

**INCIDENCIAS DE LA HUMEDAD EN LAS VIVIENDAS DE LA CIUDAD DE
MONTERÍA Y PRINCIPIOS DE PROTECCIÓN**

**LINA MARCELA OSPINO PÉREZ
NICOLE ANDREA OYOLA ANAYA**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
MONTERÍA
2022**

**INCIDENCIAS DE LA HUMEDAD EN LAS VIVIENDAS DE LA CIUDAD DE
MONTERIA Y PRINCIPIOS DE PROTECCIÓN**

**LINA MARCELA OSPINO PÉREZ
NICOLE ANDREA OYOLA ANAYA**

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Civil

**Directora
GLORIA ESTHER URREA CEFERINO
Ingeniera Civil**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
MONTERÍA
2022**

Noviembre del 2020

Lina Marcela Ospino Pérez y Nicole Andrea Oyola Anaya

“Declaro que este trabajo de grado no ha sido presentado con anterioridad para optar a un título, ya sea en igual forma o con variaciones, en ésta o en cualquiera otra universidad”. Art. 92, parágrafo, Régimen Estudiantil de Formación Avanzada.

Firma del autor (es)

Lina Ospino Pérez

Lina Marcela Ospino Pérez

C:C 1.003.046.243

Nicole A Oyola A.

Nicole Andrea Oyola Anaya

C:C 1.002.001.039

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por guiarnos, iluminarnos y ponernos en este camino, por permitirnos estudiar esta hermosa carrera y por todas las personas que hicieron parte de este proceso.

Gracias a mis padres Samuel Ospino y Piedad Pérez por estar incondicionalmente y ser un pilar para cumplir este sueño. Gracias a ellos y a mi hermano Samuel Ospino Pérez por ser inspiración y ayuda en este camino.

Agradezco a mi abuela Celina Polo Barrera, a mi tía María Pérez y mi hermana Karen Montiel, por creer, apoyarme y por todo el amor brindando a lo largo de toda mi carrera.

Agradezco a la Universidad Pontificia Bolivariana y a todos los docentes que hicieron parte de mi desarrollo personal, ético y profesional desde el inicio de esta carrera.

Gracias a todos mis compañeros que fueron apoyo y ayuda.

Gracias a la Ingeniera Gloria Esther Urrea Ceferino por su tiempo y asesoría en este trabajo de grado.

LINA MARCELA OSPINO PÉREZ

Gracias a Dios que me dio la fortaleza y la sabiduría, para él sea la honra.

A mis padres Maritza Anaya y Benjamín Oyola quienes han sido mi motor y las personas que me han apoyado incondicionalmente en mi vida.

A mis primas María Altamiranda y Lorena Altamiranda gracias por todo.

A Eduward Rendón por ser esa persona que siempre ha estado a mi lado brindadome su ayuda.

A mis amigos, familiares, docentes y compañeros con quienes siempre he podido contar.

A la ingeniera Gloria Esther Urrea Ceferino y mi compañera de trabajo de grado Lina Ospino gracias por brindarme su conocimiento y su tiempo para poder realizar exitosamente los objetivos establecidos.

NICOLE ANDREA OYOLA ANAYA

CONTENIDO

RESUMEN	10
INTRODUCCIÓN	12
1. MARCO REFERENCIAL	14
1.1. Marco legal.....	14
1.1.1. Referencias legales internacionales:	14
1.1.2. Referencias legales nacionales:	15
1.2. Marco conceptual	16
1.3. Marco teórico	18
1.3.1. Tipos de humedades:	18
1.3.2. Diagnóstico de humedades:	23
1.3.3. Instrumentos para medir la humedad en las viviendas.....	26
1.4. Estado del arte	27
2. OBJETIVOS:.....	39
2.1. Objetivo general:	39
2.2. Objetivos específicos:	39
3. METODOLOGÍA	40
3.1. Metodología 1: Revisión bibliográfica.....	40
3.2. Metodología 2: Obtención de datos IDEAM	40
4. RESULTADOS	42
4.1. Recopilación de documentos como bases teóricas	42
4.1.1. Acciones Correctivas:	42
4.1.2. Acciones Preventivas:	44
4.1.3. Mantenimiento:	48
4.2. Datos de elementos climáticos de la ciudad de Montería	49
4.2.1. Precipitación	49
4.2.2. Temperatura	50
4.2.3. Humedad relativa.....	50
4.2.4. Cambios climáticos.....	51
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	53

BIBLIOGRAFÍA 55

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Presencia de humedad por filtración en cielo raso. Fuente: propia	19
Figura 2. Presencia de humedad por condensación. Fuente: propia	20
Figura 3. Humedad de construcción. Fuente: propia.....	21
Figura 4. Fallo de conducción que produce humedad accidental; Fuente: Broto (2005) ...	22
Figura 5. Humedad por capilaridad, Fuente: Volcanes (2014)	23
Figura 6.(a) Sección de muro macizo. (b) sección de pared de cavidad	28
Figura 7. Imagen térmica de la pared de cavidad a los 10 días y el esquema del canal de ascenso rápido en mortero	28
Figura 8. La velocidad ascendente durante 48 días	29
Figura 9. Configuración del experimento.....	30
Figura 10. Resultados de aplicación de sistema de ventilación	30
Figura 11. Inserción del producto por gravedad.....	32
Figura 12. Comparación entre medias que demuestra diferencia en el uso de cristizador	32
Figura 13. Esquema de humedad del suelo	33
Figura 14. Presencia de humedad en muros de la urbanización Guazaca.	34
Figura 15. Toma de medida a lesiones evaluadas en muros de urbanización Guazaca. ..	34
Figura 16. Erosión del pañete.	34
Figura 17. Desprendimiento de pintura y pañete.	34
Figura 18. Presencia de humedad en muros de las casas de la urbanización Guazaca. ..	35
Figura 19. Elemento analizado con eflorescencia.	35
Figura 20.Evidencia de manchas de color negro posiblemente por la presencia de material orgánico.	35
Figura 21. Ficha teórica de base de información.	36
Figura 22. Tipos de condensación.....	37
Figura 23. Evidencia de humedades.....	38
Figura 24. Impermeabilizante de cubiertas y terrazas. Fuente: Corona.....	45
Figura 25. Pintura impermeabilizante para baños, paredes y fachadas. Fuente: Corona..	46
Figura 26. Sellador de piso. Fuente: Corona	46
Figura 27. Sistema de impermeabilización paraseal. Fuente: Toxement (2020).....	47
Figura 28. Impermeabilización con láminas SBS-POLITABER. Fuente: Chova (2021)	47
Figura 29. Impermeabilización de cimentaciones. Fuente: Chova.....	48

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Referencias legales internacionales	14
Tabla 2. Referencias legales nacionales	15
Tabla 3. Patología, diagnósticos y manifestaciones de las humedades. Elaboración	24
Tabla 4. Antecedente Internacional: Construction type influences features of rising damp of blue-brick masonry walls.....	27
Tabla 5. Antecedente Internacional: New technique for treating rising damp in historical buildings: Wall base ventilation	29
Tabla 6. Antecedente Internacional: Evaluation of the efficiency of the treatment for rising damp on walls through the insertion of chemical barriers by gravity.....	31
Tabla 7. Antecedente Nacional: Estudio patológico por humedades en los muros exteriores e interiores en las casas que conforman el conjunto residencial Guazuca en el municipio de Guasca	33
Tabla 8. Antecedente Nacional: Humedad por filtración en cubiertas -terraza de la vivienda informal en el barrio Buenavista de la ciudad de Bogotá.....	35
Tabla 9. Antecedente Nacional: Patología de la Construcción - Diagnóstico de humedades e intervención	37

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Precipitaciones en la ciudad de Montería 49
Gráfico 2. Temperaturas de la ciudad de Montería..... 50
Gráfico 3. Porcentaje de humedad relativa de Montería..... 51
Gráfico 4. Cambios de precipitación y temperatura – Montería (2021) 52

RESUMEN

El objetivo principal de esta investigación fue recolectar información con base en antecedentes investigativos relacionados con la incidencia de humedad, para establecer tipos de humedades, causas, consecuencias, indicativos de humedad, y también medidas que generan una solución para los diferentes tipos de humedades.

La humedad en las viviendas es un problema que se presenta a lo largo de todo el mundo y la incidencia de esta genera múltiples afectaciones a las viviendas y a los usuarios, sin embargo, no siempre se tienen en cuenta hidrófugos o sistemas de impermeabilización en la etapa de construcción. Considerando lo anterior, se analizaron las condiciones de las viviendas de la ciudad de Montería y también la influencia que tiene para la humedad los elementos climáticos de la ciudad, adquiridos del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM).

Dado que la falta de protección que impida el paso del agua a través de los elementos estructurales, conlleva a problemas de salubridad, servicio de la estructura y hace parte de los problemas más comunes en el deterioro de las viviendas de la ciudad de Montería. Se mencionaron normas técnicas colombianas que deben ser aplicadas en construcción para el correcto funcionamiento de una estructura, se plantearon medidas correctivas para aquellas construcciones que actualmente se ven afectadas por la humedad, y también se plantearon medidas preventivas que se deben tener en cuenta en la construcción de futuras viviendas para evitar problemas de humedad.

Palabras claves: Humedad, impermeabilización, vivienda, incidencia.

ABSTRACT

The main objective of this research was to collect information based on investigative antecedents related to the incidence of humidity, to establish types of humidity, causes, consequences, indicative of humidity, and also measures that generate a solution for different types of humidity.

Moisture in homes is a problem that occurs throughout the world and its incidence generates multiple effects on homes and users, however, waterproofing or waterproofing systems are not always taken into account in the stage of construction. Considering the above, the conditions of the houses in the city of Montería were analyzed, as well as the influence that the climatic elements of the city have on humidity, acquired from the Institute of Hydrology, Meteorology and Environmental Studies (IDEAM).

Given that the lack of protection that prevents the passage of water through the structural elements, leads to health problems, service of the structure and is part of the most common problems in the deterioration of the houses in the city of Montería. Colombian technical standards that must be applied in construction for the proper functioning of a structure were mentioned, corrective measures were proposed for those constructions that are currently affected by humidity, and preventive measures that must be taken into account in construction were also proposed of future homes in order to avoid humidity problems.

Keywords: Humidity, waterproofing, housing, incidence.

INTRODUCCIÓN

Por lo general, los materiales con los cuales se construyen las viviendas son porosos, es decir, permiten el transporte de sustancias gaseosas o líquidas presentes en el medio ambiente (Falcão & Borges, 2019). Gracias a esta propiedad de los materiales de construcción, que permite el paso del agua y la evaporación de esta, se presentan acciones de la humedad que afectan a las viviendas alrededor de todo el mundo.

