ENTENDIENDO EL CONCRETO

8

HONGOS O MOHO EN EL CONCRETO, EL PORQUÉ APARECEN Y SU TRASCENDENCIA

En este artículo se detallan los conceptos básicos sobre la aparición de hongos y moho en el concreto en relación con las condiciones de exposición y de servicio de las estructuras, sus implicancias en la durabilidad de las edificaciones, los efectos colaterales en la salud de los usuarios y como prevenir, controlar y/o contrarrestar este fenómeno.

1.0 CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE LOS HONGOS O MOHO EN EL CONCRETO

El moho u hongo microscópico es un organismo vivo que se reproduce en forma de esporas (esferas) y que está presente siempre en el medioambiente en interiores y exteriores, pues contribuye a digerir y eliminar materia orgánica muerta en la naturaleza, haciéndose visible al ojo humano cuando coinciden algunas condiciones de humedad, temperatura, acidez, etc., que provocan que se multiplique.

Se alimentan de microorganismos provenientes de materia orgánica muerta, y se reproducen e incrementan en presencia de alta humedad, carencia de luz y aire, ambiente ácido e incremento de temperatura, . Un indicador del grado de acidez de las superficies en que se deposita el moho es el valor del pH o potencial de hidrógeno, donde se ha comprobado que se desarrolla y multiplica con mayor intensidad para valores de entre 5 a 9.

Otro factor colaborante para la aparición del moho es la porosidad de la superficie, por lo que las superficies porosas lo retienen y las lisas dificultan su formación.

2.0 LAS CLASES DE MOHO MÁS COMUNES EN EDIFICACIONES CON CONCRETO

Existe una gran cantidad de clases de moho en las edificaciones, sin embargo en la bibliografía especializada se identifica a los 5 grupos más comunes:

Aspergillus, Penicillium, Cladosporium, Stachybotrys, Alternaria

En las Fotos Nº 1 a Nº 10, se pueden apreciar patrones típicos de como lucen las clases de moho que hemos mencionado en muros de edificaciones, sin embargo es importante indicar que cada clase tiene muchas especies y es común que aparezcan simultáneamente, por lo que salvo que se efectúe una evaluación microbiológica muy compleja, es prácticamente imposible calificar todos los hongos presentes en un caso en particular, sin embargo, los patrones mostrados permiten identificar visualmente las familias de moho predominantes.



Foto Nº 1 Aspergillus en muro
(Fuente : Test America Environmental Microbiology Laboratory Inc.)



Foto Nº 2 Aspergillus en base de therma
(Fuente : Building Cleaning Services - California)



Foto Nº 3 - Zona 1: Stachybotrys, Zona 2 : Cladosporium, Zona 3 : Aspergillus
(Fuente : Inspectapedia.com)


Foto Nº 4 - Cladosporium en tapa de cisterna
(Fuente : Inspectapedia.com)


Foto Nº 5 - Cladosporium en muro y techo de cocina
(Fuente : moldremediation.com)


Foto Nº 6 - Penicilliun (Moho verde) en muro de drywall
(Fuente : moldremediation.com)

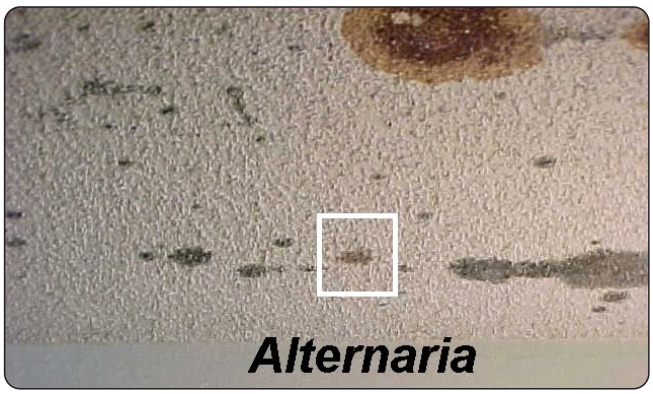


Foto Nº 7 - Alternaria en techo escarchado
(Fuente : Forensic Applications Inc.)

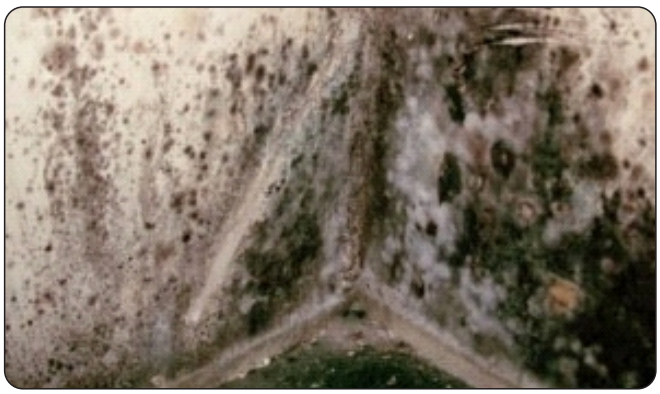

Foto Nº 8 - Stachybotrys (Moho Negro) en muro de concreto en sótano inundado
(Fuente : moldremediation.com)


