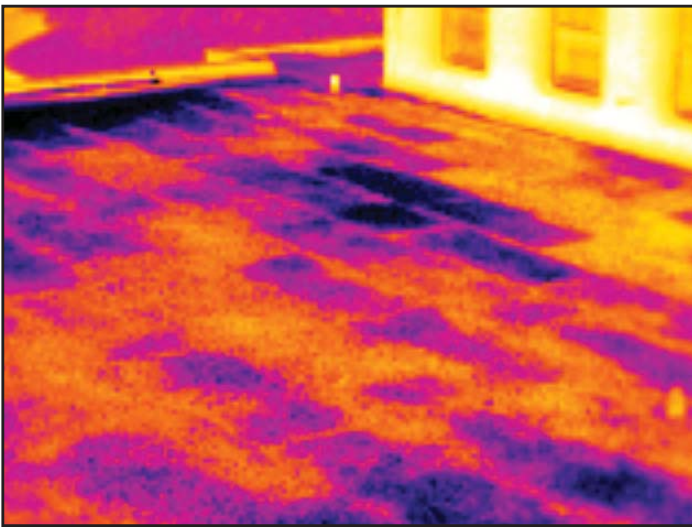


Inspecciones Infrarrojas en techos de baja pendiente

La Termografía infrarroja es ampliamente utilizada como una herramienta rápida, confiable y una técnica no destructiva para el mantenimiento y aplicaciones de energía en edificios. Ya sea que se inspeccionen sistemas eléctricos, equipo mecánico o el envolvente térmico de un edificio, la Termografía es una herramienta muy útil en varios campos de aplicación. La Termografía puede ayudar de manera muy exitosa a inspeccionar techos de baja pendiente en edificaciones comerciales e industriales, así como también en edificios de apartamentos para encontrar problemas potenciales de intrusión de humedad. Con las condiciones adecuadas un termógrafo calificado que sigue los estándares de inspección, podrá evaluar de manera rápida y eficiente con Termografía los techos de baja pendiente que posean insulación o aislamiento térmico.



Bajo las condiciones adecuadas la Termografía puede ser usada para inspeccionar techos de baja pendiente en busca de patrones térmicos asociados a intrusión de humedad en la insulación o aislamiento térmico, lo cual ayuda a planear de mejor manera el mantenimiento y reparación en edificios comerciales o industriales.

¿Por qué inspeccionar techos de baja pendiente?

Existen muchas razones de por qué debemos preocuparnos por la salud de un techo de baja pendiente que posee insulación térmica. Algo que puede resaltarse es que los techos son muy costosos de cambiar. La humedad atrapada en la insulación debajo de la membrana impermeable con el tiempo puede pudrir o corroer la estructura del techo, poniendo en peligro la integridad del mismo. La insulación mojada, simplemente no se secará en un tiempo razonable una vez que haya absorbido agua, esta insulación debe ser removida y reemplazada. La Termografía infrarroja puede ayudar a localizar áreas potencialmente dañadas permitiendo a los dueños de los techos a posiblemente salvar las secciones que no estén afectadas con la humedad, reduciendo los costos de reparación en gran manera.

Si la estructura del techo se corroe o pudre puede impactar en la seguridad del personal que trabaja sobre o bajo dicha sección del techo. Existen muchos casos donde personas han sido severamente heridas o hasta han muerto por pararse en una sección débil de la estructura la cual fue creada por la humedad atrapada y que degradó la integridad estructural del techo.

En ambientes industriales, una intrusión de humedad en forma de gotera de agua puede destruir sistemas o equipos mecánicos o eléctricos críticos dentro del edificio. Una gotera también puede afectar de manera adversa las líneas de producción o el inventario en bodega, impactando en las operaciones de la empresa y aumentando el riesgo de pérdidas monetarias de producto o de maquinaria descompuesta o arruinada. En el caso de industrias de alimentos o farmacéuticas, estos pueden resultar contaminados por una intrusión de agua de tipo gotera causada por la insulación húmeda.



La insulación mojada tiene una conductividad térmica más grande que la insulación seca. La humedad atrapada en los materiales que componen el techo en edificios de apartamentos pueden dar como resultado cargas extras de calefacción o refrigeración, incrementando los costos asociados de climatización del edificio.

¿Cómo funciona una inspección infrarroja?

