

Los niveles ABC para la evaluación de riesgos en las colecciones museísticas e información para interpretar los riesgos derivados de una incorrecta Humedad Relativa y Temperatura.

Stefan Michalski, Instituto Canadiense de Conservación, Madrid, 2009

Borrador de materiales en preparación para la creación de un “Manual de Control de Riesgos en las Colecciones” operativo en web. Visiten nuestra página web para consultar más actualizaciones www.cci-icc.gc.ca

Se les permite a los asistentes la reproducción total o parcial del presente documento, siempre y cuando se preserven o reconozcan los derechos (de autoría) del autor y del Instituto Canadiense de Conservación. Deben citarse las referencias originales, si las hay, de los datos extraídos de tablas y gráficos y, por otro lado, citar este mismo documento según la fórmula: “S. Michalski, Instituto Canadiense de Conservación, *Notas del Seminario*, Madrid, 2009”

Índice de contenidos

Los niveles ABC para la evaluación de riesgos en las colecciones.....	1
Magnitud del Nivel de Riesgo: A + B + C.....	2
Sensibilidad de los objetos sometidos a una incorrecta HR	3
Tabla de sensibilidad de los materiales: Tiempo de respuesta a la HR > 60%, varios efectos adversos.....	3
Gráfico de sensibilidad de los materiales: Umbral de HR y temperatura para la aparición de hongos	4
Gráfico de sensibilidad de los materiales: Tiempo de respuesta de los hongos a varias situaciones de HR.....	4
Tabla de sensibilidad de los materiales: Tiempo de respuesta a los valores críticos de HR, varias reacciones adversas	5
Tabla de sensibilidad de los objetos: Clasificación de objetos y su grado de degradación por reacciones mecánicas adversas en diferentes estadios de oscilación de la HR	6
Apuntes sobre la tabla anterior, reacciones mecánicas adversas por oscilaciones de HR	7
Fluctuaciones demostradas de HR y el riesgo de futuras reacciones mecánicas adversas por oscilaciones de la misma	7
Sensibilidad de los objetos sometidos a una temperatura incorrecta	8
Tabla de sensibilidad de los materiales: Categorías de estabilidad química y su perdurabilidad a varias temperaturas	8
Tabla de sensibilidad de los materiales: Límites de temperatura para varias reacciones físicas	9
Gráfico de sensibilidad de los materiales: Perdurabilidad relativa de objetos químicamente inestables a varias temperaturas y HR (Isopermos).....	10
Especificaciones sobre temperatura y HR de ASHRAE para colecciones.	11
Fuentes / Referencias bibliográficas	12

Los niveles ABC para la evaluación de riesgos en las colecciones

2007
2008
????

A Para acontecimientos (temporales), ¿Con qué frecuencia se produce el riesgo?
Para procesos continuos (permanentes), ¿Con qué premura se produce el riesgo?

Los acontecimientos que se dan más de una vez al año, se consideran riesgos continuos. En riesgos continuados, seleccione el grado de daño más relevante según su contexto, y evalúe el tiempo requerido para acumular dicho daño. Éste puede ser el máximo de daño posible para el riesgo en cuestión o sólo un daño apreciable, o bien un daño intermedio.

Puntuación	Temporales: periodo medio entre acontecimientos Continuos: tiempo para acumular daños evaluados en B	Probabilidad en 1 año	Probabilidad en 100 años	Temporales para 10 años por 1000 museos
5	~ 1 año			10 000
4½	~ 3 años	0,3		3 000
4	~ 10 años	0,1		1 000
3½	~ 30 años	0,03		300
3	~ 100 años	0,01		100
2½	~ 300 años	0,003	0,3	30
2	~ 1 000 años	0,001	0,1	10
1½	~ 3 000 años	0,000 3	0,03	3
1	~ 10 000 años	0,000 1	0,01	1
½	~ 30 000 años	0,000 03	0,003	



B ¿Cuánto valor se pierde en cada objeto afectado?

Usar el promedio de pérdida entre todos los objetos afectados. En riesgos continuados, hay que estar seguro de evaluar el daño y el tiempo seleccionado para la puntuación A.