Según Broto (2005) hay presencia de humedad cuando en un material o elemento constructivo existe una cantidad de agua superior a lo considerado normal que genera cambios en las características físicas.

El efecto de la humedad excesiva y prolongada es provoca la susceptibilidad a la erosión, el desconchado de trozos de morteros, así como la cristalización de sales (Hoła et al., 2017). Estos procesos provocan una disminución en la durabilidad de los materiales y un cambio en algunas de sus propiedades, como, por ejemplo, una reducción de su resistencia estructural, la cual es una de las causas más relevantes de deterioro de las viviendas. Al mismo tiempo, provoca malas condiciones de habitabilidad y salud, que pueden afectar de forma significativa a los residentes (Torres, 2018).

Se debe considerar que las variables climáticas tales como la humedad, temperatura, radiación solar y la pluviometría son parámetros que deben analizarse conjuntamente ya que representan algunas de las condiciones más importantes a las que están expuestas las edificaciones y que más influyen en su deterioro.

Colombia se caracteriza por ser un país diverso en muchos aspectos, desde lo social, cultural y climático, contando con climas muy cálidos, trópicos y climas fríos (Vásquez & Doria, 2020). El clima predominante en el país es el cálido en sus diferentes grados de humedad y frecuentemente caen numerosas precipitaciones durante el año; por lo tanto, se evidencia el deterioro y los daños en las viviendas por el constante contacto del agua con las fachadas y cimentaciones (Ardila Tovar, 2019).

Producto del cambio climático se registran aumentos en la temperatura y en el nivel de mar en las zonas costeras de Colombia. También se presenta una variación en la frecuencia de las lluvias, que disminuye o aumenta en algunas regiones. Las regiones que presencian aumento de la frecuencia de las lluvias, se someten a una época lluviosa más extensa que afecta a las viviendas, influye en su deterioro y da cavidad a la aparición de situaciones no resueltas que generan incomodidades por parte de los propietarios (Casas Figueroa, 2018).

Las patologías de humedades pueden originarse por errores en las fases de un proyecto, tales como, los conceptuales, los presentes en la fase de ejecución y por la calidad de los materiales usados (Casas Figueroa, 2018). Sin embargo, en Colombia no siempre se tienen en cuenta la aplicación de normas técnicas relacionadas con impermeabilización y según Ardila Tovar (2019) son escasos los estudios que se encuentran sobre patologías en viviendas causadas por la humedad, y existen fábricas de materiales tales como ladrillos y cerámicos que no hacen control de calidad de sus productos. La falta de calidad de los materiales hace parte de los causantes de las patologías más frecuentes.

Como foco de estudio del presente trabajo se tiene a la ciudad de Montería, capital del departamento de Córdoba en el cual la humedad relativa se considera alta, lo cual afecta a los muros y fachadas expuestos a la intemperie generando manchas, eflorescencias, desprendimientos, etc. Según los datos expresados por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), el clima de Montería es cálido y enfrenta condiciones húmedo-tropicales con una temperatura promedio de 28.1°C y un porcentaje de humedad relativa del aire que oscila durante el año entre 76 y 82 %, siendo mayor en los meses de octubre y noviembre” (p.10).

En Montería son pocos los estudios relacionados con la humedad en edificaciones, en las fases de construcción no se tienen en cuenta aislantes o métodos impermeabilizantes para cimentaciones, muros y/o cubiertas, y por lo general se ve recortado o ausente el presupuesto para hidrófugos, por lo tanto, el objetivo del presente trabajo fue realizar una revisión bibliográfica con el fin de comprender el tema de estudio, sus avances investigativos y exponer aquellas áreas dentro del tema que necesitan mayor consideración en términos de investigación; Analizar las condiciones climáticas a las que se encuentran expuestas las viviendas de la ciudad de Montería; caracterizar los tipos de humedades, reconocer sus signos y síntomas. Y por último con base en todo lo anterior se propusieron métodos que permitan solventar a aquellas viviendas que experimentan problemas de humedad y presentar practicas constructivas que deban implementarse como acciones preventivas para aquellas construcciones futuras.

1. MARCO REFERENCIAL

1.1. Marco legal

1.1.1. Referencias legales internacionales:

En torno al tema de la humedad, existen aspectos legales que se deben tener en cuenta. A continuación, se presentan normas internacionales que tienen relación con el tema de investigación:

Tabla 1. Referencias legales internacionales

Norma	Descripción	Pertinencia de la norma
ACI 224. 1R - 93	Causas, evaluación y reparación de fisuras en estructuras de hormigón.	Resume las causas de fisuración de las estructuras de hormigón. Presenta los procedimientos usados para evaluar la fisuración del hormigón y las principales técnicas para reparar fisuras. Discute los principales métodos de reparación de fisuras y se brinda una guía para su correcta aplicación.
ASTM D5898/D5898M - 93	Standard Guide for Standard Details for Adhered Sheet Waterproofing.	Ilustra los detalles generales para la impermeabilización bajo rasante y de plaza. Sirve como una guía que permitirá al diseñador preparar detalles completos de impermeabilización para cada condición específica que ocurra en un proyecto.
ASTM D7492/D749M	Standard Guide for Use of Drainage System Media with Waterproofing Systems.	Realiza recomendaciones para la selección y aplicación de medios de drenaje prefabricados utilizados con sistemas de impermeabilización en

PRESENTACIÓN DE INFORME FINAL TRABAJOS DE GRADO

		superficies horizontales y verticales.
ABNT NBR 9574	Execução de impermeabilização.	Establece las condiciones requeridas en la ejecución de impermeabilizaciones, y se aplica a todos los trabajos sujetos a impermeabilización.

1.1.2. Referencias legales nacionales:

Para no infringir las leyes nacionales, también se deben tener en cuenta aquellos aspectos legales que rigen en Colombia con relación al tema de investigación. Por lo tanto, a continuación, se presentan referencias legales y técnicas con respecto a la humedad, que se deben tener en cuenta al construir en el territorio colombiano.

Tabla 2. Referencias legales nacionales

Norma	Descripción	Pertinencia de la norma
NTC 5828	Pinturas al agua tipo emulsión para uso exterior de alta resistencia.	Establece los requisitos que deben cumplir las pinturas al agua tipo emulsión para uso exterior de alta resistencia, empleadas para recubrir superficies tales como mampostería, pañete, estuco y materiales de fibrocemento en exteriores, con fines de protección y decorativos.
NTC 3488	Membranas prefabricadas con base en materiales bituminosos y bituminosos modificados	Establece la clasificación designación y constitución, de las membranas prefabricadas con base en materiales bituminosos y bituminosos modificados, empleados para la impermeabilización de las cubiertas de edificios, así como para la adecuación de cada una de estas en

		función del uso e inclinación de la cubierta.
NTC 2212	Impermeabilizante emulsiones asfálticas para impermeabilización de superficies.	Establece las condiciones y requisitos que han de cumplir y los ensayos a que se deben someter las emulsiones asfálticas empleadas como componentes de un sistema impermeabilizante o como imprimación de superficies para recibir un sistema impermeabilizante.
NSR – 10 H	Estudios geotécnicos	Cubrir el terreno sobre el cual se proyectan edificaciones con membranas impermeables que impidan la filtración de agua.
NTC 1906	Agregados minerales utilizados en la impermeabilización de cubiertas	Establece los requisitos que se deben cumplir y los ensayos a que deben someterse el triturado, la escoria triturada y los cantos rodados, utilizados como agregados minerales gruesos en la impermeabilización de cubiertas

1.2. Marco conceptual

Para facilitar la comprensión del tema de estudio del presente trabajo de grado, que tiene como objetivo analizar la incidencia de la humedad en las viviendas de la ciudad de Montería y sus principios de protección, es importante mencionar los siguientes conceptos:

- **Mortero de recubrimiento o revoque (pañete):** Según El Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR, 2010) es una

mezcla de cemento, arena y agua, que se usa como revestimiento de paredes.

- **Humedad:** es un porcentaje de agua o vapor de agua presente en la superficie o en el interior de un material o elemento constructivo (Corradine Angulo, 1999, p.35).
- **Humedad absoluta:** Según Francisco Ortega Andrade (1994) “es el valor de la masa de agua contenida, en forma de vapor, en un metro cúbico de aire y expresada en gramos”.
- **Humedad relativa:** Según Francisco Ortega Andrade (1994) “la relación entre la presión de vapor de la mezcla de agua – aire y la presión de vapor de la mezcla saturada. Ambos, a la misma temperatura”.
- **Absorción de agua en forma líquida:** Se denomina absorción del agua cuando por presiones positivas el agua penetra un material. Suele ocurrir en juntas de construcción, huecos, grietas, fisuras, etc. (Casas Figueroa, 2018).
- **Filtración:** “proceso mediante el cual, el agua atraviesa algún material sólido y poroso”(Girón & Ramírez, 2016).
- **Fisuras:** Las fisuras consisten en aberturas incompletas de forma superficial que afectan los acabados de un elemento constructivo y que puede producirse en alguna de sus dimensiones (Cortes & Perilla, 2017).
- **Patología:** es la ciencia de la ingeniería que se encarga de estudiar las lesiones que presentan las estructuras, aquí el ingeniero y/o arquitecto debe hacer la tarea de investigador para recolectar toda la información necesaria que le permita desarrollar el diagnóstico. (Jiménez, 2018)
- **Eflorescencia:** La eflorescencia se presenta en la superficie cuando cristales de sales salen del interior de un material. Generalmente se observan en tejas, en estructuras de hormigón, cerámica y ladrillos. Se produce cuando el agua por efecto de capilaridad transporta las sales solubles que contenga un material a través de sus poros y posicionando estas sustancias en la superficie al evaporarse el agua (Construmatica, 2015)
- **Erosiones:** Consiste en el desgaste superficial causado por la acción del agua que cae o circula a través de un elemento (Casas Figueroa, 2018).

- **Porosidad:** Según Broto (2005) es importante en la construcción y en el uso de los materiales, ya que, son orificios llenos de aire que representan una característica con relación al comportamiento de un material con respecto a la acción de agua.
- **Capilaridad:** Según Broto (2005) “es un fenómeno por el cual el agua y la humedad se extienden en todas las direcciones en la que encuentres succión o actividad capilar” (p.96).
- **Impermeabilizante/Waterproofing:** son sustancias usadas para impedir el paso del agua en revestimientos y elementos que deben mantenerse secos. La aplicación de impermeabilizante permite reducir la porosidad de un material, llenar filtraciones y aislar la humedad del medio (Girón & Ramírez, 2016).
- **Contenido de humedad:** Según Casas Figueroa (2018) Es el porcentaje de humedad contenida en un elemento con relación al peso seco del mismo.
- **Salitre:** Presencia de sales en la superficie de las paredes por causa de la humedad. El salitre es capaz de levantar el revestimiento de las paredes y exponer las viviendas a problemas. Trae consigo la aparición de hongos y ácaros, empeoran las condiciones de vida y potencian enfermedades respiratorias, arriesgando a los habitantes de la vivienda. (Cagel Comunicaciones SA de CV, 2017)

1.3. Marco teórico

Considerando que el tema principal del presente estudio es la Humedad, es necesario plantear factores que sirvan como ejes conceptuales para entender la temática relacionada con los tipos de humedades, sus causas, consecuencias, y métodos existentes que permitan analizar, tratar y prevenir la humedad en las viviendas.