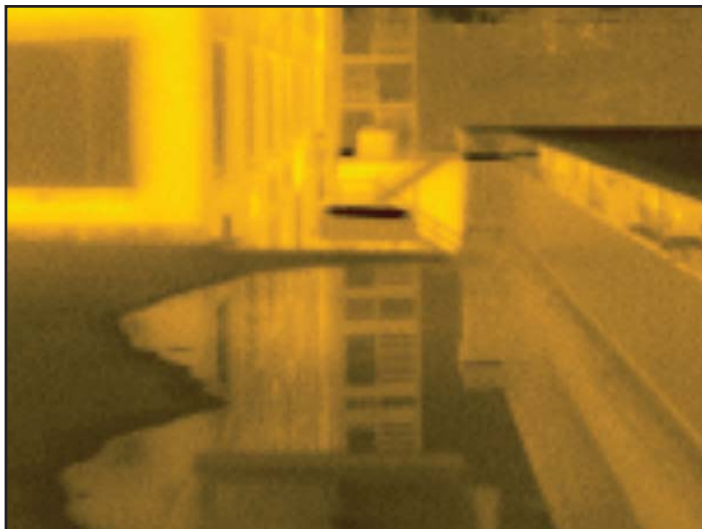
La Termografía por sí sola no es capaz de verificar la presencia de humedad o de localizar el lugar donde penetra la humedad en un techo de baja pendiente.

Para inspeccionar un techo se debe esperar por las condiciones climáticas adecuadas. Las condiciones recomendadas para realizar inspecciones en techos son días soleados, calmos y noches frías. La superficie del techo, así como cualquier capa superior que lo cubra debe estar seca al momento de realizar la inspección. Los patrones térmicos se observarán de mejor manera típicamente una o dos horas después de la puesta del Sol, aunque por supuesto esto depende de cuanta radiación solar afectó el techo durante ese día. Si se cuenta con las condiciones anteriores existirán dos tipos de inspecciones que pueden ser realizadas para los techos con insulacion utilizando Termografía y son de “capacitancia térmica” y “conducción térmica”



Contar con las condiciones adecuadas no siempre significa sólo prestar atención a las condiciones climáticas, otros elementos como el polvo o escombros pueden estar presentes. Esto no sólo afecta la visión directa del techo, también crea una gran variedad de emisividades que pueden dar como resultado patrones confusos.

Una inspección infrarroja basada en la capacitancia térmica es la que busca detectar la presencia de posible humedad ya que existirán diferencias en la capacitancia térmica entre la insulación seca y la insulación mojada en el techo de baja pendiente. Esta típicamente se realiza en condiciones climáticas cálidas y se fundamenta en que el Sol y la noche fría creen las condiciones adecuadas.



La superficie del techo tiene que estar seca para realizar una inspección. En la imagen podemos ver agua acumulada durante una fuerte lluvia, esto impide que se pueda ver la membrana. También se puede observar el reflejo del edificio adyacente y de la escalera de incendio.

Mientras que el sol calienta el techo durante el día, la energía es absorbida tanto por la superficie y por la insulación debajo de la superficie. La insulación o aislante térmico mojado posee una capacitancia térmica mayor que la insulación seca por lo que puede absorber y retener más energía térmica durante el día. Luego de la puesta del sol, el techo comenzará a enfriarse y las áreas de la superficie donde se encuentra la insulación seca se enfriaran más rápidamente debido a que almacenaron menos energía térmica. Por otra parte, la insulación mojada tiene una mayor capacitancia térmica, por lo que toma más tiempo en enfriarse. Si las condiciones son las adecuadas, las áreas mojadas aparentarán estar más calientes por más tiempo luego de la puesta del sol.

Una inspección basada en la conducción térmica requiere una diferencia de temperatura entre el interior y el exterior de la edificación. La insulación húmeda tiene una conductividad térmica mayor que la insulación seca.

Cuando el interior del edificio está más caliente que el exterior, la insulación húmeda transfiere más energía hacia el exterior debido a la mayor conducción. Como resultado cualquier área de insulación húmeda se observará más caliente que la superficie seca en condiciones de clima frío al momento de inspeccionar el techo desde afuera. Al igual que las inspecciones basadas en la capacitancia térmica una superficie seca es esencial y se debe contar con las condiciones ambientales adecuadas.