Puntuación	Definición textual	%	Número de objetos afectados equivalente al total de pérdida de un objeto
5	Total, o casi total, pérdida del valor en cada objeto afectado	100%	1
4½		30%	3
4	Pérdida significativa del valor en cada objeto afectado	10%	10
3½		3%	30
3	Pequeña pérdida del valor en cada objeto afectado	1%	100
2½		0,3%	300
2	Escasa pérdida del valor en cada objeto afectado	0,1%	1000
1½		0,03%	3000
1	Diminuta pérdida del valor en cada objeto afectado	0,01%	10 000
½		0,003%	30 000



C ¿Qué proporción de la colección está afectada?

Esta proporción se mide en términos de "gráfico de sectores para el valor de la colección". En grandes colecciones de objetos del mismo valor, el grado de afectación puede medirse contando objetos, carpetas, estanterías, etc.

Puntuación	Definición textual	Fracción	%	decimal
5	Toda o la mayoría de la colección	1	100%	1
4½		1/3	30%	0,3
4	Una parte significativa de la colección	1/10	10%	0,1
3½		1/30	3%	0,03
3	Una pequeña parte de la colección	1/100	1%	0,01
2½		1/300	0,3%	0,003
2	Una escasa parte de la colección	1/1000	0,1%	0,001
1½		1/3000	0,03%	0,0003
1	Una diminuta parte de la colección	1/10 000	0,01%	0,0001
½		1/30 000	0,003%	0,00003

A + B + C = Magnitud de Riesgo (MR)

Magnitud del Nivel de Riesgo: A + B + C

Manual de Control de Riesgo de las colecciones, Abril 2008
Si tiene algún comentario, por favor contactar a stefan_michalski@pch.gc.ca

15 – 13½

Prioridad catastrófica: Todo o gran parte del valor de la colección es susceptible de pérdida en pocos años o menos. Seguramente se aplica sólo para una colección recientemente ubicada en una zona de alto riesgo, como un espacio mal diseñado en el lugar erróneo, o una colección expuesta a desastres inminentes conocidos, tales como enfrentamientos activos o huracanes.

13 – 11½

Prioridad extrema: Daño significativo de toda la colección, o pérdida total de una parte significativa de la misma en una década o menos. Estas puntuaciones se dan normalmente ante situaciones de riesgo frente a un gran incendio y robos, o porcentajes muy altos de daño producidos por altos niveles de iluminación, radiaciones UV y humedades en edificios nuevos mal diseñados.

11 – 9½

Prioridad alta: Pérdida significativa del valor de una pequeña parte de la colección en una década, o pérdida significativa de la mayoría de la colección en un siglo. Estas puntuaciones se dan comúnmente en museos donde la conservación preventiva nunca ha sido una prioridad, o donde se exponen algunas piezas valiosas fáciles de robar.

9 – 7½

Prioridad media: Pequeña pérdida de valor de la mayoría de la colección producida después de muchos siglos. En un siglo, pérdida significativa del valor de los objetos en una escasa parte o menos de la colección. Estas puntuaciones se deben a las mejoras continuadas que, incluso los museos más concienzudos, tienen que hacer después de afrontar todos los niveles de riesgo alto.

7 y por debajo

Este nivel de riesgo hace referencia al escaso o diminuto daño que uno espera que se produzca en una escasa parte del valor de la colección durante siglos. Si se toma este riesgo como prioritario, entonces posiblemente, el valor relativo de las piezas afectadas no se haya puntuado correctamente.

15	Ejemplos de puntuación donde el riesgo ocurre en 30 años, A = 3½
14½	
14	
13½	13½ = 3½ + 5 + 5 Todo o gran parte del valor de las piezas se ha perdido en toda o la mayoría de la colección, en 30 años.
13	
12½	
12	
11½	11½ = 3½ + 4 + 4 Pérdida significativa del valor de una parte importante de la colección, en 30 años.
11	
10½	
10	
9½	9½ = 3½ + 3 + 3 Pequeña pérdida del valor de una pequeña parte de la colección, en 30 años.
9	
8½	
8	
7½	7½ = 3½ + 2 + 2 Escasa pérdida del valor de una escasa parte de la colección, en 30 años.
7	
6½	
6	
5½	5½ = 3½ + 1 + 1 Diminuta pérdida del valor de una diminuta parte de la colección, en 30 años.
5	
<5	

