

Correlación, Preguntas y Respuestas

Discusión acerca de las preguntas más frecuentemente recibidas sobre el intemperismo acelerado

Por Douglas M. Grossman

Q. ¿Cuántas horas en una Cabina de Ensayo con lámparas de Xenón o en una Cabina de Envejecimiento por UV, QUV, equivalen a un año de exposición a la intemperie?

Esta es una pregunta simple pero, desafortunadamente, no hay una respuesta simple. Teóricamente es imposible tener un número mágico por el cual usted puede multiplicar las horas ensayadas en una cámara de intemperismo para computar años de exposición a la intemperie. El problema no es que no hayamos podido desarrollar el equipo de ensayo de intemperismo perfecto todavía. No importa cuán sofisticado o costoso usted haga un equipo de ensayo, aún así tampoco encontrará ese factor mágico. El mayor problema es la inherente y variable complejidad de las situaciones que ocurren en la exposición a la intemperie. La relación entre un equipo de ensayos y la exposición a la intemperie depende de un número de variables que incluyen:

1. La latitud geográfica del sitio de exposición (más cercano al ecuador significa más radiación UV).

2. Altitud (más alto implica más radiación UV).

3. Características geográficas locales, tales como el viento que seca las muestras, o la proximidad a un cuerpo de agua, que promueve la formación de rocío.

4. Variaciones aleatorias, de año en año, en el clima, que causa degradaciones que pueden variar tanto como 2:1 en años sucesivos en la misma ubicación.



La cabina de envejecimiento acelerado "QUV" es la más usada alrededor del mundo.

5. Variaciones estacionales (por ejemplo, las exposiciones en invierno puede ser solamente 1/7^o tan severas como las del verano).

6. Orientación de la muestra (5^o Sur vs. vertical Norte).

7. Aislación de la muestra (las muestras a la intemperie, aisladas por detrás, suelen degradarse un 50 % más rápido que aquellas no aisladas).

8. Ciclo operativo de las máquinas de ensayo (horas de luz y horas de humedad).

9. Temperaturas operativas de las máquinas de ensayo (más temperatura es más rápido).

10. Las particularidades del material ensayado.

11. La Curva de Distribución de Energía (SPD, Spectral Power Distribution, en inglés) de la fuente de luz del laboratorio.

Obviamente, es lógico que no tenga sentido hablar de un factor de conversión entre horas de intemperismo acelerado y meses de exposición a la intemperie. Una es una condición constante, mientras que la otra es variable. Buscar un factor de conversión requiere empujar los datos más allá de los límites de su validez.



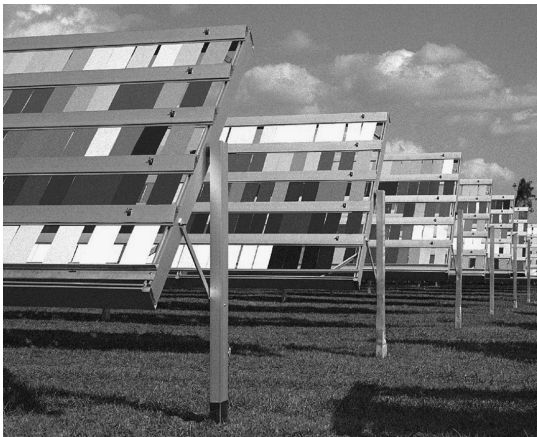
El espectro total de las lámparas de arco de xenón de la Q-SUN emite en el UV, luz visible e infrarrojo.

En otras palabras: Los datos de Intemperismo son

datos comparativos

De todos modos, todavía se pueden obtener excelentes datos de durabilidad de las máquinas de ensayo acelerado. Pero deber tomar en cuenta que los datos que obtenga, son datos comparativos, no absolutos. Lo máximo que podrá obtener de un laboratorio de envejecimiento acelerado son indicaciones confiables de la clasificación de la durabilidad relativa de un material comparado con otros materiales. De hecho, lo mismo puede ser dicho acerca de los ensayos de exposición en Florida (Miami, USA). Nadie sabe cuánto de una exposición a la intemperie en una Caja Negra ("Black Box") orientada a 5° Sur se compara con un año en una casa o en un automóvil. Incluso ensayos a la intemperie le proporcionan indicaciones relativas a la vida útil del producto.