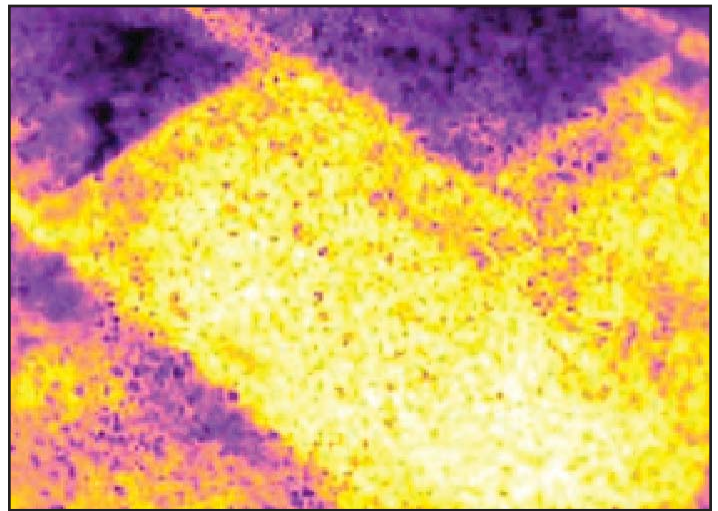
En algunas ocasiones puede ser posible conducir una inspección en busca de humedad en techos desde el interior. Se requiere tener una línea de visión directa, lo que puede resultar difícil de lograr. Adicionalmente se debe tomar en cuenta que muchas veces la base donde está fundamentado el techo es totalmente de metal brillante. Este tendrá una emisividad baja, por lo cual no irradiará eficientemente la energía térmica que detecta la cámara infrarroja. Estas superficies también son muy reflectivas térmicamente y se podrá observar el patrón térmico reflejado de luces, maquinaria y otras fuentes de calor; lo cual hará la interpretación muy confusa y difícil. Si por el contrario dicha base metálica está pintada o cubierta por fibra de vidrio podrá realizarse la inspección siempre y cuando se tengan las condiciones adecuadas.

Tipos de Patrones detectados

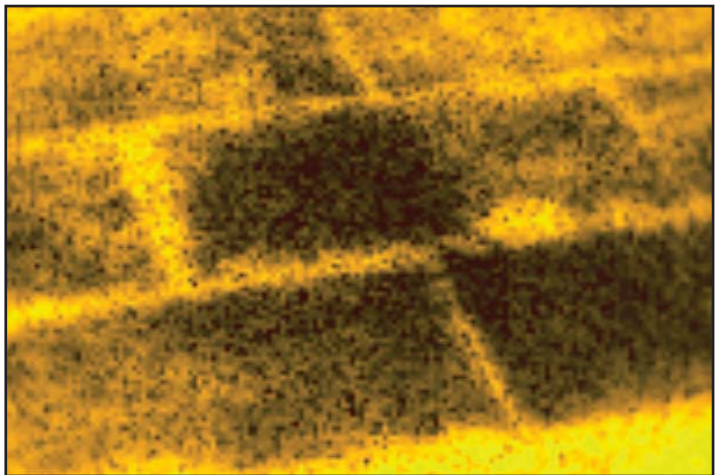
Existen dos tipos de materiales de insulación térmica y cada uno tendrá un patrón térmico distintivo cuando presenten problemas de humedad. Aunque cualquier cantidad de humedad atrapada en el aislamiento térmico o insulación de un techo de baja pendiente puede dañarlo, la Termografía funciona mejor típicamente en insulación absorbente (al compararla con la insulación que no es tan absorbente).

La insulación absorbente como puede ser la fibra de Madera, plancha mineral o la fibra de vidrio crea patrones térmicos llamados “tipo tablero”; esto al momento que absorben la humedad y bajo las condiciones antes mencionadas. Este patrón es similar al de una esponja cuando absorbe agua, pues después de un tiempo toda la plancha de material se saturará de humedad y cambiará su capacitancia y conductividad térmica. Bajo las condiciones adecuadas, se puede observar el patrón térmico debido a que la insulación mojada puede almacenar más energía térmica o es mejor conductor de calor comparado con la insulación seca. En la insulación absorbente, debido a que toda la plancha absorbe agua, el patrón térmico es fácil de detectar.

