

Moisture Vapor Protection for Slabs-on-Ground

Q. *We are designing a concrete slab-on-ground for a commercial building. The owner plans to install a moisture-sensitive floor covering on the slab. Do we have to specify any type of moisture vapor protection for the slab? If we do, what system works best?*

A. Based on my experience, moisture vapor protection is recommended for all concrete slabs-on-ground that will be covered with moisture-sensitive flooring materials.

As you may recall from your early science lessons, the hydrologic cycle begins with water vapor movement vertically upward from the liquid groundwater table, regardless of its depth, to the clouds in the sky. During that upward journey, water vapor passes through everything in its path before it condenses to liquid or freezes to ice in the clouds and precipitates back to earth. Gravity eventually takes some of the liquid back to the groundwater table. This cycle occurs everywhere in the world, including dry climates.

As vapor rises from the groundwater table and moves through the ground, it hits the concrete slab, which has a much lower water vapor transmission rate (WVTR) than most soils. As dewpoint conditions usually exist beneath slabs, some of the moisture condenses to liquid and falls back downward and some of it continues as vapor upward through the concrete at a slower rate. This explains why the underside of all slabs, regardless of their location, test at 99 to 100% relative humidity (RH). And, because the WVTR for most floor coverings is significantly lower than that of concrete, a similar condensation potential also exists beneath the flooring if vapor is not slowed sufficiently from transmitting into and through the slab.

If vapor condenses to liquid beneath the floor covering, it does not easily fall back downward like it does in many subgrade soils. Further, the top of the slab has an abundance of soluble alkali salts such as potassium and sodium, transported there by normal bleedwater during the concrete placement. If condensate forms beneath the flooring, it results in a very high alkaline solution (pH of 11 or higher) that can break down most flooring adhesives and cause flooring failures. To prevent these failures, the WVTR through the slab must be reduced to a rate lower than the WVTR of the finish flooring system.

There are three potential ways to decrease the WVTR through the slab:

- Install a vapor retarder beneath the slab;
- Install a topically applied moisture mitigation coating on the top surface of the slab; or
- Incorporate an integral concrete admixture within the slab concrete.

To be effective, the selected method(s) must reduce the WVTR through the slab to that of the flooring system. A vapor retarder placed directly beneath the slab can be the first line of defense and can reduce the vapor entering the concrete slab to an acceptable rate. ASTM E1745¹ requires a sub-slab vapor retarder to have a maximum WVTR of 0.1 perms (without going into specifics, note that a perm is a unit of permeance that shows how fast a unit area of a vapor diffusion retarder lets water vapor through when there is unit difference of partial pressure of water vapor on both sides of the barrier). Some of the available retarder products have ratings of less than 0.01 perms. Topically applied moisture mitigation systems separate the flooring adhesive from an alkaline solution that develops in the concrete. Per ASTM F3010,² these systems are also required to have a vapor permeance no greater than 0.1 perms. Based on these two options, to be considered effective at reducing the WVTR to an acceptable level for most floor coverings, an integral admixture must also reduce the vapor permeance of hardened concrete to 0.1 perms or less.

Questions in this column were asked by users of ACI documents and have been answered by ACI staff or by a member or members of ACI technical committees. The answers do not represent the official position of an ACI committee. Comments should be sent to rex.donahey@concrete.org.

While concrete is relatively impermeable to liquid water and is used for containment tanks, dams, and pipes, it is not impermeable to water vapor. According to Reference 3, a typical concrete has a permeability value of 4.5 perm-in. (permeability is the product of measured permeance and the thickness of the test object). However, using ASTM E96/E96M,⁴ I have measured WVTR values above 8 perms for concrete samples taken from floor slabs, so concrete can have much higher permeability. Thus, it is important to test the concrete with the potential admixture to verify its effectiveness. As it is concrete dependent, it is best to require WVTR testing per ASTM E96/E96M as part of the concrete mixture submittal so that additional mitigation options can be used if necessary.

When selecting a moisture vapor mitigation option, it should be remembered that the ground is a source of moisture, but the concrete itself is also a source of moisture. Even when an effective vapor retarder is used, sufficient drying time or additional mitigation is still required to prevent a high-pH liquid solution from developing at the concrete-flooring interface.