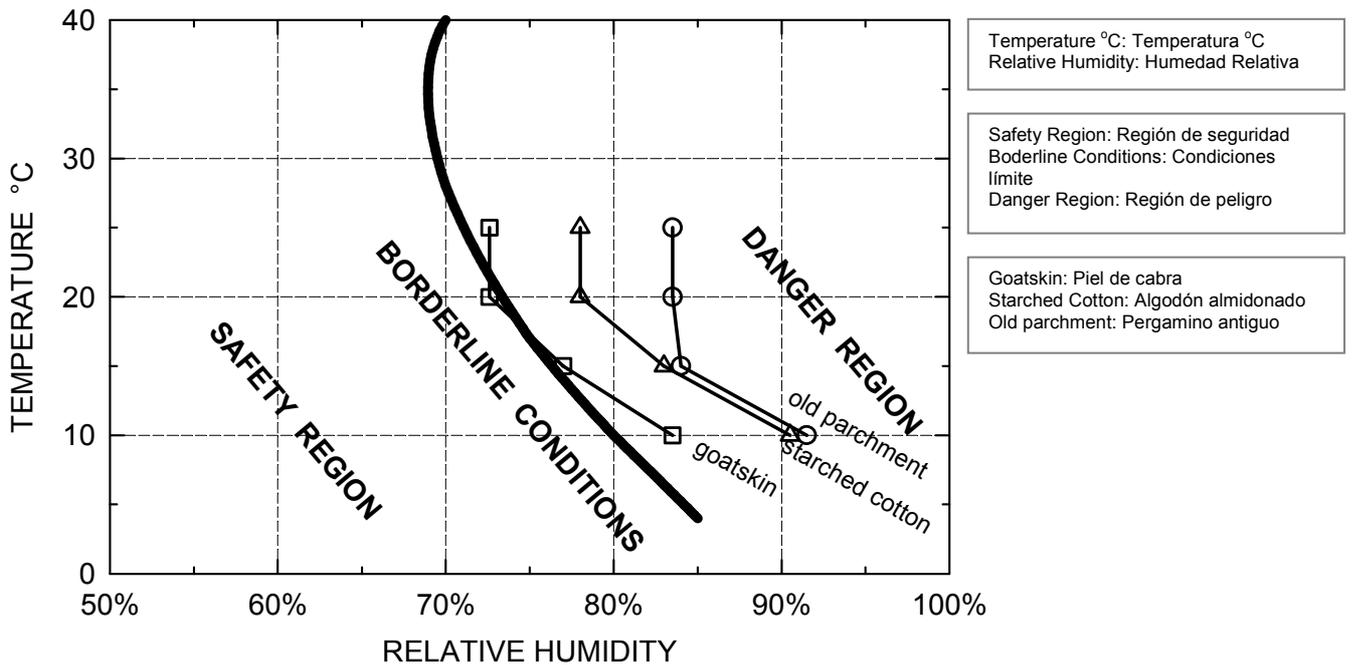
Sensibilidad de los objetos sometidos a una incorrecta HR

Tabla de sensibilidad de los materiales: Tiempo de respuesta a la HR > 60%, varios efectos adversos

Para todas las “sensibilidades” se asume que un objeto ha sido expuesto a las condiciones medioambientales sin un embalaje eficaz de control de la HR. El tiempo de respuesta (reacción) de un objeto con un simple embalaje puede tardar de meses a años, si se utiliza el material de almacenamiento adecuado.