Los otros tipos de materiales de insulación, absorben lentamente el agua, como por ejemplo el Uretano, espuma de poliestireno o isocianuratos. Estos crean un patrón térmico conocido como “tipo marco”. Al principio estos materiales no absorben la humedad, por el contrario la acumulan en el perímetro u orillas. El cambio en la capacitancia térmica del material se asemeja al “marco de una fotografía”. Se debe resaltar que los techos con este tipo de insulación pueden ser inspeccionados con Termografía típicamente luego de varios años en que se haya absorbido la humedad. Aun después de este tiempo los patrones creados por estos materiales, lentos para absorber, son difíciles de detectar y pueden desaparecer rápidamente durante la inspección.



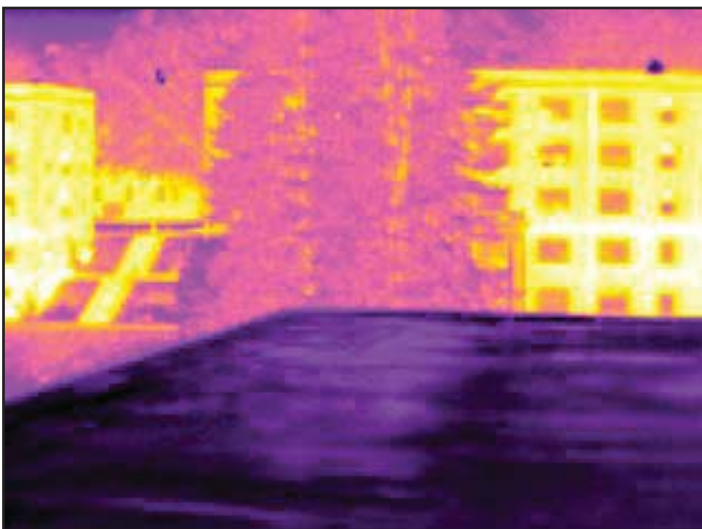
Patrón térmico “tipo tablero” creado normalmente por insulación absorbente. Se observa una sección de superficie más caliente (brillante).



Patrón térmico “tipo marco” que es asociado normalmente con insulación de techo que absorbe lentamente. Observe que solo las orillas de la plancha de la insulación aparentan estar más calientes.

Limitaciones al usar la Termografía

Al realizar inspecciones en techos puede esperar encontrarse con patrones que inicialmente no tendrán sentido. Existen muchas maneras en que el techo puede estar construido y varios tipos de materiales que se pudieron utilizar en la construcción del techo, todo esto puede crear patrones térmicos confusos. Elementos estructurales, la huella dejada por equipos que estuvieron anteriormente en el techo, entre otros, pueden causar patrones térmicos diferentes. Otro ejemplo es que puede haberse instalado un segundo techo sobre un techo ya existente, lo que creará un nuevo patrón térmico.



En la imagen puede observarse lo que aparenta ser un patrón térmico caliente sobre una gran sección del mismo. Pero realmente resultó ser una reflexión proveniente de los árboles y edificios adyacentes.

Diferentes materiales de insulación (absorbente y de absorción lenta) pueden haberse mezclado al reparar un techo. También la cubierta de piedras que se pone sobre el techo puede que no haya sido nivelada adecuadamente y eso causará que las piedras apiladas puedan almacenar más energía térmica en comparación con la piedra que fue nivelada correctamente. Dentro o debajo del techo pueden estar ubicadas lámparas o calefactores que transferirán más energía térmica al techo. Todo lo antes mencionado debe ser observado y analizado detenidamente para verificar si se trata de una irregularidad o no.



Entre los aspectos que trata el estándar de inspección de humedad en techos (ASTM C 1153), se menciona que los datos obtenidos con Termografía deben ser verificados por métodos invasivos como por ejemplo tomar una muestra de la insulación o aislamiento térmico. En la imagen se puede observar una de estas muestras. Debe estar calificado y contar con autorización para realizar una prueba destructiva.

Sin importar el tipo de patrón térmico que encuentre debe saber que ambos dependen de las condiciones ambientales presentes antes y durante la inspección, como por ejemplo que tan soleado estuvo el día, si se tiene o no una diferencia de temperatura suficientemente grande entre el interior y el exterior, y la presencia y velocidad del viento son factores a considerar. La falta de radiación solar, cielo nublado por la noche, vientos o excesivo rocío pueden hacer que sea muy difícil o hasta imposible detectar los patrones térmicos.