References

1. ASTM E1745, "Standard Specification for Plastic Water Vapor Retarders Used in Contact with Soil or Granular Fill under Concrete Slabs," ASTM International, West Conshohocken, PA, 2017, 6 pp.
2. ASTM F3010, "Standard Practice for Two-Component Resin Based Membrane-Forming Moisture Mitigation Systems for Use Under Resilient Floor Coverings," ASTM International, West Conshohocken, PA, 2018, 4 pp.
3. "Table 8: Water Vapor Permeability of Building Materials at Various Relative Humidities," ASHRAE Handbook: Fundamentals, ASHRAE, Peachtree Corners, GA, 2009, p. 26.17.
4. ASTM E96/E96M, "Standard Test Methods for Water Vapor Transmission of Materials," ASTM International, West Conshohocken, PA, 2016, 14 pp.

Thanks to Scott M. Tarr, North S.Tarr Concrete Consulting, P.C., Dover, NH, USA, and Chair of ACI Committee 360, Design of Slabs on Ground, for providing the answers to these questions.

ACI Symposium Papers Digital Subscription

Annual access to over 6,000 symposium papers

Gain unlimited access to new and archived papers from all ACI Symposium Publications, published since 1962, plus any new papers that are published.

Visit **concrete.org**



American Concrete Institute
Always advancing



Sistemas de Protección contra el Vapor de Humedad para Losas sobre el Terreno

Concreto P&R

P

Estamos diseñando una losa sobre el terreno para un edificio comercial. El dueño desea instalar un revestimiento del piso sensible a la humedad sobre la losa.

¿Deberíamos especificar algún tipo de protección contra el vapor de humedad para la losa?

¿En ese caso, qué sistema tendría la mayor eficacia?

R

Con base en mi experiencia, la colocación de sistemas de protección contra el vapor de humedad es recomendable para todas las losas de concreto sobre el terreno que vayan a ser posteriormente cubiertas con revestimientos de pisos sensibles a la humedad.

Como tal vez todavía recuerde de sus clases de ciencia, el ciclo hidrológico comienza con el movimiento vertical del vapor de agua desde la napa freática, independientemente de su profundidad, hacia las nubes. Durante su viaje ascendente, el vapor de agua atraviesa todos los obstáculos antes de condensarse como líquido o hielo en las nubes y precipitarse nuevamente hacia la tierra. La gravedad eventualmente devuelve algo del líquido nuevamente a la napa freática. Este ciclo ocurre en todo el planeta, incluyendo los climas secos.

A medida que el vapor asciende de la napa freática y se mueve a través del terreno, alcanza un nivel donde choca con la losa de concreto. Generalmente, la losa tiene una tasa de transmisión del vapor de agua (WVTR, "Water Vapor Transmission Rate") mucho menor que la mayoría de los suelos. Con las condiciones de punto de rocío que existen habitualmente debajo de las losas, parte de la humedad se condensa a fase

líquida y vuelve hacia el interior del terreno mientras otra parte continúa en estado de vapor ascendiendo a través del concreto a una menor velocidad. Esto explica por qué la parte inferior de todas las losas tienen, cuando son ensayadas y con independencia de su ubicación geográfica, una humedad relativa (HR) del 99% al 100%. Debido a que la tasa de transmisión del vapor de agua de la mayoría de los revestimientos de pisos es menor que la del concreto, un potencial de condensación similar también existe por debajo de los revestimientos del piso si el vapor no es lentificado suficientemente en su transmisión en y a través de la losa.

Si el vapor condensa a estado líquido por debajo del revestimiento del piso, el agua no retorna fácilmente hacia el interior del concreto como sí ocurre en el caso de los suelos. Adicionalmente, la parte superior de la losa suele tener una abundancia de sales alcalinas solubles tales como potasio y sodio, transportadas hacia allí por la exudación normal durante la colocación del concreto. Si el condensado se forma por debajo del piso, el mismo constituye en una solución muy alcalina (pH de 11 o más) que puede dañar la mayoría de los adhesivos de revestimientos y producir la falla del piso.

Para evitar estas fallas, la tasa de transmisión del vapor de agua a través de la losa debe disminuirse a una tasa menor que la de los revestimientos del piso.

Existen tres modos potenciales de disminuir la tasa de transmisión del vapor de agua a través de la losa:

- Instalar un retardador de vapor debajo de la losa;
- Instalar un recubrimiento mitigador de humedad aplicado tópicamente sobre la superficie de la losa;
- Incorporar un aditivo integral dentro del concreto de la losa.