1.3.1. Tipos de humedades:

En una vivienda pueden presentarse distintos tipos de humedad, ya sea por condiciones externas a las que se exponen los elementos estructurales, por

problemas en el proceso constructivo, por filtración y/o por ausencia de agentes impermeabilizantes. Por lo anterior, las humedades pueden clasificarse en:

- **Humedad por filtración:** Según Broto (2005) la humedad por filtración es causada por la filtración del agua desde el exterior hacia el interior de la vivienda. Inicialmente se puede observar por la aparición de manchas presentes en la fachada, paredes interiores y exteriores.



Figura 1. Presencia de humedad por filtración en cielo raso. Fuente: propia

Este tipo de humedad sucede cuando el agua lluvia penetra por gravedad a través de huecos, roturas, grietas y/o fisuras que permiten el paso del agua generando goteras y evidente humedad. También pueden estar presentes por las juntas, cubiertas planas expuestas a la intemperie, por cubiertas que no presentan suficiente pendiente o elementos para drenar las aguas lluvias y/o por incorrecta disposición o calidad de materiales (Jiménez, 2018).

Cuando el agua se filtra por las causas mencionadas anteriormente, trae consigo consecuencias tales como: deterioro y erosión de los materiales, afectación del servicio de la estructura, fallos en instalaciones eléctricas, desconchado de pinturas y revestimientos, entrada del agua al interior de la vivienda estableciendo un ambiente húmedo, insano y no habitable. Además, si se presenta en forma de gotera puede afectar electrodomésticos, objetos u otras pertenencias de los residentes.

Las manchas producidas por el paso del agua siempre se manifiestan con una línea de contorno y en su centro se sitúa la filtración. Para solucionar el problema se recomienda ubicar el punto de entrada y no el lugar de salida del agua para dar con el fisura, grieta, hueco o defecto de acabado por el cual puede entrar el agua (Ortega Andrade, 1994).

- **Humedad por condensación:** Según Volcanes (2014) Cuando existe humedad por condensación el agua en el entorno experimenta un cambio de fase gaseosa a fase líquida. Este tipo de humedad se origina a partir del vapor de agua que contiene el aire que es alrededor de un 3% y que por medio del proceso de condensación produce rocío.



Figura 2. Presencia de humedad por condensación. Fuente: propia

En la figura anterior, se evidencia la presencia de humedad en una habitación usada como salón de belleza y que cuenta con aire acondicionado; la habitación cuenta con poca ventilación y pertenece a una vivienda de la ciudad de Montería.

La humedad por condensación se presenta en el interior de una vivienda cuando no existe aislamiento térmico o es deficiente y por falta de este se enfría una zona y alcanza la temperatura de rocío, entrando en contacto con la superficie de paredes y techos (Jiménez, 2018). Por lo general la humedad por condensación es producida por excesiva de humedad dentro de la vivienda por duchas, cocinar, planchar, etc.; también por falta de ventilación y contraste térmico del interior al exterior. Lo anterior origina la presencia de micro-gotas de agua que con el tiempo producen manchas y moho según la porosidad y grado de absorción de un material.

- **Humedad de construcción:** Según Monjo (1997) la humedad de construcción “es la generada por malos procedimientos de secado durante la ejecución de la obra o después de la realización de una reparación, la cual se hace evidente durante el proceso constructivo o una vez terminada la construcción”.



Figura 3. Humedad de construcción. Fuente: propia.

En la figura anterior se muestra la presencia de humedad un tiempo después de terminada la construcción de segundo piso de una vivienda en la ciudad de Montería.

El problema se presenta cuando no se realiza el procedimiento adecuado para evacuar la humedad generada producto de la construcción, el exceso de agua puede producirse por un mal procedimiento constructivo generalmente procesos de curado o porque de manera accidental se produjo un exceso de agua la cual no se evacuo oportunamente generando una humedad posterior (Jiménez, 2018).

Pueden formarse zonas húmedas en las viviendas por lo general en las caras inferiores de losas de entrepiso o cubiertas, por el paso y distribución del agua en ellas. Cuando existe humedad de obra en una vivienda, no se presentan manchas dispersas, sino una inusual humedad general: desprendimiento de pinturas; moho fuerte cerca de las paredes exteriores y en los pisos; maderas estropeadas en las ventanas, puertas y muebles; daños en enchapados , etc. (Casas Figueroa, 2018)

- **Humedad accidental:** Según Broto (2005) este tipo de humedad es generada por roturas de conductos y tuberías, suelen presentarse focos muy específicos de humedad.

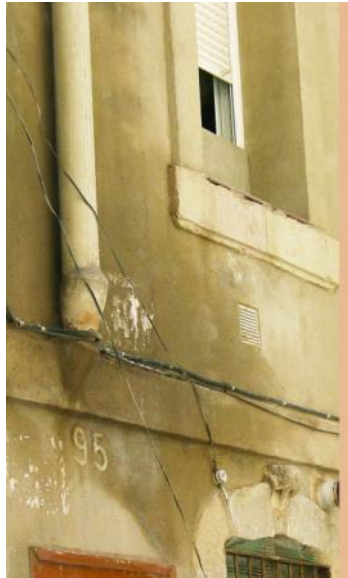


Figura 4. Fallo de conducción que produce humedad accidental; Fuente: Broto (2005)

Este tipo de humedades también pueden generarse cuando los residentes de las viviendas hacen un uso incorrecto del agua. Las humedades accidentales suelen ser las más difíciles descubrir y las que más problemas producen.

Por lo general una manifestación de que existe humedad accidental o transitoria es cuando se observan manchas con polvo en muros o techos de color blanco o negro, con forma circular y alargada alrededor del punto de rotura y que tiene la misma dirección del conducto que se encuentra afectado.

- **Humedad por capilaridad:** Según (Casas Figueroa, 2018) la humedad por capilaridad ocurre cuando el agua proveniente del suelo se infiltra al interior de la vivienda ascendiendo por los elementos estructurales verticales, ya sea por presión hidrostática por el aumento del nivel freático o porque en el perímetro haya un volumen acumulado de agua

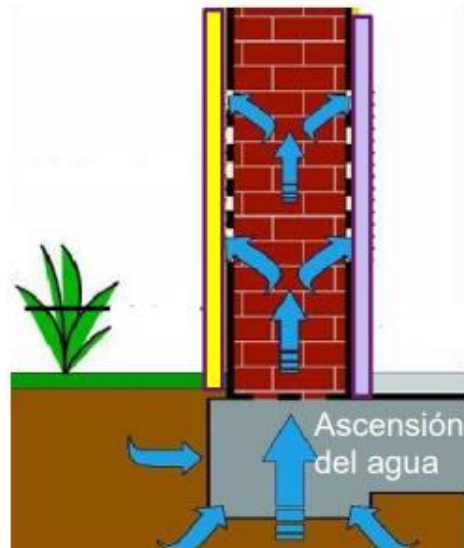


Figura 5. Humedad por capilaridad, Fuente: Volcanes (2014)

Este tipo de humedad se basa en el fenómeno de capilaridad, que consiste en la absorción de un fluido por efectos de la tensión superficial a través de una dimensión longitudinal de un elemento. Este fenómeno puede presentarse en fachadas, muros o paredes constituidos por materiales porosos, estructuralmente capilares y que se encuentren en contacto con el agua (Broto, 2005).

Cuando el agua asciende a través de los capilares del suelo, transporta sustancias solubles a través de los poros de los materiales de construcción. Las sustancias solubles y la acumulación de sales generan manchas, erosión y deterioro de los materiales que constituyen los diferentes elementos verticales y horizontales de las viviendas.

La humedad por capilaridad por lo general se produce en los niveles más bajos de la vivienda y genera presencias de manchas, erosión en la superficie, eflorescencias, etc. (Casas Figueroa, 2018)

1.3.2. Diagnóstico de humedades:

Para poder solventar las afectaciones por parte de las humedades, se debe determinar e identificar la problemática. Por consiguiente, es ideal determinar una relación causa- efecto para analizar los hechos o consecuencias según la existencia de fallas o lesiones.

Los ingenieros debemos estudiar los síntomas de una determinada “enfermedad” que puede padecer una construcción, por lo tanto, es importante saber qué tipo de patología es provocada por la humedad para conocer el tratamiento adecuado. Las patologías estructurales que se pueden definir de la siguiente forma:

1.3.2.1. **Patologías estructurales:** Son el estudio de comportamientos irregulares de una estructura con causas conocidas o desconocidas que producen la existencia de lesiones en los elementos estructurales.

Las patologías se manifiestan por fallas o deficiencias que están relacionadas con características intrínsecas de una estructura que pueden originarse debido a malos diseños, incorrecta configuración estructural, construcciones mal elaboradas o materiales de calidad deficiente que no cumplen especificaciones de la normas vigentes; y buscan detectar causas y proponer acciones correctivas o demolición (Cortes & Perilla, 2017).

1.3.2.2. **Métodos de diagnóstico:** A continuación, se presentarán métodos que permiten determinar e identificar los tipos de humedades.

Las lesiones causadas por humedades son variadas y degenerativas, por lo tanto, conviene definir y clasificar el tipo para ofrecer una acción correctiva.