En un día nublado puede que el techo no absorba suficiente energía térmica para hacer posible una inspección basada en la capacitancia. Las noches nubladas impedirán la habilidad del techo de irradiar la energía al espacio lo que hará más difícil encontrar diferencias térmicas en la superficie. Se puede esperar que la insulación absorbente con mayor volumen de humedad absorbida aparentara estar más caliente durante más tiempo, pero todo esto depende de cuanta radiación solar se tuvo durante el día.

El viento durante una inspección puede incrementar el enfriamiento por convección en el techo, lo cual enmascarará los patrones térmicos que pueden detectarse. De la misma manera el rocío o el agua que se está evaporando en la superficie del techo causará que el mismo se enfríe de manera irregular, lo que ocultará los patrones térmicos.

En cuanto a las maneras de construcción de los techos, se puede resaltar que los techos con una cubierta abundante de piedra y de una sola capa, al igual que los techos en los que fue colocado un nuevo techo sobre el anterior pueden resultar complejos de inspeccionar térmicamente. Los techos de membrana invertida típicamente no son inspeccionados utilizando Termografía. Tal vez donde se tienen mayores limitaciones para hacer inspecciones de Termografía son los techos de membranas de un solo pliego pues son muy reflectivos para las cámaras infrarrojas de onda larga (8-15µm). Por lo anterior se pueden observar patrones térmicos reflejados de edificios contiguos, árboles o del cielo. Todo esto hará que sea difícil para los termógrafos poder entender si los patrones son reales o solo reflejos.

Entrenamiento y Consideraciones acerca de la seguridad

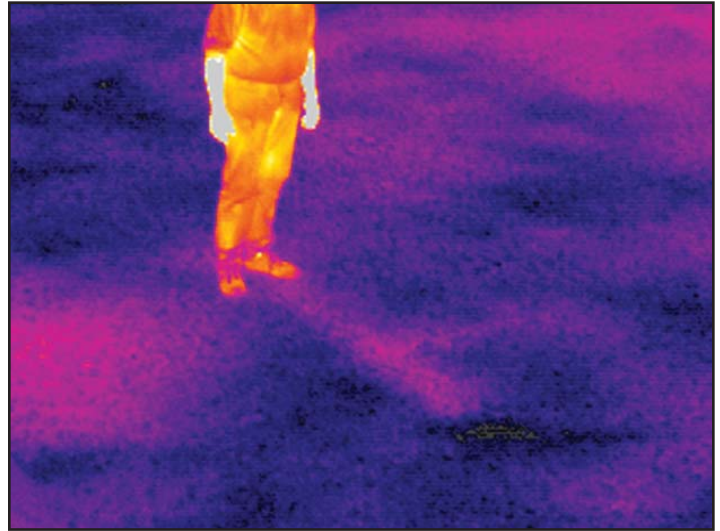
Obtener entrenamiento y experiencia será la diferencia entre el éxito o el fracaso. Los techos son estructuras complejas y las inspecciones regularmente serán realizadas en condiciones menores a las ideales. Se debe poder entender como las condiciones afectarán lo que se puede ver y lo que no se puede ver en una imagen térmica. Se deben seguir todos los procedimientos de inspección.

El estándar ASTM C 1153, es el estándar práctico para la localización de la insulación húmeda en techos. Este contiene un buen número de guías importantes que se deben conocer al inspeccionar techos de baja pendiente en busca de humedad; tanto para inspecciones hechas desde el mismo techo o inspecciones aéreas. Usted puede adquirir este estándar en el sitio de internet www.astm.org.

En edificaciones muy grandes (con techos mayores a los 250,000 pies cuadrados), puede que resulte más eficiente contratar una empresa que provea servicios de inspección infrarroja aérea. Inspecciones exitosas pueden lograrse desde el aire usando ya sea un helicóptero o una cámara fijada en un avión. Para techos muy grandes, complejos o varios edificios en un mismo lugar puede resultar más económico una inspección aérea, especialmente cuando no se tienen condiciones ambientales constantes o si el acceso es limitado y puede llevar mucho tiempo.

Cuando se trata de la seguridad, se debe resaltar que las inspecciones de techos presentan muchos riesgos si no se planifican por anticipado o si no se toman las precauciones necesarias.

Es muy importante entender que las inspecciones no deben ser realizadas únicamente por una persona, se debe realizar en un grupo de dos o más personas tanto por temas de seguridad y para dividirse el trabajo. Típicamente un termógrafo calificado operará la cámara, mientras que otra persona marcará las áreas donde se sospecha que hay humedad según le indica el termógrafo. En algunas ocasiones es necesaria una tercera persona que vigile y guíe al termógrafo para evitar riesgos.