Para ser efectivo, el método o métodos seleccionados deben reducir la tasa de transmisión del vapor de agua a través de la losa a valores por debajo de la tasa de los revestimientos del piso. Un retardador de vapor colocado directamente debajo de la losa puede ser la primera línea de defensa y ser capaz de reducir la entrada de vapor a la losa de concreto a una tasa aceptable. La norma ASTM E1745¹ requiere que el retardador de vapor sub-losa tenga una tasa de transmisión del vapor de agua de 0.1 perms (sin ir a los detalles, un “perm” es una unidad de permeabilidad que mide la velocidad de difusión del vapor de agua por unidad de superficie a través de un retardador de vapor para una diferencia unitaria de presiones de vapor de agua a ambos lados de la barrera). Algunos de los productos disponibles tienen permeabilidades menores a 0.01 perms.

Sistemas de mitigación de humedad aplicados tópicamente se utilizan para separar el adhesivo de los revestimientos de la solución alcalina que se desarrolla en el concreto. De acuerdo con la ASTM F3010² también se requiere que estos sistemas tengan una permeabilidad al vapor no mayor que 0.1 perms.

Teniendo en cuenta lo anterior, para ser considerado efectivo en la reducción de la tasa de transmisión del vapor de agua a un nivel aceptable, un aditivo integral debe también reducir la permeabilidad del concreto endurecido a 0.1 perms o menos.

Mientras que el concreto es relativamente impermeable al agua en estado líquido y, por lo tanto, es utilizado en tanques de almacenamiento, represas y cañerías, no lo es para el vapor de agua. De acuerdo con la Referencia 3, un concreto típico tiene una permeabilidad de 4.5 perm-in (la permeabilidad es el producto de la permeabilidad medida y el espesor del objeto ensayado). Sin embargo, usando la norma ASTM E96/E96M⁴, he podido medir en muestras de concreto tomadas de losas de piso valores de tasas de transmisión del vapor de agua por encima de los 8 perms. Es decir que el concreto puede tener una permeabilidad al vapor mucho más alta. Por lo tanto, es importante ensayar el concreto con los potenciales aditivos para verificar su efectividad. Al ser los resultados obtenidos con un mismo aditivo dependiente del concreto, es mejor requerir ensayos de tasa de transmisión del vapor de agua de acuerdo con la norma ASTM E96/E96M como parte de la provisión de aditivo de tal modo que puedan sumarse opciones de mitigación adicionales si resultase necesario.

Cuando se seleccionan opciones para la mitigación del vapor de humedad debería recordarse que no solamente el terreno es una fuente de humedad, sino que el concreto en sí mismo también lo es.

Para prevenir que se desarrolle una solución líquida de alto pH en la interfase entre el concreto y el revestimiento del piso se necesita (aun cuando se utilice un retardador de vapor efectivo) la existencia de un tiempo de secado suficiente u otras medidas de mitigación adicionales.

Referencias

1. ASTM E1745, “Standard Specification for Plastic Water Vapor Retarders Used in Contact with Soil or Granular Fill under Concrete Slabs,” ASTM International, West Conshohocken, PA, 2017, 6 pp.
2. ASTM F3010, “Standard Practice for Two-Component Resin Based Membrane-Forming Moisture Mitigation Systems for Use Under Resilient Floor Coverings,” ASTM International, West Conshohocken, PA, 2018, 4 pp.
3. “Table 8: Water Vapor Permeability of Building

Materials at Various Relative Humidities," ASHRAE Handbook: Fundamentals, ASHRAE, Peachtree Corners, GA, 2009, p. 26.17.

4. ASTM E96/E96M, "Standard Test Methods for Water Vapor Transmission of Materials," ASTM International, West Conshohocken, PA, 2016, 14 pp.

Gracias a Scott M. Tarr, North S.Tarr Concrete Consulting, P.C., Dover, NH, USA, y Chair of ACI Committee 360, Design of Slabs on Ground, por suministrar las respuestas a estas preguntas.

La traducción de este artículo correspondió a la Sección Argentina

*Concreto
Preguntas y Respuestas
Sistemas de protección contra
el vapor de humedad para losas
sobre el terreno*



*Traductor y Revisor Técnico:
Dr. Ing. Raúl Bertero*