	Baja < Sensibilidad > Muy Alta				
	<i>Sin efecto</i>	<i>Años</i>	<i>~100 días</i>	<i>~10 días</i>	<i>~2 días</i>
Hongos	<i>Objetos inorgánicos no afectados</i> Ej. Piedra, metales, cerámica. Si hay presencia de una capa orgánica en superficie, de suciedad por ejemplo, se pueden desarrollar hongos, tal y como se explica en el listado de la derecha, pero sus efectos por lo general son superficiales.	Al 60% de HR se produce el crecimiento visible de hongos en algunas superficies, pero este valor estable de HR es poco frecuente, por lo que en periodos intermitentes de HR por debajo del 55% el crecimiento de hongos se paraliza.	<i>Crecimiento visible en 100 días al 70% de HR</i> <i>Los tiempos expuestos arriba se aplican a materiales con superficies ricas en proteínas solubles, almidones, o azúcares.</i> Ej. cuero, piel, pergamino. Tejidos y papeles almidonados, aprestados o sucios. En materiales limpios de naturaleza orgánica de base vegetal, el grado de afectación por hongos requiere normalmente un 80%-85% de HR, antes de que se de la posibilidad del crecimiento fúngico. Ej, textiles limpios, papel limpio, madera limpia.	<i>Crecimiento visible en 10 días al 80% de HR</i>	<i>Crecimiento visible en 2 días al 90% de HR o más</i>
Corrosión de metales	<i>Metales preciosos no afectados.</i> Ej. oro y platino. La plata no se ve afectada si no hay contaminantes que provoquen la pérdida de brillo (sulfuros), pero si éstos están presentes, la velocidad de pérdida de brillo se incrementa con la humedad.	<i>Aleaciones de hierro y cobre laminado o chapeado, aunque cualquier irregularidad de la capa metálica haría que su grado de sensibilidad cambiase de baja a alta.</i> Ej. trofeos, platería, bisutería, componentes externos de vehículos, herramientas de metal, instrumentos.	<i>Aleaciones de plomo, zinc, bismuto (el grado de corrosión depende del porcentaje de ácidos contaminantes presentes)</i> Ej. pequeños objetos de fundición de época Victoriana, partes de metal de muchos pequeños artículos de consumo, elementos de maquetas de barcos.	<i>Aleaciones limpias de hierro y cobre.</i> Ej. herramientas, instrumentos, conservados brillantes y limpios, pero sin capas de protección o superficiales. Especialmente rápida si el objeto está compuesto de una mezcla de metales en contacto.	<i>Aleaciones de hierro y cobre contaminadas. Las Incisiones y manchas causadas por un metal a un material poroso adyacente requieren semanas.</i> Ej. metales brillantes con impresiones (huellas) o restos de productos de limpieza, artículos arqueológicos y de marina, maquinaria industrial con polvo de carretera o restos de sal.
Migración de colorantes					<i>Migración de tintes.</i> Ej. bordados textiles, acuarelas sobre papel.
Otros			<i>Reconstrucciones de ensamblajes de madera encolados. El tiempo de respuesta varia dependiendo del tamaño del objeto, de su grosor y de la condición del barniz. Esta respuesta puede ser de un día.</i> Ej. madera combada, como resultado de la combinación de la expansión del repelo (contraveta) del panel de madera y el reblandecimiento de la cola. Cuando la HR baja, las zonas de la chapa de madera, aún en contacto con el cuerpo central, se adhieren en estado expandido y una parte de la deformación permanece. La rapidez de este proceso depende del grosor de la madera y del resto de las capas protectoras.		<i>Las capas de gelatina se cimientan a superficies adyacentes.</i> Ej. películas apiladas e impresiones fotográficas “block”, las impresiones fotográficas se deforman y se acaban fijando a los enmarcados de vidrio <i>Los tejidos sujetos y tensados se contraen por encima del 90% de HR.</i> Ej. Pinturas sobre tela. Combinado con el reblandecimiento de las capas de pintura y tela, delaminados. <i>Ondulación del papel y el pergamino.</i>