De todos modos, los datos comparativos, pueden ser muy poderosos. Por ejemplo, usted puede comprobar que una pequeña alteración en la formulación duplicó la durabilidad de su material estándar. O, puede comprobar que entre diferentes proveedores que ofrecen lo que, aparentemente, es el mismo material, muchos de ellos fallan muy rápido, otros a mediano plazo y, en algunos, las fallas aparecen luego de una exposición prolongada. También puede ocurrir que una fórmula menos costosa tenga una durabilidad equivalente a su material estándar que tiene un comportamiento aceptable, digamos, por 5 años de servicio.



Muchos laboratorios han desarrollado su propia Regla General gracias a que transforman las horas Q-Sun o QUV en horas de intemperie.

He aquí un buen ejemplo del poderío de los datos comparativos. Un fabricante de recubrimientos estaba desarrollando un nuevo tipo de barniz. Los ensayos iniciales en la QUV causaban daños muy severos, cracking, en un lapso de entre 200 y 400 horas. Esto era mucho más rápido que en los recubrimientos convencionales para el mismo propósito. A pesar de ello, luego de 3 años de continuas reformulaciones y nuevos ensayos en la QUV, el recubrimiento fue mejorado de modo que resistía entre 2.000 a 4.000 horas en la QUV, ¡mucho mejor que el recubrimiento convencional! Subsecuentemente, ensayos para-

los realizados en Florida mostraban un incremento similar de la durabilidad en el orden de 10:1. Pero si el químico de recubrimientos hubiera esperado por los datos de los ensayos en Florida antes de cambiar su formulación, todavía estaría en los primeros pasos de la reformulación y ese recubrimiento no sería el éxito comercial que es hoy en día.

Por otra parte, si todavía insiste en una Regla General para obtener un factor de conversión, puede encontrarlo empíricamente. A pesar de la imposibilidad de un factor de conversión universal, centenares de laboratorios desarrollaron exitosamente su propia Regla General interna, para convertir las horas en una Q-SUN o en una QUV en horas de ensayos a la intemperie. De todos modos, es importante recordar que tales reglas generales fueron desarrolladas a partir de comparaciones empíricas de los ensayos acelerados de los laboratorios con sus propias exposiciones a la intemperie. Además, las reglas generales para conversiones, son válidas solamente para:

1. El material específico ensayado.
2. Las condiciones específicas del ensayo en cuanto a ciclos y temperatura.
3. El sitio específico de las exposiciones a la intemperie y el procedimiento de montaje de las muestras.

Si usted ya tiene experiencia con sus materiales a la intemperie, no debería tomarle más de unos pocos meses para desarrollar su Regla General. Si usted no tiene experiencia con sus propios materiales, podría aún trabajar con otros materiales más competitivos que sí tengan experiencia a la intemperie.

Correlación de Rango

Además, es importante recordar que "Correlación" significa "Correlación de Rango"

Cuándo alguien pregunta "¿Como hacen las cabinas para correlacionarse con la intemperie?" cuando en realidad lo que deberían preguntar es "¿Con que nivel de exactitud, las cabinas de envejecimiento acelerado, duplican los rangos de materiales y durabilidad a la intemperie?" Para medir la correlación de rangos, recomendamos el "Spearman's rho," que consiste en una medida estadística fácil de computar y que no requieren de interpretaciones "intuitivas" de los datos que son requeridos para las mediciones de correlación lineal. Un estudio hecho con la cabina QUV y otro en Florida, de rangos de durabilidad de 27 recubrimientos automotrices, produjeron rangos de correlación de hasta .89 entre los rangos de la QUV y Florida. El rango de correlación entre las diferentes intemperies de Florida fue de .88 a .95. En otras palabras, la cabina QUV puede reproducir los rangos de Florida casi tan bien como Florida puede reproducirse a si misma

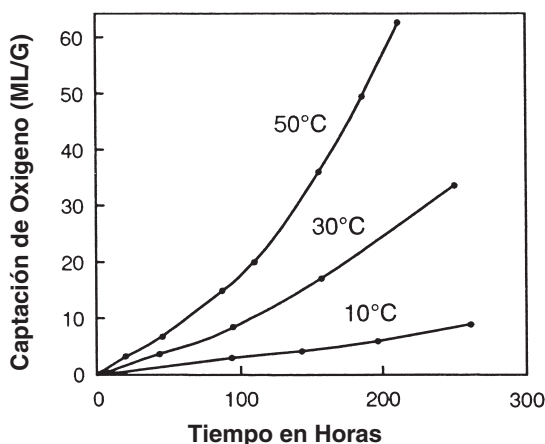
Q. ¿Cuántos Langleys o joules o watts/m2 producen las cabinas Q-Sun y QUV?