Foto Nº 9 - Stachybotrys (Moho Negro) en muro de drywall con alta condensación
(Fuente : www.timberwisw.co.uk)


Foto Nº 10 - Penicilliun (Moho verde) en muro poroso
(Fuente : www.mold-help.org)

En general el moho en el medioambiente no es tóxico, pero varios tipos de ellos pueden favorecer reacciones alérgicas en algunas personas sensibles si el moho se multiplica intensamente y se inhalan sus esporas o entran en contacto con la piel, por lo que siempre es recomendable tomar medidas de control y/o eliminación cuando se hacen visibles en las edificaciones.

El moho puede aparecer en edificaciones construidas con diferentes materiales siendo el catalizador para su manifestación visible el incremento de humedad, habiéndose investigado que los ambientes con humedades relativas superiores al 70% tarde o temprano desarrollan algún tipo de moho, por lo que el control de la humedad es fundamental para limitar su aparición.

Por otro lado, la mayoría de tipos de moho se desarrollan cómodamente en temperaturas ambiente entre 10ºC a 35ºC por lo que este parámetro es menos trascendente en comparación con la humedad.

En la Tabla 1 proveniente de la publicación "Humedad y Moho" de la Organización Mundial de la Salud:

Dampness and Mold, World Health Organization-Europe, Alemania-2009, se pueden apreciar las humedades relativas altas, intermedias y bajas que provocan la aparición de los diversos tipos de moho más comunes.

Table 1. Moisture levels required for growth of selected microorganisms in construction, finishing and furnishing materials

Moisture level	Category of microorganism
High (a_w > 0.90; ERH, > 90%)	Tertiary colonizers (hydrophilic) *Alternaria alternata* *Aspergillus fumigatus* *Epicoccum* spp. *Exophiala* spp. *Fusarium moniliforme* *Mucor plumbeus* *Phoma herbarum* *Phialophora* spp. *Rhizopus* spp. *Stachybotrys chartarum* (*S. atra*) *Trichoderma* spp. *Ulocladium consortiale* *Rhodotorula* spp. *Sporobolomyces* spp. Actinobacteria (or Actinomycetes)
Intermediate (a_w 0.80–0.90; ERH, 80–90%)	Secondary colonizers *Aspergillus flavus* *Aspergillus versicolor*[a] *Cladosporium cladosporioides* *Cladosporium herbarum* *Cladosporium sphaerospermum* *Mucor circinelloides* *Rhizopus oryzae*
Low (a_w < 0.80; ERH, < 80%)	Primary colonizers (xerophilic) *Alternaria citri* *Aspergillus (Eurotium) amstelodami* *Aspergillus candidus* *Aspergillus (Eurotium) glaucus* *Aspergillus niger* *Aspergillus penicillioides* *Aspergillus (Eurotium) repens* *Aspergillus restrictus* *Aspergillus versicolor*[b] *Paecilomyces variotii* *Penicillium aurantiogriseum* *Penicillium brevicompactum* *Penicillium chrysogenum* *Penicillium commune* *Penicillium expansum* *Penicillium griseofulvum* *Wallemia sebi*

3.0 LOS TIPOS DE CONCRETO LAS CONDICIONES DE EXPOSICIÓN Y/O SERVICIO Y LA APARICIÓN DE MOHO

Para el caso de edificaciones con concreto, este material tiene una alta alcalinidad (pH de 11.0 a 13.0) al vaciarse y endurecer, por lo que no facilita el desarrollo del moho que como hemos visto requiere un entorno ácido, sin embargo esta condición de alcalinidad se puede ir perdiendo en el tiempo cuando pintamos las estructuras de concreto con pinturas con pH bajo, o si el concreto es arquitectónico y el CO2 del medioambiente reacciona con el Hidróxido de Calcio del cemento y genera Carbonato de Calcio disminuyendo su pH original.

Las zonas geográficas con humedad relativa alta como es el caso de Lima y otras regiones en nuestro país favorecen la retención de humedad que es uno de los factores concomitantes para promover el moho.

Otra particularidad de las superficies de concreto es que la resistencia empleada en la estructura afecta directamente la porosidad y/o permeabilidad, ya que por ejemplo los concretos estructurales f'c=175 kg/cm2 y f'c=210kg/cm2 tan populares en nuestro medio retienen bastante humedad dependiendo de la humedad relativa del sitio donde construimos, y producen superficies relativamente porosas que tienden a acumular polvo y moho con mayor facilidad, si no se pintan o se hace un mantenimiento periódico.

Los concretos de mayor resistencia y menor relación Agua/Cemento ($\leq$ 0.50) producen una estructura menos permeable y superficies más lisas con menor porosidad dificultando la aparición de los hongos.