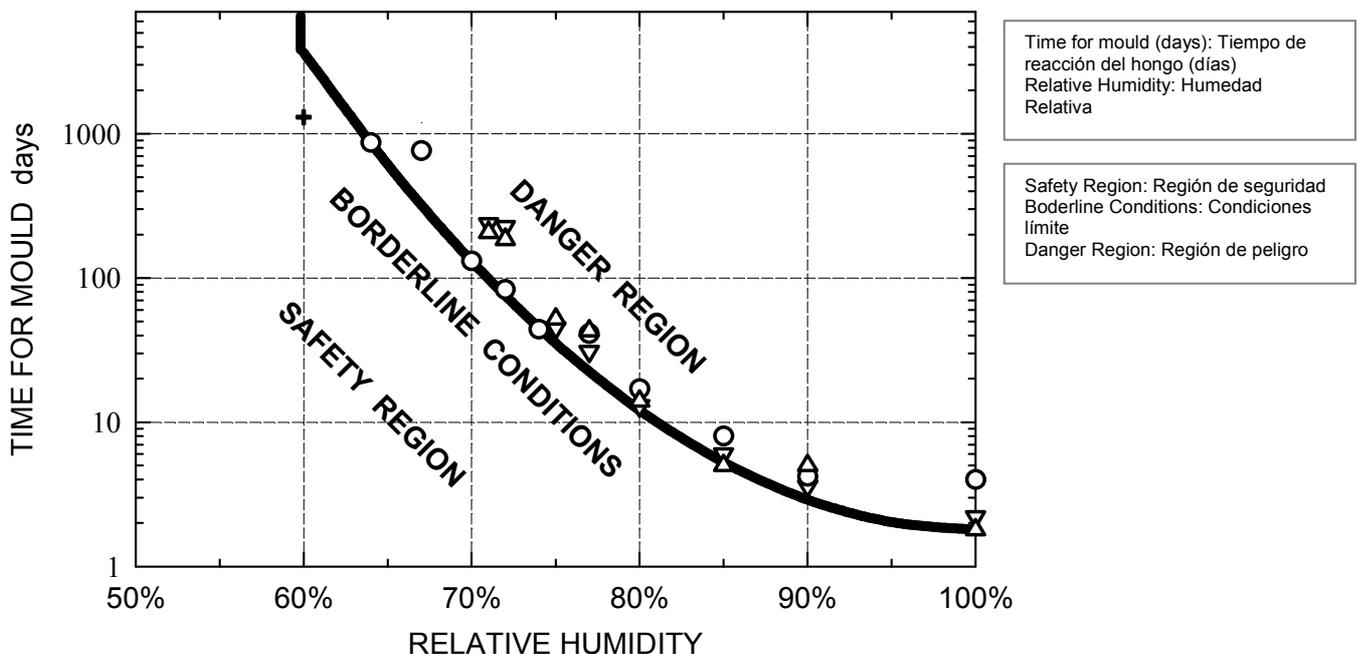
Gráfico de sensibilidad de los material: Umbral de HR y temperatura para la aparición de hongos



Las condiciones límite para que la aparición de hongos se haga visible en 100 días. Hay que suponer que la HR se ha incrementado, no disminuido, hasta estos valores

Gráfico realizado por Michalski. También en ASHRAE (1999, 2003, 2007) y Michalski (2000)
Los datos sobre los materiales empleados están extraídos de Groom and Panisset, (1933), la línea más gruesa aglutina los estudios de Ayerst (1968)

Gráfico de sensibilidad de los materiales: Tiempo de respuesta de los hongos a varias situaciones de HR



Tiempo requerido para que la aparición de hongos se haga visible, a ~22°C, en materiales que son muy susceptibles a los hongos. Hay que suponer que la HR se ha incrementado, no disminuido, hasta estos valores

Gráfico realizado por Michalski. También en ASHRAE (1999, 2003, 2007) y Michalski (2000)
Datos originales extraídos de Snow et al 1944.

Tabla de sensibilidad de los materiales: Tiempo de respuesta a los valores críticos de HR, varias reacciones adversas

(respuesta de los objetos sometidos a una HR por encima del 75% explicados en el apartado "Humedad")

	Baja < Sensibilidad >				Muy alta
	<i>Ninguna</i>	<i>Años</i>	<i>~100 días</i>	<i>~10 días</i>	
Corrosión de metales		Desintegración de la pátina estable de las aleaciones de hierro y cobre antiguas: algunas HR críticas entre el 10%HR y el 75%HR, dependiendo de las combinaciones de metal/ contaminante. Ej. hallazgos de restos marítimos y arqueológicos, "enfermedad del bronce".			
Resquebrajamiento del vidrio por debajo del ~55%RH. Enfermedad del vidrio (*) si está por encima del ~40%RH	Vidrio estable. Ej. mayoría de los vidrios prensados y cristales de plomo de los siglos XIX y XX.	Vidrio inestable: pérdidas de lustrosidad, grietas, con posibilidad de fragmentación. Puede manchar y corroer cueros adyacentes. Ej. algunas cuentas de cristal de los siglos XVIII y XIX.			
Los minerales se desmoronan y lloran		Una pequeña porción de minerales, como hidratos, piritas, etc. tiene una HR crítica muy específica, por encima o por debajo de la cual, éstos pueden desmoronarse o llorar. Consultar Waller (1992).			