Esta pregunta parece sencilla, pero se basa en algunos supuestos erróneos. Generalmente la persona que pregunta por esto tiene la intención de cuantificar la luz emitida por las máquinas de ensayo (expresada en Langleys, joules o watt/m²) y dividir por la intensidad de la luz del sol a la intemperie para obtener un factor “mágico” para convertir las horas de exposición acelerada en horas de exposición a la intemperie. Desafortunadamente, es matemáticamente imposible hacer tal cálculo, por que iría en contra de todos los principios de envejecimiento acelerado. (Sin mencionar que por definición, el Langley se refiere solo al Sol y no a otras fuentes de luz) El resultado de tal cálculo sería a lo sumo irrelevante y en el peor de los casos engañoso.

Una razón por la cual el cálculo, dicho anteriormente, sería inválido es por que ignora el efecto de la longitud de onda. Lo que determina realmente la fotodegradación no es la dosis total de luz en Joules, sino como son distribuidos esos mismos Joules en función de la longitud de onda. Un Joule de luz ultravioleta (longitud de onda corta), en primer instancia, puede ser más dañino que un Joule de luz visible o infrarroja (longitud onda larga), dependiendo del material a ser testeado.

Además, la cantidad de rayos UV en la luz solar varía un poco, lo que puede tener un efecto terrible en las muestras de intemperismo. Los Langleys y los Joules no sirven para reflejar las amplias variaciones en radiación solar de UV que suceden temporada tras temporada, día tras día y de hecho, hora tras hora. Por esta razón, una serie de estudios demostraron, tras varias exposiciones a la intemperie donde muestras replicadas recibieron la misma exposición en Langleys, que puede haber una variación de hasta 7:1 en la cantidad de daño producido. En otras palabras, el Langley es muy inconsistente para ser

Efecto de la Temperatura en el Ratio de Degradación de Polietileno



La temperatura tiene un profundo efecto en la velocidad de la fotodegradación.

utilizado como patrón de referencia a la hora de medir en intemperismo. La conclusión es clara: el Langley puede tener muchos usos y aplicaciones válidos, pero definitivamente no en el campo de la investigación en intemperismo.

Inclusive una medición del Total UV (TUV), tal como el “UV Langley” o “UV Joule” puede ser engañosa por que el mismo razonamiento de antes aplica en este caso: dentro del rango UV, las ondas de longitud cortas suelen causar una degradación más rápida de materiales duraderos.

Este es un ejemplo de conclusiones erróneas que se pueden presentar cuando se utilizan Langleys, Joules o inclusive TUV para evaluar los simuladores de intemperismo. La QUV utiliza dos tipos de lámparas: UVA, lámparas con un pico de emisión de longitud de onda de 340 nm, o UVB lámparas con picos de 313 nm. Las lámparas UVA producen más joules (y más joules UV) que las UVB, ¿Entonces no sería razonable deducir que las lámparas UVA produzcan una degradación más rápida? No siempre. Muchos materiales se degradarán más lento con lámparas UVA por que la longitud de onda ultravioleta que producen es más larga. En la Q-Sun, usted encontrará estas mismas variaciones dependiendo del filtro usado.

Otra razón por la cual uno no puede comparar las intensidades de las luces de la Q-Sun o de la QUV con la luz solar es por que tales procedimientos ignoran el efecto de la humedad y esto aplica para muchos materiales, el efecto de la lluvia y el rocío son mucho más importantes que los efectos de la luz solar. Esto es cierto también para fenómenos como pérdida de brillo o cambio de color, que a menudo se consideran cambios inducidos por la incidencia UV y si usted no toma en cuenta la humedad, de ninguna manera podrá tener un punto de referencia para obtener un factor de medición.

Finalmente, una conversión computada basada en la intensidad de la luz es inválida ya que desprecia el efecto de la temperatura. Es posible elegir de un amplio rango de temperaturas en una cabina de envejecimiento acelerado y, también, se puede para exposición a la intemperie. La temperatura tiene un profundo efecto en la velocidad de la fotodegradación. En algunos casos pudimos observar, en nuestras cabinas, que un aumento de 10°C puede duplicar la velocidad de degradación.

Para más información, vea el boletín “Q-Lab Corporation Technical Bulletin LU-8030, Errors Caused by Using Joules to Time Laboratory and Outdoor Exposure Tests.”