Las dimensiones y ventilación de los ambientes también contribuyen a la aparición del moho, pues mientras más pequeños los ambientes, con techos bajos y poca iluminación y ventilación es más frecuente y probable su aparición.

4.0 TRASCENDENCIA DEL MOHO EN LA DURABILIDAD DE LAS EDIFICACIONES Y LA SALUD DE LOS USUARIOS O HABITANTES

El problema del moho en edificaciones es común a nivel internacional independientemente del tipo de material, siendo la Agencia de Protección del Medioambiente de USA, EPA por sus siglas en inglés (U.S. Environmental Proteccion Agency) una de las instituciones que ha publicado gran cantidad de artículos y recomendaciones para su evaluación y control, varias de las cuales han sido empleadas en el desarrollo de este artículo, estando disponibles en internet.

En cuanto a la durabilidad de las edificaciones, el moho sólo tiene trascendencia estética y en el incremento del costo de las labores de mantenimiento para eliminarlo, pero no tiene ninguna implicancia física ni química en relación a la agresividad hacia el concreto.

El problema potencial más grave es el riesgo en la salud de los usuarios o habitantes de las edificaciones, pues algunos hongos son más nocivos que otros y pueden ocasionar casos de alergia pulmonar, asma y varios tipos de enfermedades crónicas en las vías respiratorias y en la piel sobre todo en niños y personas de edad avanzada.

Es por ello que en los países desarrollados las agencias responsables del cuidado de la salud y medioambiente monitorean y hacen campañas orientadas a prevenir la aparición de moho en las edificaciones, debido al costo social elevado que puede traer como consecuencia su proliferación.

5.0 MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN Y CONTROL DEL MOHO EN LAS EDIFICACIONES CON CONCRETO

Hemos participado como consultores en varios proyectos en Lima y Provincias donde se ha manifestado aparicion de varios tipos de moho en estructuras de concreto, y sobre la base de esta experiencia y la bibliografía aludida recomendamos las siguientes medidas de prevención y control :

- En el proyecto arquitectónico favorecer la iluminación natural y la ventilación de los ambientes, principalmente en baños, cocina y lavandería que es donde se presenta el hongo con mayor frecuencia, debido al incremento de humedad ocasionado por la condición de uso y/o servicio.

- No especificar acabados superficiales porosos o rugosos pues fomentan el desarrollo del moho, su proliferación y dificultan su eliminación.

- Usar revestimiento cerámico de piso a techo en zonas de alta humedad (duchas, tinas, lavaderos, etc.) lográndose superficies muy lisas que evitan el moho.

- Seleccionar materiales para empaste, imprimación y pintura que no contengan materia orgánica (cola animal o materia animal) ya que al descomponerse con el tiempo propician la aparición del moho.

- Emplear biocidas (Cloruro de benzalconio al 3%, Sulfato de Cobre + Nitrato de Cobre al 5%, Peróxido de Hidrógeno) presentes en varios productos de limpieza comerciales, como aditivos en el agua de dilución de la pintura, como elemento de limpieza previamente a la aplicación de las capas de pintura, como agentes para la limpieza de las superficies con moho, y durante el mantenimiento periódico preventivo.

- Cada tipo de hongo tiene sensibilidad diferente a cada tipo de biocida, por lo que hay que hacer pruebas prácticas para evaluar su efectividad, sin embargo, hemos comprobado que el cloruro de benzalconio al 3% es el de mejor desempeño en la mayoría de los casos detectados en Lima y Provincias.

- No usar alfombras en ambientes pequeños con humedad y poca luz y ventilación, ni exagerar en llenarlos con muebles o usarlos como almacenes, ya que esto propicia la aparición del moho.

- Se debe revisar periódicamente cualquier instalación o accesorio sanitario que tenga fuga de agua o que provoque el humedecimiento no controlado de muros, pisos y techos ya que esta irregularidad provoca la aparición de moho superficial.

- Efectuar limpieza regular del polvo superficial en muros, techos y pisos con aspiradora o eliminación manual ya que el moho se encuentra presente en dichas partículas a la espera de que exista la humedad necesaria para activarse.

- Posteriormente a la utilización de la ducha, lavatorio en los baños, cocina o lavandería, sobre todo cuando se emplea agua caliente, se debe abrir la ventana de ventilación, extractor o la puerta el tiempo necesario para que el vapor generado se elimine y no aumente innecesariamente la humedad al interior del ambiente, procurando además secar en lo posible las zonas de muro o techo donde haya salpicado el agua.

- Si se cuenta con secadora de ropa en un sector cerrado, se deberá abrir ventanas y/o puertas para ventilarlo y eliminar el vapor generado por este equipo y no se incremente innecesariamente la humedad al interior del ambiente y el riesgo de aparición de moho.

- Emplear deshumedecedores o estufas para bajar la humedad relativa en los ambientes propicios a la reproducción de los hongos.

- Siempre que se hagan trabajos de limpieza de moho emplear guantes y mascarilla para prevenir problemas en las vías respiratorias y en la piel.