La inspección infrarroja en techos no es trabajo de un solo termógrafo. En la imagen se puede observar como una persona apoya al termógrafo para marcar las áreas con humedad que están cerca de él.

Siempre asegúrese que otra persona, aparte de su equipo conozca la ubicación donde trabaja. Si la inspección es en un edificio comercial debe indicarle al equipo de seguridad que estará realizando inspecciones. Siempre se debe contar con un medio de comunicaciones en caso de emergencia, como lo puede ser un radio de dos vías o un celular. Al realizar inspecciones por la noche, una pieza importante de seguridad es contar con una lámpara LED de casco para todos los miembros del equipo. Siempre muévase de manera cautelosa durante la inspección. Caminar e inspeccionar con la cámara al mismo tiempo puede resultar desastroso. Siempre manténgase a una distancia segura de las orillas de los techos y tenga cuidado con el cambio de elevación del techo. Otra consideración de seguridad importante, es familiarizarse usted y su personal con cualquier situación presente en el techo, la disposición física del área a inspeccionar y cualquier condición interior que pudiera causar un patrón térmico anormal en el exterior.

Una caminata para pre-inspeccionar el techo durante el día debe ser realizada para anotar cualquier peligro que pudiera ser difícil de ver durante la inspección. Cualquier cosa que pudiera ser un riesgo de tropiezo, como tuberías y cables sobre el techo, equipo eléctrico como por ejemplo pararrayos, equipos de aires acondicionados, antenas, puede ser particularmente peligroso. Durante la pre-inspección muchas personas ataran una señal visual de peligro, como por ejemplo cintas con la palabra precaución, en cables o tuberías para evitar tropezar con ellas durante el uso de la cámara en la inspección. Cambios en el nivel de techo o juntas de expansión deben ser anotadas, pues puede que estos peligros no sean visibles durante la inspección.

Durante la pre-inspección, si visualmente observa áreas que están altamente degradadas o “suaves” al punto que se pueden escuchar ruidos como de agua al caminar sobre dicha área, márquelas y evite caminar sobre ellas, pero debe inspeccionarlas con la cámara desde un lugar seguro. Tener conocimiento de cuál es el uso del edificio también puede ayudarle a realizar una inspección más efectiva. Un ejemplo puede ser que en el interior pudiera haber procesos que generen mucho calor como hornos, por lo que se podría indicar de manera incorrecta que un área del techo tiene problemas de humedad debido al aumento en la temperatura. El tiempo que invierte en la pre-inspección puede reducir grandemente los riesgos de una lesión, daños a su cámara termográfica o brindar un reporte inadecuado.

Termografía y Techos de baja pendiente: Una buena combinación

Las cámaras Termográficas son actualmente más económicas. Un buen número de compañías industriales y comerciales han comenzado a utilizar las cámaras infrarrojas en su programa de mantenimiento para evaluar la salud de sus techos de baja pendiente. Aunque existen muchas opciones de cámaras en el mercado actualmente, la buena noticia es que hay muchos equipos con muy buenas características, pero siempre es importante revisar todas las especificaciones y poder hacer pruebas antes de comprarlas. Luego de comprarla, y obtener entrenamiento y experiencia, puede realizar inspecciones en techos en busca de humedad de manera eficiente y rápida. La Termografía puede ayudarle a maximizar la vida útil de su techo de baja pendiente.

Recursos de Termografía:

- Si está pensando en comprar una cámara termográfica puede observar en español nuestro seminario en línea que trata acerca de las especificaciones más importantes a tomar en cuenta: www.thesnellgroup.com/espanol

- ¿Quiere realizar consultas acerca de inspecciones de techos? Puede hacerlo en nuestro foro IRTalk en la sección del foro en español para obtener una respuesta: <http://www.thesnellgroup.com/community>

- Para revisar el estándar ASTM C 1153, “Standard Practice for Location of Wet Insulation in Roofing Systems Using Infrared Imaging”. Puede visitar la página de internet: www.astm.org.

- ¿Quiere más información acerca de techos de baja pendiente? Puede observar el seminario en Inglés “Low-Slope Roof Moisture Inspections” en nuestro sitio web: www.irwebinars.com 