Tabla 3. Patología, diagnósticos y manifestaciones de las humedades. Elaboración

Patología	Diagnostico (Identificar)	Manifestación
Humedad por filtración	• En superficies planas verificar la pendiente hacia el desagüe, su forma y funcionalidad.	• Goteras
	• Verificar materiales de enchape.	• Manchas
	• Revisar presencia o ausencia de impermeabilizantes.	• Fallos en instalaciones eléctricas
	• Revisar juntas, tipo de acabado y recubrimiento.	• Entrada del agua al interior de la vivienda
	• Observar si hay presencia de grietas o fisuras.	• Desprendimiento de revestimiento

PRESENTACIÓN DE INFORME FINAL TRABAJOS DE GRADO

	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar si hay presencia de elementos que permitan la evacuación de aguas lluvias y su correcta disposición. • Verificar que no existan huecos, fisuras o grietas por los cuales pueda ingresar el agua al interior de la vivienda. 	<ul style="list-style-type: none"> • Manchas circulares en cielo raso
Humedad de construcción	En edificaciones recientes observar si se presenta una inusitada humedad general.	<ul style="list-style-type: none"> • Desprendimiento de pinturas
		<ul style="list-style-type: none"> • Moho Negro cerca de las paredes exteriores y de los pisos
		<ul style="list-style-type: none"> • Maderas hinchadas en puertas, ventanas, muebles, enchapados, etc.
Humedad accidental	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar si existen fallas en el sistema hidrosanitario 	<ul style="list-style-type: none"> • Manchas con polvo de humedad en muros y techos.
	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar que los tubos, canaletas y bajantes se encuentre en buen estado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aparición de roturas, fisuras, fracturas y desprendimientos
	<ul style="list-style-type: none"> • Golpear la pared y escuchar el ruido en alrededor de la mancha. 	<ul style="list-style-type: none"> • Disgregación superficial en morteros.
	<ul style="list-style-type: none"> • Observar el comportamiento de la humedad en los días lluviosos 	<ul style="list-style-type: none"> • Presencia de eflorescencias.
	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar si existe gotera. 	<ul style="list-style-type: none"> • Manchas negras o blancas.
	<ul style="list-style-type: none"> • Observar si existen goteras ocultas cerrando grifos y no usando los aparatos sanitarios por una hora. Luego registrar la lectura del medidor de agua antes y después de realizar suspender el uso de los aparatos sanitarios. 	<ul style="list-style-type: none"> • Manchas circulares alrededor del punto de rotura o alargadas en dirección del conducto afectado.
	<ul style="list-style-type: none"> • Chequear cada aparato sanitario y agregarle metileno o algún colorante para cuando aparezca la mancha, se pueda identificar de cual aparato proviene la humedad. 	

Humedad por capilaridad	<ul style="list-style-type: none"> • Tomar varias medidas a diferentes alturas de la humedad vivible en la superficie; si la altura de la humedad disminuye, se trataría de un hecho sintomático de la humedad capilar. 	<ul style="list-style-type: none"> • Desgaste acelerado de los materiales de construcción afectados y de las juntas.
	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar si hay manchas provenientes desde el suelo y con alturas entre 60 y 70 cm. 	<ul style="list-style-type: none"> • Presencia de sales que cristalizan y producen tensiones que disgregan los muros o demás elementos estructurales.
	<ul style="list-style-type: none"> • Observar la zona afectada por la humedad después de evento de lluvia. 	<ul style="list-style-type: none"> • Perdida de solidez y hundimientos de las cimentaciones.
	<ul style="list-style-type: none"> • Se pueden tomar muestras del material afectado para realizar lectura de humedad y porosidad. 	<ul style="list-style-type: none"> • Presencia de mohos y hongos.
	<ul style="list-style-type: none"> • Dentro de la zona que se encuentra húmeda, tomar por lo menos una medida superficial y una medida más profunda hasta donde haya alcance. Si se observa que la humedad se mantiene constante en todo el espesor y/o aumenta levemente en la parte central y/o se reduce levemente, representa humedad capilar. 	<ul style="list-style-type: none"> • Manchas con altura considerables provenientes del suelo

1.3.3. Instrumentos para medir la humedad en las viviendas

Se presentan algunos instrumentos y técnicas que permitan adquirir datos sobre humedad, temperatura y porosidad.

- **Testo 616:** Medidor de contenido de humedad de forma no destructiva. Permite una detección fiable de la humedad en madera, paredes, pavimentos y otros materiales de construcción.
- **Termo-higrómetros analógicos:** es un instrumento de precisión, homologado por la Organización Meteorológica Mundial y que anota

diariamente en un papel los valores de temperatura y humedad en formato gráfico.

- **Higrómetros digitales:** Diseñados para medir contenidos de humedad bajos con una legibilidad de hasta 0,001 %. Cuenta con función integrada de desarrollo de métodos para métodos de humedad fiables.
- **Porosimetría de intrusión de mercurio:** es una técnica que, mediante la aplicación de presión, fuerza la entrada de mercurio en los poros del sólido. El valor del volumen de mercurio instruido permite calcular el real, distribución de tamaños de poro, porcentaje de porosidad del material y densidades real y aparente.

1.4. Estado del arte

A continuación, se citan trabajos de investigación relacionados con la humedad en viviendas realizados a nivel nacional e internacional.

Tabla 4. Antecedente Internacional: Construction type influences features of rising damp of blue-brick masonry walls

Título	Construction type influences features of rising damp of blue-brick masonry walls
Autor	(Li et al., 2021)
Sinopsis	El proceso de levantamiento en un muro real está influenciado por los tipos de construcción, los detalles de mampostería, las condiciones ambientales, las propiedades físicas del ladrillo y el mortero.
Metodología	Experimental: Se construyó con ladrillos de arcilla azul y mortero de cal un muro macizo y muros de cavidades para realizar un experimento de elevación de agua durante 600 días en un laboratorio cerrado. Los muros se mantuvieron sumergidos en un nivel del agua de 0.4m y fueron construidos con tres muestras de ladrillos y tres muestras de mortero para analizar la humedad según el tipo de construcción.

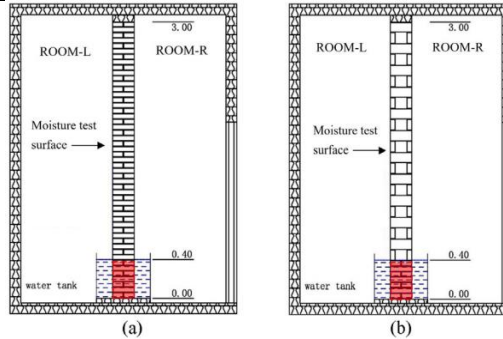


Figura 6.(a) Sección de muro macizo. (b) sección de pared de cavidad

Resultados

- La velocidad ascendente del frente de humectación en la pared de la cavidad fue más rápida que la de la pared sólida, y disminuyó con el tiempo en ambas paredes.
- El frente de humectación se elevó monótonamente en ambas paredes, y tomó el doble de tiempo en la pared sólida que en la pared de la cavidad para alcanzar la misma altura.
- La velocidad de aumento en la pared de la cavidad fue aproximadamente 1,4 veces más rápida que en la pared sólida en 48 días. La velocidad ascendente en ambas paredes se ralentizó con el tiempo, y el cambio de velocidad en los primeros 10 días fue obviamente más pronunciado que en el período posterior.

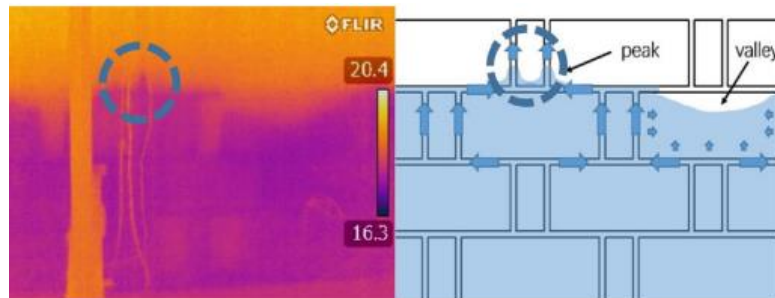


Figura 7. Imagen térmica de la pared de cavidad a los 10 días y el esquema del canal de ascenso rápido en mortero

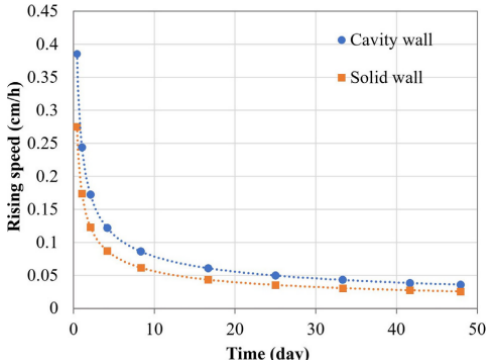
	 <p style="text-align: center;"><i>Figura 8. La velocidad ascendente durante 48 días</i></p>
<p>Conclusión</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Dado que la pared de la cavidad tiene una sección y una cavidad de aire más delgadas, es más fácil ser influenciada por la evaporación y tiene un rango de contenido de humedad más grande. - Las condiciones ambientales tienen cierta influencia en el aumento del frente de humectación y en la distribución de la humedad. - La absorción capilar de agua está relacionada con la tensión superficial de los materiales porosos, lo que tendrá una influencia significativa sobre la hidrofilia y la capacidad de absorción.

Tabla 5. Antecedente Internacional: New technique for treating rising damp in historical buildings: Wall base ventilation

<p>Título</p>	<p>New technique for treating rising damp in historical buildings: Wall base ventilation</p>
<p>Autor</p>	<p>Torres (2018)</p>
<p>Sinopsis</p>	<p>Intervenir en construcciones históricas requiere cada vez más un conocimiento amplio y objetivo de con qué se trabajará. La transferencia de humedad en las paredes de los edificios antiguos, que están en contacto directo con el suelo, conduce a una migración de sales solubles responsables de muchas patologías de los edificios. para reducir la humedad ascendente en Portugal se ha desarrollado y patentado una nueva técnica para tratar la humedad ascendente en construcciones históricas.</p>
<p>Metodología</p>	<p>Experimental:</p>

Se evaluó el comportamiento de los muros de mampostería de piedra frente a la humedad ascendente, con un sistema de ventilación instalado en su base.

Los muros de los edificios históricos están sometidos a condiciones climáticas interiores y exteriores (temperatura, radiación, precipitación, humedad relativa y viento), que determinan los complejos mecanismos de transferencia y calor.

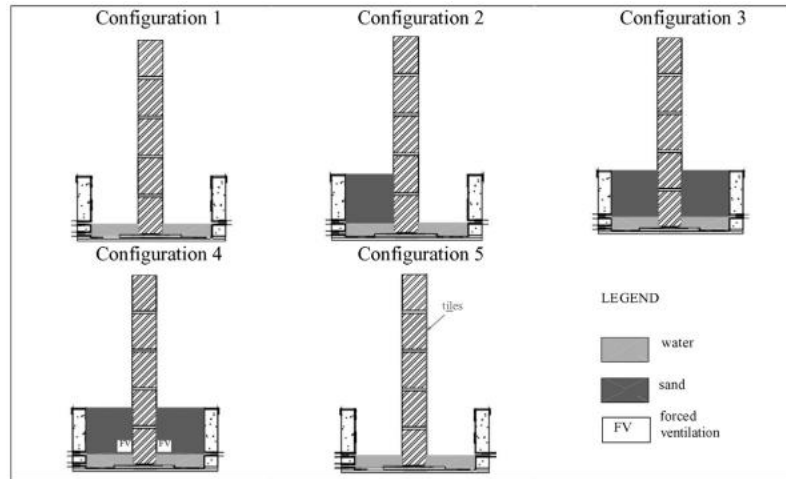


Figura 9. Configuración del experimento

Resultados

- El sistema de ventilación de la base de los muros mostró eficacia en la disminución del nivel máximo alcanzado por el agua líquida.
- Al agregar capas menos permeables al vapor se eleva la cuota alcanzada por la humedad ascendente.
- La humedad ascendente fue más lenta y de hecho alcanzó niveles más bajos.

