que produce el ensuciamiento de las fachadas por lavado diferencial o por depósito.

Edificio y contexto. La acción de los diferentes agentes que actúan en el contexto, según Patiño (2012), actúan de forma dispersa dentro del contexto inmediato a las fuentes de emisión, según la dirección del viento. La lluvia funciona como recolector de partículas suspendidas en el aire o en la atmósfera; su actuación disminuye los índices de contaminación en determinados sectores o épocas del año dentro de la ciudad. La afectación del viento está determinada por el sentido del recorrido de este y por las posibles sombras de viento para horas de la mañana y tarde. Por tanto, los agentes atmosféricos no actúan siempre de la misma manera; esto depende de las condiciones propias del lugar. De igual manera, sucede con el grado de deterioro que puede presentar el mismo material en contextos diferentes.

Ahora bien, todos los materiales presentan afectaciones en mayor o menor medida. Esto depende de sus propiedades físicas, mecánicas y su composición química. En materiales cerámicos, la acción de los agentes atmosféricos, según Maguregui (2007), puede hacer que el material se vuelva inestable y sufra cambios microestructurales y mineralógicos que se denominan meteorización, erosión o pérdida de la capa superficial del material. También, el autor divide las causas de deterioro en dos procesos específicamente: el primero originado por procesos físicos de desintegración, como ciclos de calor y frío, húmedo y seco, partículas que chocan con el material por la fuerza del viento. El segundo obedece a procesos químicos, destacando las reacciones entre la superficie del material la atmosfera.

En materiales como la guadua, estudios realizados por Wang and Ren (2008), (Yu et al., 2018) Barreto, Martínez y Patiño (2018) identifican alteraciones en la superficie del material por causa de su interacción con los agentes atmosféricos como el sol, la lluvia, cambios de temperatura y el viento, evidenciándose en cambios de color en la superficie, afectación de la lignina y aparición de fisuras, facilitando la aparición de otros procesos patológicos y por ende el deterioro del material, que al ser un material (Zea et al., 2018) natural y sostenible, (Kaminski et al., 2016) es más susceptible al deterioro, presentando también procesos como pudrición por causa de la humedad.

Teniendo en cuenta los diferentes procesos patológicos identificados y los conceptos planteados, se desarrollaron propuestas de investigación que buscan identificar las lesiones típicas que se presentan en los cerramientos por acción de agentes atmosféricos, y las principales causas, en diferentes materiales, como mampostería cerámica, bloques de concreto y guadua.

Para el caso de la mampostería cerámica, Patiño (2012) analiza los deterioros presentados en fachadas, tomando 10 edificios estudio de caso, que le permitieron identificar los principales deterioros generados por acción de agentes atmosféricos, y llegando a la conclusión que las principales lesiones físicas primarias identificadas son el ensuciamiento por lavado diferencial, generado por fallas en la resolución de los detalles constructivos y deficientes políticas de mantenimiento en las edificaciones. También, se identifica la erosión atmosférica, causada por problemas de calidad del material, incidencia del agua lluvia y contaminación ambiental. Otras lesiones que son de origen secundario también resultaron relevantes dentro del estudio realizado; de este grupo la principal lesión fueron las eflorescencias, seguidas de musgo y manchas. También se identificó que las eflorescencias más complicadas son las generadas por sales de vanadio en las arcillas (ver Figuras 4 y 5), lo cual fue evidenciado tanto en los casos de estudio realizados, como en los ensayos con piezas de ladrillos nuevos.



Figura 4. Humedad, eflorescencias, ensuciamiento, erosión.
Fuente: Autor.

Lo anterior lleva a que sea común encontrar fachadas en mal estado, o con procesos de deterioro importantes, que, si bien no afectan el sistema estructural de la edificación, si generan procesos de sobrecostos a los usuarios.



Figura 5. Humedad, eflorescencias, ensuciamiento, erosión.
Fuente: Autor.

En cuanto a los bloques de concreto, Ayala, González y Romero (2018) analizan el comportamiento de los bloques frente a la intemperie, identificando como lesiones primarias más frecuentes de origen físico el ensuciamiento por lavado diferencial y la humedad, causadas por falencias en los detalles constructivos de diseño y calidad del material, por absorción de agua. Para lo cual, las autoras realizan adicionalmente un análisis de la permeabilidad de bloques sin y con hidrofugante, mediante el ensayo con la pipeta Karsten, donde analizan la absorción de agua de las piezas (Figuras 6 y 7).



Figura 6. Ensuciamiento.
Fuente: Autor.



Figura 7. Humedad, ensuciamiento, eflorescencias.
Fuente: Autor.

Este ensayo les permitió identificar que las piezas sin hidrofugante presentaron un porcentaje de absorción alto, el cual disminuyó luego de aplicar la capa de hidrofugante. Permitiendo determinar la importancia de las películas hidrofóbicas como alternativa de prevención de humedades en las fachadas, y protección de las superficies en este caso de los bloques en concreto.

Respecto a la guadua como material de construcción, (Barreto, Martínez, Patiño 2018) identificaron como lesión física primaria, problemas asociados a la fotodegradación o afectación por luz, en 6 construcciones estudio de caso analizados. La fotodegradación, según Broto (2006), se debe principalmente a la acción de agentes como los cambios higrotérmicos, la lluvia el hielo, y la acción de los rayos UV del sol. Se identificaron cambios de color de amarillo a gris en la superficie del material de los estudios de caso analizados. Dicho cambio de color se da por la aparición de mohos que se alimentan de la lignina degradada. En este proceso según Wang, Ren (2008) se afectan las fibras de las paredes del material evidenciando grietas intensas dentro de la pared. Dando paso al ataque de agentes bióticos y el ingreso de la

humedad al interior del material. Lo anterior fue corroborado Barreto, Martínez y Patiño (2020) en el estudio experimental ensayo de fotodegradación, donde se identificaron deterioros visibles a causa de la exposición de la guadua durante un tiempo determinado (Figuras 8, 9 y 10).