(*) Weeping glass: Enfermedad del vidrio. Vidrio que llora o suda (deterioro)

Tabla de sensibilidad de los objetos: Clasificación de objetos y su degradación por reacciones mecánicas adversas en diferentes estadios de oscilación de la HR

	Sensibilidad Baja	Sensibilidad Media	Sensibilidad Alta	Sensibilidad Muy Alta
±40%RH	Ninguno- daño pequeño	Pequeño- daño severo	Daño severo	Daño severo
±20%RH	Ninguno- daño escaso	Ninguno- daño pequeño	Pequeño- daño severo	Daño severo
±10%RH	Sin daño	Ninguno- daño escaso	Ninguno- daño pequeño	Pequeño- daño severo
±5%RH	Sin daño	Sin daño	Ninguno- daño escaso	Ninguno-daño pequeño
Hojas de papel, película, cinta, con una imagen o superficie de datos pueden delaminarse, fracturarse o distorsionarse permanente_ mente.	<p><i>Capa de soporte con superficies distribuidas de imágenes/datos.</i> Ej. la mayoría de hojas de papel con impresiones, medios tonos, líneas de dibujo, tintas, aguadas.</p> <p><i>Laminados con pequeñas diferencias en su expansión.</i> Ej. mayoría de libros encuadernados y CDs. Señales comerciales pintadas sobre metal.</p>	<p><i>Estructuras multicapa con resistencia moderada, o con diferencias moderadas en su expansión.</i> Ej. la mayoría de fotografías, negativos y películas. Una gran parte de registros magnéticos. Tintas finas bien fijadas sobre pergamino, como escrituras. Gouache sobre papel. Encuadernaciones de libros en vitela y/o madera</p>	<p><i>Estructuras multicapa con poca resistencia o moderada a altas diferencias en su expansión.</i> Ej. imágenes gruesas sobre pergamino. Globos terráqueos. Imágenes gruesas de óleo-resina sobre papel o tela. Objetos catalogados de vulnerabilidad media que se han debilitado sustancialmente a consecuencia de la exposición a los rayos UV, o que ya han envejecido causando descamación.</p>	<p><i>Rotura de grandes hojas reactivas que están sujetas periféricamente.</i> Ej. grandes hojas de papel adheridas a bastidores, retratos fotográficos del siglo XIX sobre tela y bastidores. Grandes grabados fijados por las cuatro esquinas (se rompen normalmente cerca de los puntos de tensión) apresto</p>
Madera o ensamblajes de Madera pueden fracturarse, abrirse, delaminarse o distorsionarse permanente_ mente.	<p><i>Componentes sencillos de madera o ensamblajes diseñados para contrarrestar tensiones.</i> Ej. paneles flotantes en mobiliario o paneles de cerramiento de cuartos; tableros de ranura y lengüeta clavados o tamizados en el borde, entablamientos, cajas de madera en maquinaria de granja (a menos que estén atascadas por la pintura o el combamiento de la madera), postes vaciados (Tótem), mangos de madera de las herramientas.</p> <p><i>Ensamblajes con un daño previo que permite el destensamiento.</i> Ej. mayoría de mesas antiguas donde todos los tornillos y juntas están sueltos y algunos paneles ya se han abierto.</p>	<p><i>Ensamblajes de madera con tensiones uniformemente distribuidas durante las oscilaciones de HR</i> Ej. gran parte del mobiliario de madera sencillo con juntas prietas, sin aberturas previas, mayoría de chapas de madera y marquetería que cubren otras piezas macizas, como por ejemplo en las cómodas y delicadas mesas de los siglos XVIII y XIX. Mobiliario realizado en madera contrachapada como muchas piezas del catálogo Victoriano.</p> <p><i>Nota. Una fluctuación alta de HR no siempre puede causar un daño visible, porque muchas juntas y paneles están invisiblemente aplastados, esto hace que se den más posibilidades de rotura en una HR baja.