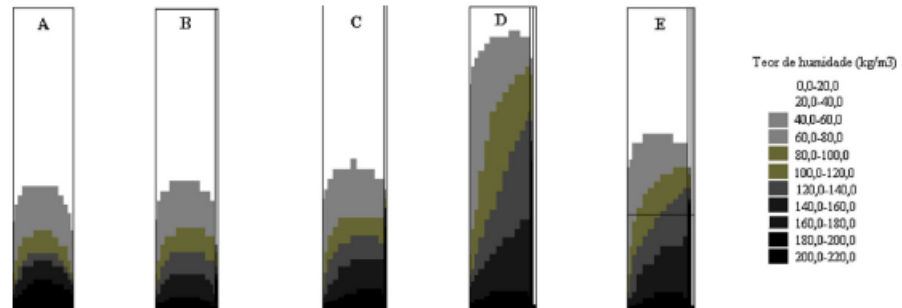


Figura 10. Resultados de aplicación de sistema de ventilación

Conclusión	<ul style="list-style-type: none"> - La implementación de canales ventilados en la base de las paredes no solo disminuye el agua absorbida, sino que también aumenta su evaporación haciendo que el nivel alcanzado por la humedad ascendente disminuya. - Se trata de una técnica sencilla que ha demostrado ser eficaz para los muros de construcciones históricas, pero que también tiene algunas limitaciones como el hecho de que solo se puede implementar cuando el nivel del agua subterránea es menor que el nivel de los cimientos de los muros.
-------------------	--

Tabla 6. Antecedente Internacional: Evaluation of the efficiency of the treatment for rising damp on walls through the insertion of chemical barriers by gravity

Título	Evaluation of the efficiency of the treatment for rising damp on walls through the insertion of chemical barriers by gravity
Autor	Falcão & Borges (2019)
Sinopsis	Tratamiento químico contra la humedad ascendente en paredes. La humedad ascendente puede degradar y afectar el desempeño de la pared, causando, por ejemplo, eflorescencias. El objetivo de este estudio es evaluar la eficacia del tratamiento contra la humedad ascendente en paredes, mediante el método de inserción de cristalización por acción gravitacional.
Metodología	Experimental: Se confeccionaron pequeñas paredes utilizadas como probetas en el estudio, así como la forma de evaluación del tratamiento con tres productos y técnicas de aplicación. Mediante el método de inserción de cristalización por acción gravitacional, realizado en laboratorio con 12 probetas. La evaluación de la humedad se realizó midiendo la masa y mediante imágenes térmicas

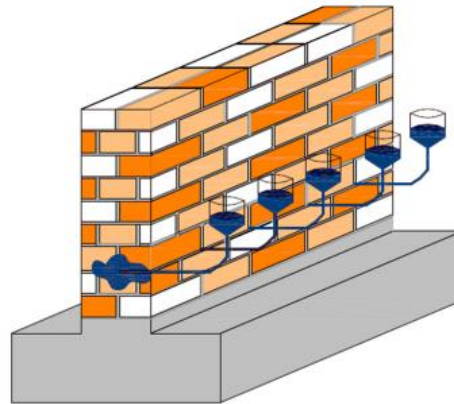


Figura 11. Inserción del producto por gravedad

Resultados

Se constató que durante el período analizado se produjo una reducción de hasta un 67% en la absorción de agua, y la dificultad fue asegurar el esparcimiento de los productos a lo largo de la sección de los muros.

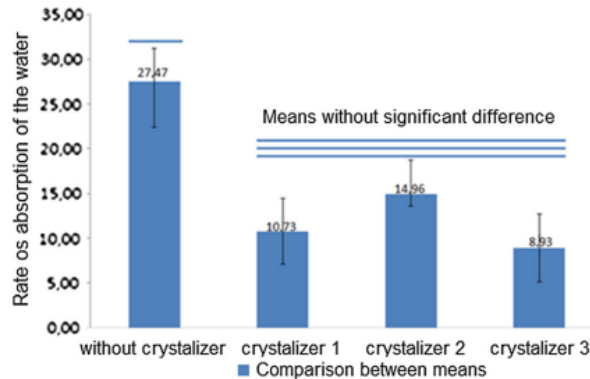


Figura 12. Comparación entre medias que demuestra diferencia en el uso de cristalizador

Conclusión

- Durante el período en el que fueron probados, los productos cristalizantes presentaron rendimientos estadísticamente iguales, ofreciendo una reducción significativa en la tasa de absorción del agua por la pared, por lo que se consideró que todos tenían la misma eficiencia. Sin embargo, ninguno de ellos fue capaz de reducir la humedad cerca del 100%, durante el período en el que fueron probados.
- Se concluyó una diferencia en el esparcimiento de los productos en el interior y en la superficie de las paredes, no

PRESENTACIÓN DE INFORME FINAL TRABAJOS DE GRADO

	ofreciendo un bloqueo del agua de manera homogénea, permitiendo el ascenso del agua en algunos puntos.
--	--

Tabla 7. Antecedente Nacional: Estudio patológico por humedades en los muros exteriores e interiores en las casas que conforman el conjunto residencial Guazuca en el municipio de Guasca

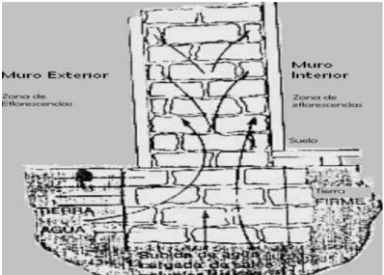
Título	Estudio patológico por humedades en los muros exteriores e interiores en las casas que conforman el conjunto residencial Guazuca en el municipio de Guasca.
Autores	Ardila Tovar (2019)
Sinopsis	El proyecto tuvo como objetivo encontrar las causas de las patologías que presentan las viviendas del conjunto residencial de Guazuca. También tuvieron como fin poder reducir hasta en un 90% los problemas de humedad y definir un diagnóstico de intervención para corregir las lesiones existentes.
Metodología	<p>Descriptivo. Para la investigación se realizaron visitas a cada una de las viviendas en servicio y realizaron una profunda inspección en toda la edificación para determinar las causas de las afectaciones existentes</p>  <p>Figura 13. Esquema de humedad del suelo</p>
Resultados	Después de los estudios realizados en las casas del conjunto residencial Guazuca se encontró que 31 viviendas de las 96 que conforman el conjunto se encontraban afectadas y que los residentes al presentar incomodidades buscaban alternativas para adquirir soluciones, pero no recibían un resultado exitoso ya que las humedades eran recurrentes y no aplicaban las medidas correctas.



Figura 14. Presencia de humedad en muros de la urbanización Guazuca.



Figura 15. Toma de medida a lesiones evaluadas en muros de urbanización Guazuca.

En conclusión, las patologías que predominaban son las siguientes:

-Erosión severa: 14,1% grado de severidad.



Figura 16. Erosión del pañete.

-Desprendimiento de pinturas y revestimientos: 22,2% grado de severidad **Severo.**



Figura 17. Desprendimiento de pintura y pañete.

Conclusión

-Humedad: 31,9% grado de severidad **Leve**.



Figura 18. Presencia de humedad en muros de las casas de la urbanización Guazuca.

- Eflorescencias: 7,8% grado de severidad **Leve**.



Figura 19. Elemento analizado con eflorescencia.

- Manchas: 23,8% grado de severidad **Leve**.



Figura 20. Observación de manchas negras posiblemente por la presencia de material orgánico.

Tabla 8. Antecedente Nacional: Humedad por filtración en cubiertas -terrazza de la vivienda informal en el barrio Buenavista de la ciudad de Bogotá.


Título	Humedad por filtración en cubiertas -terrazza de la vivienda Informal en el barrio Buenavista
Autores	Moreno & Vargas (2018)
Sinopsis	Elaboración de una cartilla la cual surge de la necesidad de prever una futura patología

	<p>de humedad por filtración en las cubiertas terraza de las viviendas informales, visto desde la falla en los procesos constructivos de los mismos, el poco cuidado en las diferentes generalidades que se exponen las cubiertas en este entorno y que no cuentan con la intervención profesional, normativa y técnica que mejore su finalidad principal que es la de brindar un grado de aislamiento a quienes habitan la vivienda.</p>																																				
<p>Metodología</p>	<p>Cualitativo En primera instancia con la meta de poder recoger la mayor cantidad de información concreta posible se realiza una revisión bibliográfica que busca soportar cualquiera que se es documento que nos guie a la búsqueda de resultados y por otro lado requiere de trabajo de campo mediante la realización e implementación de fichas técnicas, encuestas con el objetivo de registrar estadísticas y demás estudios.</p> <div data-bbox="634 1010 1156 1304" data-label="Image"> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">1. Identificación y localización</th> <th colspan="2">2. Origen</th> <th colspan="2">3. Análisis de la vivienda</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Dirección</td> <td>Cra 2a #188-75</td> <td>Año de construcción</td> <td>2011</td> <td>Sistema constructivo</td> <td>Mampostería confinada</td> </tr> <tr> <td>Área de la edificación</td> <td>160 m²</td> <td>Constructor</td> <td>Juan Fernando Moreno</td> <td>Tipo de cubierta</td> <td>Steel Deck</td> </tr> <tr> <td>Número de pisos</td> <td>2</td> <td>Diseño original</td> <td>Autónomo</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Fecha de construcción</td> <td>NA</td> <td>Diseño actual</td> <td>Revisado</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Planes arquitectónicos</td> <td>NA</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>4. Registro fotográfico</p> <p>5. Generalizaciones Si dueño de la vivienda es la misma persona que la construyó, trabaja en el gremio de la construcción hace 20 años y la única actividad en la que no participa en su vivienda fue en el arribo</p> <p>6. Observaciones La cubierta terraza no cuenta con drenaje, tampoco con su debido pendiente, el agua se encuentra estancada en algunos lugares y por último no cuenta con impermeabilización eficiente, tan solo por sectores</p> </div>	1. Identificación y localización		2. Origen		3. Análisis de la vivienda		Dirección	Cra 2a #188-75	Año de construcción	2011	Sistema constructivo	Mampostería confinada	Área de la edificación	160 m ²	Constructor	Juan Fernando Moreno	Tipo de cubierta	Steel Deck	Número de pisos	2	Diseño original	Autónomo			Fecha de construcción	NA	Diseño actual	Revisado			Planes arquitectónicos	NA				
1. Identificación y localización		2. Origen		3. Análisis de la vivienda																																	
Dirección	Cra 2a #188-75	Año de construcción	2011	Sistema constructivo	Mampostería confinada																																
Área de la edificación	160 m ²	Constructor	Juan Fernando Moreno	Tipo de cubierta	Steel Deck																																
Número de pisos	2	Diseño original	Autónomo																																		
Fecha de construcción	NA	Diseño actual	Revisado																																		
Planes arquitectónicos	NA																																				
<p>Resultados</p>	<p>Después de realizar la encuesta a la ciudadanía del Barrio Buenavista y alrededores, de las 65 viviendas intervenidas en el desarrollo del estudio de caso un total de 40 viviendas informales están afectadas por esta patología, esto nos refleja un 65% del conjunto de viviendas y población medida.</p>																																				
<p>Conclusión</p>	<p>Generando un conocimiento en las buenas prácticas de la construcción por medio de la carilla, acompañadas de retroalimentación y capacitación constante, se puede llegar a un punto más alto de mejora a la hora de llevar a cabo la construcción informal.</p>																																				

Figura 21. Ficha teórica de base de información.