Figura 8. Columna en guadua afectada. Fotodegradación, fisuras, ensuciamiento.
Fuente: Autor.



Figura 9. Columna en guadua afectada. Fotodegradación, fisuras, ensuciamiento.
Fuente: Autor.



Figura 10. Prototipo para evaluar el deterioro por acción de agentes atmosféricos. Presentó fotodegradación, fisuras, ensuciamiento.

Fuente: (Barreto, Martínez y Patiño, 2020)

Por lo anterior, la protección por diseño es fundamental para garantizar la vida útil del material, como lo sugiere Kaminski, Andrew, Trujillo (2016). "El bambú y la madera son vulnerables al ataque de insectos y podredumbres y, por lo tanto, necesitan protección." También sugieren que para prevenir la pudrición el bambú debe mantenerse seco mediante la implementación de buenos detalles constructivos que eviten la exposición del material a la intemperie.

Conclusiones

La vida útil de las edificaciones depende de la calidad de la construcción, materiales especificados y detalles de diseño, que permitan la interacción adecuada entre los cerramientos y los agentes atmosféricos, que son la causa directa más importante en el desarrollo de procesos patológicos en los materiales expuestos. Al ser una causa que no se puede eliminar, es necesario diseñar edificaciones donde su diseño responda de manera adecuada al contexto y se mitigue el deterioro de los materiales, que, según las investigaciones expuestas, son susceptibles al deterioro.

El diseño arquitectónico de detalles constructivos en los cerramientos y su ejecución son aspectos fundamentales en la durabilidad de los materiales y, por ende, de las edificaciones, un buen diseño y construcción prevendrán la aparición de lesiones como ensuciamiento, humedad y lesiones secundarias como aparición de erosiones, musgo, eflorescencias, para el caso de los materiales pétreos. Adicionalmente, se disminuyen los procesos de mantenimiento y sobrecostos por intervenciones que buscan mejorar el comportamiento de materiales y cerramientos.

REFERENCIAS

- Ayala, A, González, L. Romero, L. (2018). Recomendaciones para tratar las lesiones físicas más frecuentes en bloques de concreto. [Monografía] Universidad La Gran Colombia. Bogotá D.C.
- Barreto, W. Martínez, M. Patiño, L. (2018) Propuesta de experimento para estudiar la fotodegradación en estructuras de guadua como lesión típica de seis casos vistos. Universidad La Gran Colombia. https://www.academia.edu/39225775/Propuesta_de_experimento_para_estudiar_la_fotodegradaci%C3%B3n_en_estructuras_de_gadua_como_lesi%C3%B3n_t%C3%ADpica_de_seis_casos_vistos
- Barreto, W. Martínez, M. Patiño, L. (2020) Agentes ambientales en construcciones en bambú guadua, metodología de intervención, mantenimiento y prevención. Universidad La Gran Colombia. <https://repository.ugc.edu.co/bitstream/handle/11396/5740/AGENTES%20ATMOSF%c3%89RICOS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Broto, C. (2006). Tratado Broto De La Construcción: Patologías de los Materiales, vol. I. México: Océano de México.

- Kaminski, S, Andrew, L. Trujillo, D. (2016) Guía de Diseño para la Vivienda de Bahareque Encementado. Informe Técnico de INBAR N° 38
- Maguregui, H. (2007) Estudio del impacto medioambiental sobre ladrillos históricos mediante una nueva metodología analítica. Tomado de: <http://158.227.5.164/moodle/file.php/46/Resultados/Memoria-Tesis-Master-Maite-Maguregui.pdf>.
- Monjo, J. (1997). Patología de cerramientos y acabados Arquitectónicos. Ed. Munilla – Leira, Madrid – España. ISBN 84-89150-12-5.
- Monjo, J. (1999). Tratado de Rehabilitación, tomo II, cap II – Documentación técnica, La patología y los estudios patológicos. (Edición) Madrid – España: Ed. Munilla – Leira
- Patiño, L. (2012). Patología del ladrillo en fachada por acción de agentes atmosféricos. Caso de estudio ciudad de Bogotá. [Tesis maestría] Universidad Nacional de Colombia. Bogotá D.C.
- Wang, X., Ren, H. (2008) Surface deterioration of moso bamboo (*Phyllostachys pubescens*) induced by exposure to artificial sunlight. The Japan Wood Research Society. <https://doi.org/10.1007/s10086-008-0994-0>
- Yu, Hai-Xia. Pan, X. Wang, Z. Yang, Wei-ming. Zhang, Wen-fu. Zhuang, Xiao-wei. (2018) Effects of heat treatments on photoaging properties of Moso Bamboo (*Phyllostachys pubescens* Mazel). Wood Science and Technology.
- Zea, E., Habert, G., Correal, J., Archilla, H., Echeverry, J., Trujillo, D. (2018) Industrial or Traditional Bamboo Construction? Comparative Life Cycle Assessment (LCA) of Bamboo-Based Buildings. Sustainability 2018, 10(9), 30 96; <https://doi.org/10.3390/su10093096>