</i></p>	<p><i>Ensamblajes de Madera con concentración de tensiones en oscilaciones de HR.</i> Ej. chapas de madera sobre juntas de esquina, como las presentes en muchas puertas de armarios, "secretaires" Victorianos, mobiliario Art Decó. Marquetería, ornamentos de madera aplicados.</p> <p>Ensamblajes con tuercas, clavos, tornillos, que fijan ambos lados de un tablón. Ej. muchos instrumentos musicales.</p>	<p><i>Ensamblajes de madera unidos o insertados con metal, cuernos, conchas, etc. que se expanden más que 1 cm. a través de la veta de la madera.</i> <i>La sujeción o la incrustación de estos elementos pueden delaminar o deformar la madera.</i> Ej. máscaras de la costa oeste con abulones (Orejas de mar. Molusco) de los siglos XVIII y XIX, refinado mobiliario, relojes con incrustaciones.</p>
Pintura o capas de pintura pueden craquelarse, delaminarse, descamarse.	<p><i>Pinturas acrílicas sobre lienzo.</i> Ej. muchas pinturas desde 1960. Estas pueden cambiar su sensibilidad de baja a media si se ha usado un adhesivo fuerte, o si la adhesión entre las capas es pobre (floja).</p>	<p><i>Capas de pintura rígida sobre lienzo, con un estadomoderado o bueno.</i> Ej. la mayoría de pinturas al óleo sobre lienzo. Estas pueden cambiar a una sensibilidad alta si están debilitadas por la presencia de agua o son muy antiguas. Hay que cambiar definitivamente a sensibilidad alta si se ha tensado demasiado la tela o ésta se ha tensado durante una HR alta. Tener en cuenta que la oscilación de alta a baja HR es un riesgo mayor para las pinturas que la oscilación de HR inversa.</p> <p><i>Pintura al óleo, dorados sobre delgadas molduras de madera.</i> Ej. mobiliario con dorados, enmarcaciones de cuadros.</p>	<p><i>Pintura al óleo, dorados, sobre anchas molduras de madera u otros soportes orgánicos rígidos con una débil adhesión.</i> Ej. la mayoría de pinturas sobre tabla, extensos paneles con dorados. Si las costuras son defectuosas, con estucos rígidos, etc., entonces pueden pasar a tener una sensibilidad alta. Miniaturas sobre marfil, debido a una pobre adhesión y ondulaciones de algunos marfiles. Pesadas pinturas modernas, sobre sección panel de fibras de madera, pueden delaminarse como resultado de una adhesión débil.</p>	<p>Capas de pintura sobre costuras o desperfectos que concentran tensiones. Ej. policromías, mobiliario pintado, elementos arquitectónicos de madera pintados.</p> <p><i>Nota: Fisuras capilares en la pintura de juntas de puertas o marcos, habitualmente consideradas como "normales", aunque si estas fisuras sobre juntas se encuentran en un mobiliario fuertemente lacado, entonces son consideradas como un desperfecto.</i></p>
Otros objetos orgánicos	<p>Materiales orgánicos tejidos sin bordes delimitados. Ej. cestería. Textiles como mantas, banderas, piezas sencillas de indumentaria.</p>	<p><i>Materiales orgánicos de tejido rizado (en forma de trama) con bordes delimitados que pueden romperse en el transcurso hacia una HR alta.</i> Ej. tela de bordado fijada a un bastidor, asientos planos.</p>		

Apuntes sobre la tabla anterior, reacciones mecánicas adversas por oscilaciones de HR

Esta tabla se refiere sólo al daño mecánico debido a la fluctuación, y recoge una oscilación suficientemente prolongada para que los objetos reaccionen por completo. Ver otras HR incorrectas para efectos que se dan al mismo tiempo.