Tabla 9. Antecedente Nacional: Patología de la Construcción - Diagnóstico de humedades e intervención

Título	Patología de la Construcción - Diagnóstico de humedades e intervención
Autores	Jiménez (2018)
Sinopsis	Formular una propuesta metodológica para realizar el estudio patológico de una lesión tipo Humedad.
Metodología	<p>Experimental</p> <p>El problema se presenta cuando no se realiza el procedimiento adecuado para evacuar la humedad generada producto de la construcción, el exceso de agua puede producirse por un mal procedimiento constructivo generalmente procesos de curado o porque de manera accidental se produjo un exceso de agua la cual no se evacuo oportunamente generando una humedad posterior.</p> <p>De igual manera tendrán influencia las condiciones climáticas, que no aportan en la evacuación de la humedad.</p> <p>Por tal se propone diferentes tipos de intervenciones a desarrollar para eliminar las causas y devolver la funcionalidad a la estructura afectada.</p> <div data-bbox="732 1094 1068 1388" style="text-align: center;"> <p>Condensación superficial interior</p> <p>Condensación intersticial</p> </div> <p><i>Figura 22. Tipos de condensación</i></p>
Resultados	<p>Se encontraron 7 tipos de humedad más comunes en construcción</p> <ul style="list-style-type: none"> -Humedad de obra - Humedad por capilaridad - Humedad por filtración - Humedad accidental - Humedad por condensación

	 <p><i>Figura 23. Evidencia de humedades</i></p>
Conclusión	Es necesario esclarecer el procedimiento inverso de la lesión, hasta determinar el origen, la sintomatología, evolución y causa de las humedades mediante visitas, toma de registro fotográfico y seguimiento de la lesión.

2. OBJETIVOS:

2.1. Objetivo general:

- Adquirir información sobre la humedad en las viviendas y sus principios de protección a través de la recopilación de antecedentes investigativos.

2.2. Objetivos específicos:

- Establecer causas y consecuencias de los diferentes tipos de humedades.
- Brindar conocimientos que permitan identificar patologías de humedades.
- Mencionar instrumentos con los cuales se pueden tomar datos de humedad y temperatura en las viviendas.
- Plantear acciones correctivas para viviendas de la ciudad de Montería que experimentan patologías de humedades y acciones preventivas para construcciones de viviendas futuras.
- Exponer la ausencia de estudios acerca de la humedad en la ciudad de Montería.
- Exponer la ausencia de aplicación de sistemas impermeabilizantes en las construcciones de viviendas de la ciudad de Montería y resaltar la importancia del uso de estos.

3. METODOLOGÍA

3.1. Metodología 1: Revisión bibliográfica

Consistió en la recopilación de documentos de investigación realizados en diferentes partes del mundo con el objetivo de adquirir información acerca de la humedad y sus avances investigativos. Se recolectó y analizó información sobre los tipos de humedades, sus incidencias, cómo identificarlas y por último se plantearon métodos que dentro de los antecedentes se presentan como acciones correctivas para problemas existentes de humedad en las viviendas y acciones preventivas para evitar afectaciones por parte de la humedad aplicando sistemas impermeabilizantes.

Para facilitar la comprensión, la metodología tiene criterios de inclusión y exclusión de textos y artículos utilizados en la revisión de la literatura. Se puede resumir de la siguiente forma:

- La literatura revisada abarcó los últimos 20 años, es decir, el periodo 2001-2021; consta investigaciones reportadas en inglés y español.
- Para la búsqueda de trabajos de investigación relaciones con el tema de la humedad, se usó el motor de búsqueda Google Scholar y la base de datos de la Universidad Pontificia Bolivariana.
- Se utilizaron las siguientes palabras clave para evitar la exclusión de publicaciones cruciales y enfocar la búsqueda en los temas elegidos. La palabras claves Humedad, Tipos de humedades en fachadas de la Edificación, Humedades por capilaridad, Fenómenos asociados a la humedad por capilaridad, Capilaridad en muros de fábrica, Humedades por Condensación, Humedades en fachadas exteriores, Humedades por problemas del proceso constructivo, Instrumentos para medir Humedades, Técnicas para medir humedades de condensación, Técnicas de Caracterización Petrológicas, Terapéutica de fachadas, Intervenciones en fachadas, Impermeabilización de Fachadas, Waterproofing.

3.2. Metodología 2: Obtención de datos IDEAM

Consiste en obtención de datos meteorológicos de la ciudad de Montería a través de la información suministrada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.

Con el objetivo de analizar las condiciones climáticas a las que están expuestas las viviendas de la ciudad de Montería, se obtuvo información textual y gráfica de los informes de características climatológicas de ciudades principales y municipios turísticos presentado por el IDEAM.

- Precipitación
- Temperatura
- Humedad relativa

4. RESULTADOS

4.1. Recopilación de documentos como bases teóricas

Del proceso investigativo que se llevó a cabo para la recolección de información acerca de la humedad, se obtuvieron conceptos, teorías y marcos legales que rigen temas relacionados con la humedad en territorio nacional e internacional.

Las teorías, normas y conceptos relacionados con la humedad en las viviendas, se encuentran dentro del marco referencial del presente trabajo. Cabe resaltar que para el territorio nacional existen Normas que establecen requisitos técnicos y estructurales con los cuales deben cumplir los materiales y estructuras para garantizar la seguridad de los usuarios, el confort y la eficacia de una estructura.

Se destacan las siguientes normas vigentes para el territorial colombiano:

- Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10) que establece en el título H que se debe impermeabilizar el terreno sobre el cual se proyectan las edificaciones.

Y también se destacan las Normas técnicas colombianas que regulan y establecen sistemas de impermeabilización tales como:

- NTC 5828
- NTC 3488
- NTC 2212
- NTC 1906

Dentro de la investigación, también se tuvo en cuenta encontrar medidas que permitan solventar los problemas de la humedad en las viviendas, por lo tanto, a continuación, se muestran resultados de la investigación sobre medidas que han sido propuestas a través de los años según los avances investigativos frente a los diferentes tipos de humedades.

4.1.1. Acciones Correctivas:

Al detectar la presencia de humedad es importante repararla ya que las humedades conllevan numerosas afectaciones para una estructura y en ocasiones ignorarlas por largos tiempos puede ser mucho más costoso de lo que pudiera haber sido en un principio.

- **Humedad por filtración:**

Se deberá realizar en todo caso la disposición de elementos para evacuar las aguas lluvias, verificar permanentemente el estado de la cubierta de modo que si es necesario reemplazar alguna pieza se desarrolle dicha actividad lo más rápido posible y de igual manera la verificación continua de las obras de drenaje de manera que estén funcionando correctamente.

Para las cubiertas planas y las fachadas se deberán verificar las juntas y proponer sellos con materiales impermeables, proponer pendientes en el caso que sean insuficientes a fin de evacuar la humedad y en la medida que sea necesario construir obras de drenaje y/o elementos que permitan evacuar las aguas lluvias.

De todos modos, será necesario realizar mantenimientos periódicos aproximadamente cada año y rutinarios que deben implementarse recomendablemente en la época lluviosa porque que las medidas y herramientas de impermeabilización pueden deteriorarse de forma rápida sobre todo en épocas secas.

- **Humedad por condensación:**

Para erradicar la humedad por condensación, se debe evitar que la temperatura este por de debajo del punto de rocío en las superficies inferiores. Se recomienda mantener la humedad ambiental, para lo cual es necesario contar con entradas de aire, o con calefacciones en el interior de las viviendas.

También se recomienda evitar muy bajas temperaturas en el interior de la vivienda. En algunos casos es necesario el uso de sistemas de aislamiento térmico con el exterior para estabilizar la temperatura, mejorar las condiciones y eliminar las humedades superficiales.

Otros aislamientos térmicos pueden ser:

- Instalación de hojas aislantes
- Relleno de cámara de aire con espuma expansiva
- Planchas aislantes
- Ventilación
- Deshumidificadores
- Eliminación de sales higroscópicas

- **Humedad por construcción:**

Se debe realizar un secado a la zona afectada para lo cual se utilizan métodos de aireación o calefacción, pero será necesario realizar un seguimiento de la humedad, aproximadamente durante treinta (30) días para verificar que definitivamente se eliminó la lesión y se puede proceder a realizar la reparación de la zona lesionada.

Uno de los mecanismos que se pueden adoptar durante el secado será el uso de humidímetros e higrómetros lo cual permitirá observar la evolución de la reparación frente a la causa directa.

Las actividades de prevención será asegurarse de que se haya realizado el procedimiento de secado pertinente, lo cual se puede evaluar a través de los equipos para la medición de la humedad de los materiales y así continuamente se podrá instalar el acabado correspondiente.

- **Humedad accidental:**

Se debe dejar la holgura suficiente entre el tubo y la sujeción, de manera que no generen daños las cargas en las tuberías provocando su rotura. Todas las tuberías que estén a la vista deben protegerse contra la intemperie y la corrosión en este caso mediante anticorrosivos.

Realizar el cambio de tuberías obsoletas siempre que sea pertinente a material plástico y rediseñar toda la instalación en el caso de hacer mejoras como cambio diámetros o accesorios.

- **Humedad por capilaridad:**

Establecer todos los drenajes posibles y necesarios:

Barreras drenantes, cunetas, elevación de la estructura sobre pilares, filtros, drenes, barreras impermeables, elementos prefabricados drenantes y/o con pendiente, cámaras ventiladas.