Q. ¿Cual es el factor de conversión de horas en una cabina QUV y una de Xenón?

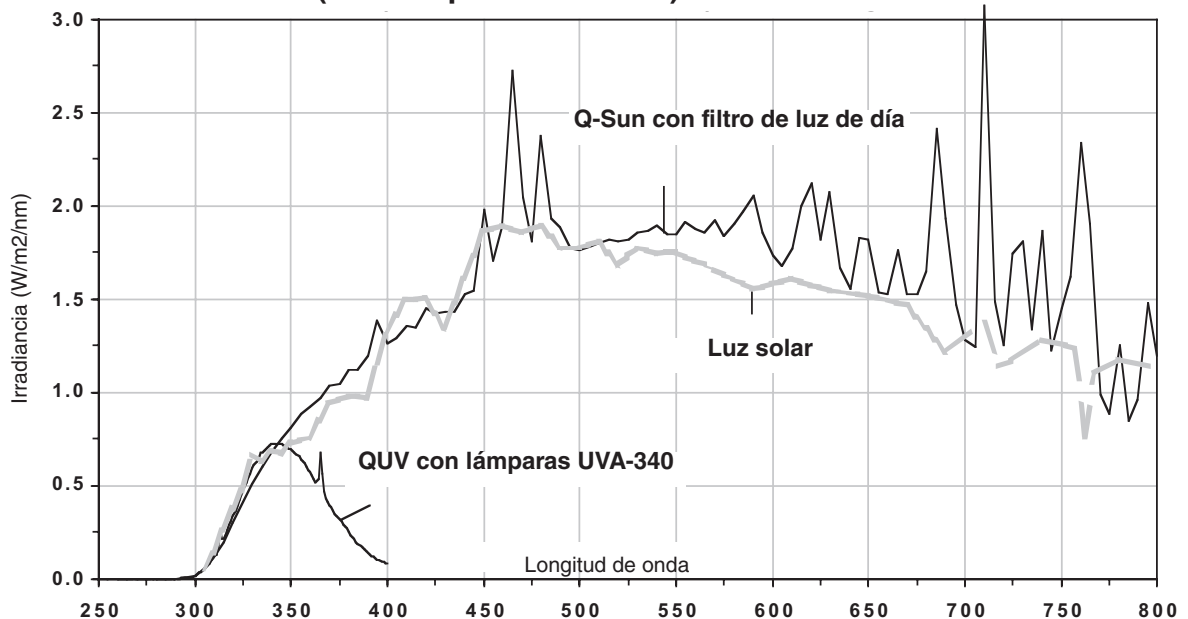
Esta es otra simple pregunta sin respuesta simple. Las formas de la curva SPD son diferentes para cada tipo de cabina. Por ende, no hay procedimiento que sea matemáticamente válido para computar una relación de poder de fotodegradación. Además, distintos filtros pueden ser utilizados en cabinas de xenón, lo que dificulta aun mas hacer comparaciones con la QUV.

En la misma forma, es aun mas dificultoso comparar cualquiera de estas cabinas con una cabina de envejecimiento con arco de carbón. De nuevo, las curvas SPD difieren. Los resultados pueden variar dependiendo de los filtros usados y también el tipo de arco de carbón usado ("sol" o "cerrado").

En conclusión, las cabinas de envejecimiento acelerado, utilizan mecanismos para reproducir la humedad que son fundamentalmente diferentes entre si.

Finalmente, el ensayo de reproducción de interperismo es material-dependiente. Un material que es vulnerable a la luz visible y rayos UV de onda larga degradarán mucho mas rápido que una cabina de xenón. Pero un material que es vulnerable a ondas mas cortas de UV generalmente se van a degradar mucho mas rápido en una QUV.

Q-Sun (con filtros de luz de día) y QUV (con lámparas UVA-340) vs. Luz solar



El espectro de luz de ambas cabinas tanto, la QUV y la Q-Sun, es muy cercano al espectro solar. De cualquier forma, las lámparas UV fluorescentes de la QUV, emiten solo UV, mientras que las de Q-Sun emiten UV, luz visible e infrarrojo (lámparas de arco de xenón)

Q-Lab Corporation

**Q-Lab Headquarters
& Instruments Division**
Cleveland, Ohio USA
Tel. +1-440-835-8700
info@q-lab.com

Q-Lab Europe, Ltd.
Bolton, England
Tel. +44 (0) 1204-861616
info.eu@q-lab.com

Q-Lab Germany
Saarbrücken, Germany
Tel. +49-681-85747-0
vertrieb@q-lab.com

www.q-lab.com

Q-Lab China
Shanghai, China
Tel. +86-21-5879-7970
info.cn@q-lab.com