4.1.2. Acciones Preventivas:

Para evitar la presencia de humedades en las viviendas, se recomienda asignar presupuesto para hidrófugos. A continuación, se mencionan acciones preventivas que actúan como sistemas impermeabilizantes:

- **Impermeabilizantes integrales (Chema):** Son sustancias que se adicionan a la mezcla de concreto o mortero, para evitar la penetración del agua por capilaridad, la posible aparición de salitre y la formación de musgo en la superficie.
- **Impermeabilizante de cubiertas y terrazas (Grival & Corona, 2018):** Es un sellado 100% acrílico y elástico, tiene gran rendimiento para impermeabilizar techos y paredes. Impermeabiliza y sella 100% en un solo paso y no requiere base anterior.



Figura 24. Impermeabilizante de cubiertas y terrazas. Fuente: Corona

- **Pintura impermeabilizante (Grival & Corona, 2018):** Penetra los poros de la superficie a sellar, incorporándose al sustrato para actuar como barrera integral que elimina y previene filtraciones y la humedad. Ideal para proteger baños, paredes y fachadas de los daños que ocasiona el agua por debajo del nivel de la tierra.



Figura 25. Pintura impermeabilizante para baños, paredes y fachadas. Fuente: Corona

- **Sellador de piso (Grival & Corona, 2018):** Producto para la protección de superficies horizontales contra la humedad y agentes externos que puedan afectar su calidad y apariencias tales como moho, hongos y bacterias.



Figura 26. Sellador de piso. Fuente: Corona

- **Impermeabilización de losas de concreto con sistema paraseal:** Consiste en un sistema de doble impermeabilización que combina una membrana polimérica de polietileno de alta densidad y bentonita granular. Los dos materiales actúan en conjunto para producir una impermeabilización auto-sellante, auto-protectora, que se auto-sella herméticamente y a cualquier superficie en la que haya presencia de agua.



Figura 27. Sistema de impermeabilización paraseal. Fuente: Toxement (2020)

- **Láminas impermeabilizantes SBS-POLITABER:** Son láminas impermeabilizantes con el acabado superior mineral, especiales para estar en contacto con la intemperie. Presentan excelente adherencia, un alto nivel de elasticidad y flexibilidad. Pueden usarse como membrana de impermeabilización para cubierta, muros y cimentaciones.



Figura 28. Impermeabilización con láminas SBS-POLITABER. Fuente: Chova (2021)

- **Sistema de drenaje con sistemas de impermeabilización:** Un ejemplo de estos sistemas son las láminas de drenaje de polietileno de alta densidad que brindan protección y drenaje para cubiertas, con sistemas de impermeabilización de membranas PVC/TPPO. Se usa cuando se requiere

agilizar el drenaje de aguas lluvias, aguas de escorrentía, aguas subterráneas y aguas de nivel freático.

- **Cemento marino denso eco:** Este cemento permite la impermeabilización de superficies de mortero, ladrillo, madera, concreto, que se encuentren enterradas y para sellar pequeñas fisuras. Es un compuesto bituminoso que se aplica en frío sobre en superficies secas y con presencia de humedad, es de alta resistencia a la penetración de la humedad y a los agentes atmosféricos.
- **Impermeabilización de cimentaciones con geomembranas:** Las geomembranas de PVC-P según la experiencia del pasado son un producto que impermeabiliza cimentaciones y se considera el más adecuado para este uso por sus características mecánicas, su resistencia, servicio, durabilidad y por la simplicidad de su manipulación.



Figura 29. Impermeabilización de cimentaciones. Fuente: Chova

4.1.3. Mantenimiento:

Se da revisiones del estado general de la estructura, de los materiales e instalaciones, realizando periódicamente visualizaciones de la vivienda y en caso de alguna irregularidad se visualiza y estudia la cantidad a reparar tomando en cuenta la protección de los elementos empleados, haciendo el remplazo de los materiales que se encuentran definitivamente dañados y evitando que haya filtraciones que produzcan humedades, se recomienda que la persona a realizar los trabajos debe tener experticia en el tema.

4.2. Datos de elementos climáticos de la ciudad de Montería

Las humedades se presentan a lo largo de todo el mundo, pero las incidencias que estas presentan en las viviendas tienen relación con las condiciones ambientales a las cuales se somete una estructura expuesta a la intemperie.

Considerando que en la ciudad de Montería no siempre se aplican técnicas impermeabilizantes en la etapa de construcción y por lo general las casas se ven afectadas por diferentes tipologías de humedades. Se analizaron los siguientes elementos climáticos a los cuales están expuestas las viviendas de la ciudad de Montería.

4.2.1. Precipitación

Según Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

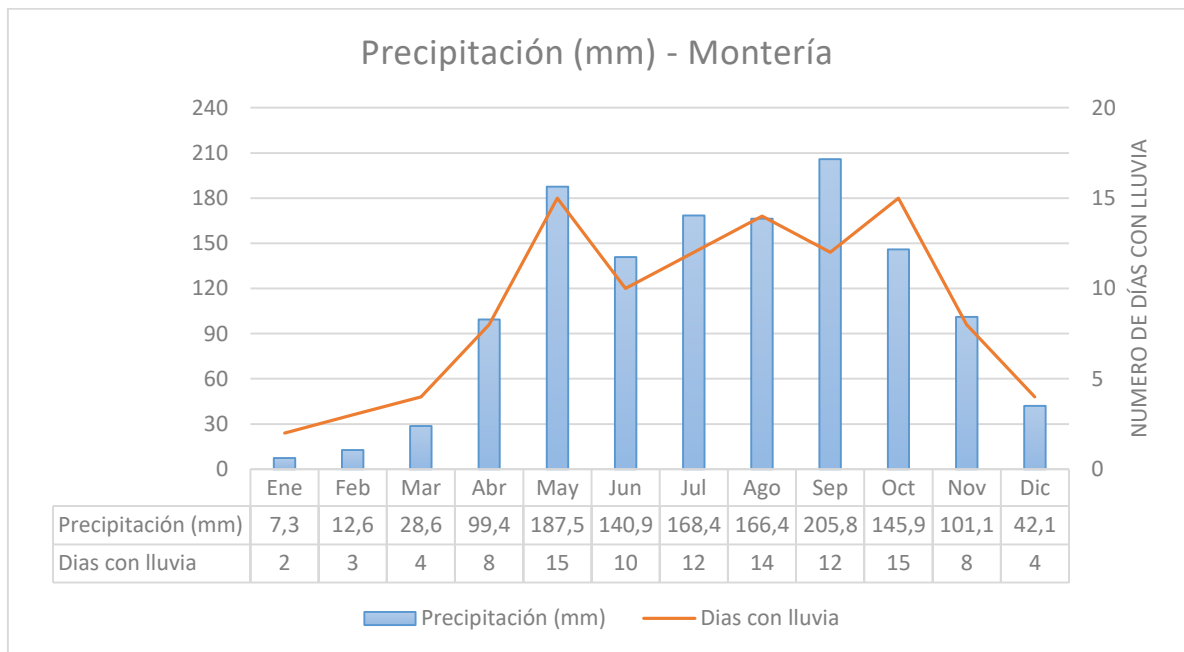


Gráfico 1. Precipitaciones en la ciudad de Montería

- El promedio de lluvia total anual es de 1262mm
- Se presenta una época seca entre los meses diciembre y marzo, en los cuales llueve aproximadamente 4 días por mes.

- Se presenta una época lluviosa entre los meses de mayo y octubre con una frecuencia de 15 a 18 días de lluvia por mes.
- Los meses Abril y noviembre se consideran de transición y en promedio se registran 8 días de lluvia por mes.

4.2.2. Temperatura

Según Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

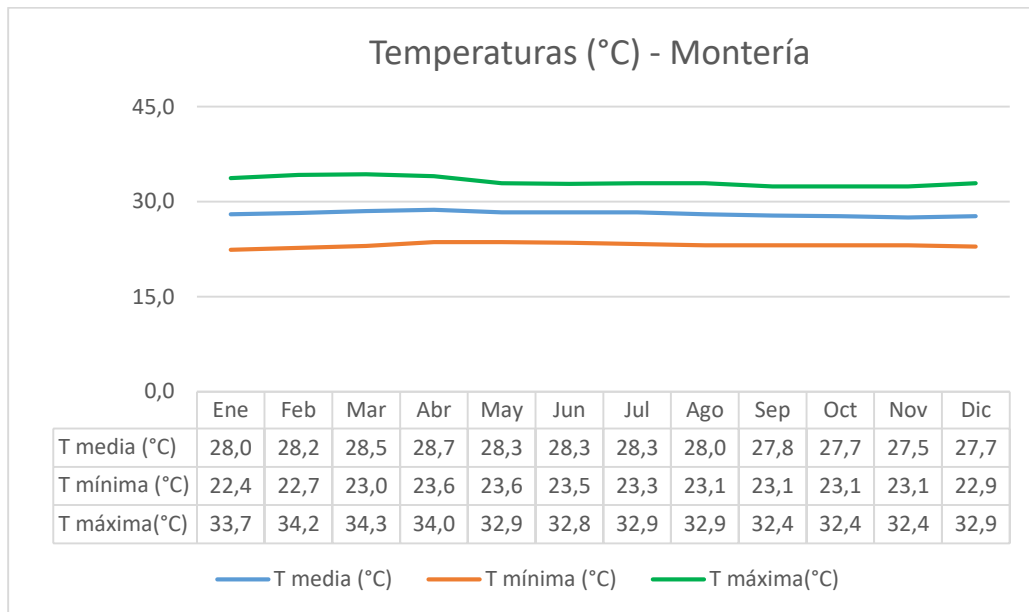


Gráfico 2. Temperaturas de la ciudad de Montería

- La temperatura promedio es de 27.8 °C
- La temperatura máxima media oscila entre 32°C y 34°C, por lo general se presentan al medio día
- La temperatura mínima oscila entre 22 y 23°C, por lo general se presentan en las horas de la madrugada

4.2.3. Humedad relativa

Según Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

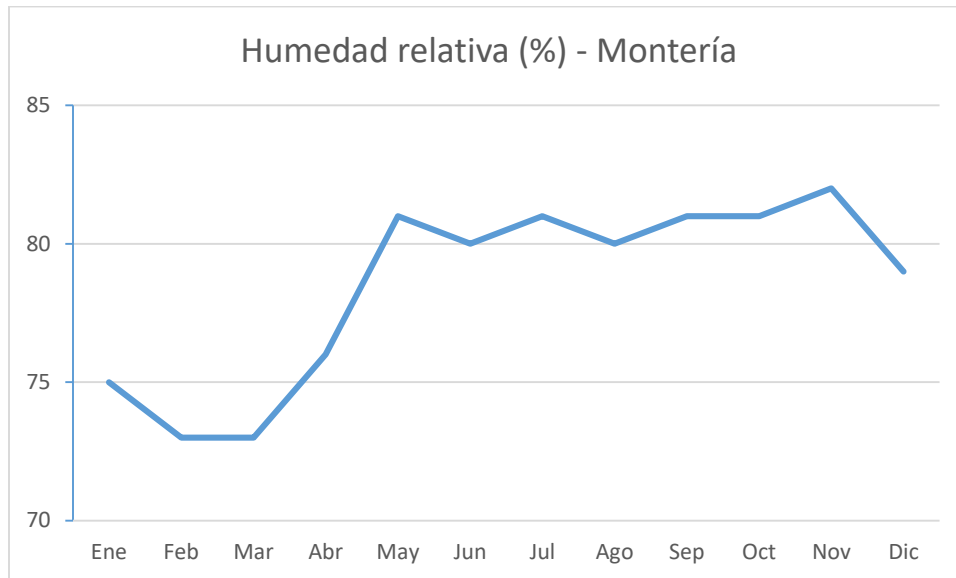


Gráfico 3. Porcentaje de humedad relativa de Montería

- La humedad relativa del aire oscila durante el año entre 76 y 82%
- En los meses octubre y noviembre se observa un porcentaje mayor de humedad relativa
- Los menores valores de humedad relativa se observan entre los meses enero y abril.

4.2.4. Cambios climáticos

Según Weatherspark y Sites Google (2021)

Por influencia del calentamiento global, los elementos del clima temperatura y precipitación presentaron los siguientes cambios.

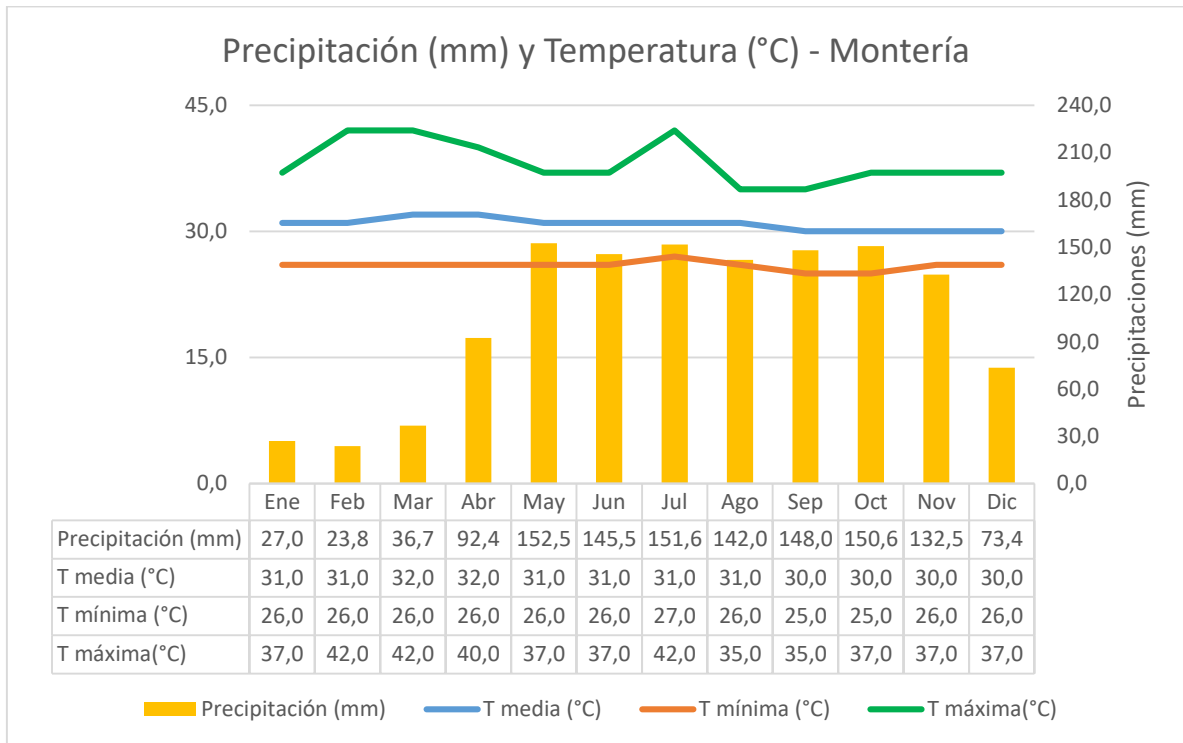


Gráfico 4. Cambios de precipitación y temperatura – Montería (2021)

- Se puede observar un incremento de las temperaturas
- Se observa un aumento de 101,1 mm a 132,5 mm de precipitación para el mes de noviembre, el cual deja de considerarse mes de transición e ingresa dentro de la época lluviosa
- La época lluviosa se extiende de mayo a noviembre
- También se observó un incremento en la precipitación para los meses de diciembre, enero, febrero y marzo, pero aun hacen parte de la época seca para la ciudad de Montería
- La época seca se mantiene entre los meses de diciembre y marzo, pero se observó un aumento en la precipitación

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Las humedades se evidencian en diferentes partes del mundo y diferentes formas, cada tipo de humedad trae consigo consecuencias que pueden afectar el rendimiento de una estructura, por lo tanto, deben identificarse y corregirse.
- Las humedades más comunes se dan por filtración, condensación, por errores en construcción, accidentalmente por fallas en sistema hidrosanitario y de desagüe, y por falta de hidrófugos que impidan la ascensión de agua.
- La ciudad de Montería presenta altas temperaturas, lo cual genera mayores niveles de humedad. Por lo tanto, es necesario el uso de aditivos y pinturas que protejan las paredes y fachadas de la intemperie que además permitan regular temperatura, aislar y repeler el agua.
- Las viviendas de la ciudad de Montería se encuentran expuestas a épocas lluviosas y altos niveles de humedad y por lo general no cuentan con sistemas impermeabilizantes que eviten la filtración del agua a través sus elementos estructurales.
- Existen diferentes métodos correctivos que permiten solventar el problema de humedad en viviendas existentes y métodos que pueden ser aplicados en etapa constructiva para evitar problemas de humedad. Tales métodos no son aplicados por desconocimiento del tema o por recortes de presupuesto para sistemas impermeabilizantes.
- Se recomienda el uso de sistemas drenantes e impermeabilizantes para construcciones de viviendas futuras.
- Se recomienda contar con personal capacitado que realice buen uso de los materiales de construcción.
- Se recomienda contar con personal capacitado para que ubique y disponga correctamente pendiente, bajantes y elementos de desagüe para cubiertas.
- Se recomienda realizar mantenimiento periódico de las redes hidrosanitarias para evitar humedades accidentales.
- Se recomienda realizar mantenimiento a los sistemas de impermeabilización que se apliquen.

- Se recomienda identificar correctamente el tipo de humedad que se pueda presentar en la vivienda, antes de proceder a picar muros.

BIBLIOGRAFÍA

- Ardila Tovar, J. E. (2019). *ESTUDIO PATOLÓGICO POR HUMEDADES EN LOS MUROS EXTERIORES E INTERIORES EN LAS CASAS QUE CONFORMAN EL CONJUNTO RESIDENCIAL GUAZUCA EN EL MUNICIPIO DE GUASCA*. UNIVERSIDAD SANTO TOMAS.
- TÍTULO D - MAMPOSTERÍA ESTRUCTURAL, Pub. L. No. Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo-Resistente, 8 (2010).
- Broto, C. (2005). PATOLOGÍAS DE LA CONSTRUCCIÓN. In *Enciclopedia Broto de patologías de la construcción*.
- Cagel Comunicaciones SA de CV. (2017). *SALITRE EN LAS PAREDES: CAUSAS Y CONSECUENCIAS*.
<https://www.revistaconstruye.com.mx/noticias/interiorismo-menu/3948-salitre-en-las-paredes-causas-y-consecuencias.html>
- Casas Figueroa, L. H. (2018). *HUMEDADES* (Universidad del Valle (Ed.)).
- Chema. (n.d.). *Uso e importancia de los sistemas de impermeabilización en el proceso constructivo*. 38.
- Construmatica. (2015). *No Title*.
- Corradine Angulo, A. (1999). *Introducción a la patología de edificios* (Consejo Internacional de Monumentos y Sitios de Colombia (Ed.)).
- Cortes, B., & Perilla, K. (2017). *IDENTIFICACIÓN DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES EN EDIFICACIONES INDISPENSABLES DEL MUNICIPIO DE SANTA ROSA DE CABAL (SECTOR EDUCATIVO)*. Universidad Libre Seccional Pereira.
- Falcão, R., & Borges, A. (2019). Evaluation of the efficiency of the treatment for rising damp on walls through the insertion of chemical barriers by gravity. *Construction and Building Materials*, 13.
- Girón, A., & Ramírez, F. (2016). *IMPERMEABILIZACIÓN DE SUPERFICIES EN LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Grival, & Corona. (2018). Sistema de impermeabilización CORONA. 2018, 20.
- Hoła, A., Matkowski, Z., & Hoła, J. (2017). Analysis of the moisture content of masonry walls in historical buildings using the basement of a medieval town hall as an example. *Procedia Engineering*, 172, 363 – 368.
- Instituto de Hidrología, M. y E. A. (n.d.). *CARACTERÍSTICAS CLIMATOLÓGICAS DE CIUDADES PRINCIPALES Y MUNICIPIOS TURÍSTICOS*.
- Jiménez, M. (2018). *PATOLOGIA DE LA CONSTRUCCIÓN- Diagnóstico e intervención de humedades*. 44.
- Li, Y., Kong, Z., Xie, H., Ma, Y., Mu, B., & Hokoi, S. (2021). Construction type influences features of rising damp of blue-brick masonry walls. *Construction and Building Materials*, 284.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.
- Monjo, J. (1997). *Patologías de construcción*.

Moreno, J., & Vargas, J. (2018). *HUMEDAD POR FILTRACIÓN EN CUBIERTAS-TERRAZA DE LA VIVIENDA INFORMAL EN EL BARRIO BUENAVISTA*.

Universidad La Gran Colombia.

Ortega Andrade, F. (1994). *Humedades en la Edificación* (Editan (Ed.)).

Sites Google. (2021).

Torres, I. (2018). New technique for treating rising damp in historical buildings:

Wall base ventilation. *Journal of Cultural Heritage*, 31S, S60–S70.

Vasquez, R., & Doria, A. (2020). *METODOLOGIAS DE ESTUDIO DEL TIEMPO DE FRAGUADO DE MATERIALES A BASE DE CEMENTO PARA CONDICIONES CLIMATICAS PRESENTADAS EN EL DEPARTAMENTO DE CORDOBA, COLOMBIA*. Universidad Pontificia Bolivariana.

Volcanes, G. (2014). Incidencias de la humedad en cerramientos de fachada y sus principios de protección. *2015*, 19.

Weatherspark. (2021). *El clima y el tiempo promedio en todo el año en Montería*.

2021. <https://es.weatherspark.com/y/22571/Clima-promedio-en-Montería-Colombia-durante-todo-el-año>