“Severo” significa, en este caso, una alta probabilidad de daño apreciable con una oscilación. “Pequeño” significa que en la mayoría de los casos necesita una inspección exhaustiva para apreciar el daño, “escaso” requiere de un aumento de la visión. La fractura se puede acumular vía fatiga, puesto que el daño “severo” puede ser alcanzado por varios miles de ciclos de “pequeños” daños o varios millones de ciclos de “escasos” daños. “Severo” normalmente no significa la pérdida de un archivo o registro, a menos que sea un archivo para el cual dichas dimensiones sean críticas.

Fluctuaciones demostradas de HR y el riesgo de futuras reacciones mecánicas adversas por oscilaciones de la misma

La mayor fluctuación experimentada por un objeto es la fluctuación “demostrada”. Dicha fluctuación demostrada habría causado el posible daño mecánico por esta fluctuación, tal y como se indica en la tabla.

Suponiendo que los objetos no hayan sido consolidados, futuras fluctuaciones individuales, iguales o más pequeñas que la fluctuación probada, no causarán más daños mecánicos apreciables.

Fluctuaciones múltiples futuras iguales o más pequeñas que fluctuaciones múltiples pasadas no causarán más daños mecánicos apreciables.

La mayoría de objetos en la mayoría de los sitios han experimentado por lo menos $\pm 20\%RH$, muchos $\pm 40\%RH$, y, a no ser que hayan sido corregidas, por lo general sus fluctuaciones demostradas son de al menos $\pm 20\%RH$.

Sensibilidad de los objetos sometidos a una incorrecta temperatura

Tabla de sensibilidad de los materiales: Categorías de estabilidad química y su perdurabilidad a varias temperaturas

	Baja < Sensibilidad > Muy Alta			
	Alta estabilidad química	Media estabilidad química	Baja estabilidad química	Muy Baja estabilidad química
	Madera, cola, lino, algodón, cuero, trapos de papel, pergamino, temple de huevo, medio acuoso (acuarela) y gesso. Todos estos ejemplos utilizables existen y tienen de 1-3 milenios de antigüedad y provienen de entierros secos o cerramientos secos a ~20 °C. Éstaban protegidos de cualquier exposición ácida, como la polución ambiental propia de la revolución industrial y nunca han estado mojados. Piel, hueso, marfil de mamut han sobrevivido intactos más de 40 milenios mientras se mantenían congelados.	Es en la actualidad la mejor estimación para materiales fotográficos estables para permanecer útiles como imágenes con poco o ningún cambio. Ej. negativos en vidrio en blanco y negro del siglo XIX, negativos sobre película de poliéster en blanco y negro del siglo XX.	El papel ácido y algunas películas se vuelven quebradizas y amarronadas dificultando su lectura. Ej. papel prensa, libros de baja calidad, papeles. Las películas de acetato posteriores a 1850 se contraen y la capa de la imagen se resquebraja. Celuloides y muchos plásticos antiguos se vuelven amarillos, se resquebrajan y distorsionan. Materiales naturales acidificados por la contaminación ambiental (textiles, cueros) se debilitan y pueden desintegrarse.	Son los llamados materiales "inestables". Se refieren a los medios magnéticos que empezaron a caer en desuso, Ej. cintas de video, audio y datos; discos floppy (flexibles). Los materiales fotográficos menos estables se deterioran. Ej. decoloración de impresiones a color (en la oscuridad), artículos pobremente revelados amarillean, se desintegran; el nitrato de celulosa amarillea y se desintegra más rápido cuando los objetos se empaquetan juntos en grandes cantidades. Muchos polímeros elásticos, desde gomas hasta espumas de poliuretano, se vuelven quebradizos, pegajosos o se deshacen. Algunas pinturas acrílicas sobre soportes de tela amarillean rápidamente.
	Perdurabilidad ^(*) aproximada de los materiales a varias temperaturas, al 50%HR. Todos estos tiempos se pueden ver incrementados por un factor de ~5 si la HR es del 10%HR.			
Tratamiento de calor, sol ~60 °C	~4+	~1	~6 meses	2 meses
Habitación caliente ~30 °C	~250 años+	~75 años	~25 años	~7 años
Habitación cálida ~25 °C	~500 años+	~150 años	~50 años	~15 años
Habitación normal ~20 °C	Milenios ~1000 años+	Unos pocos siglos ~300 años	Una vida humana ~100 años	Una generación humana ~30 años
Almacén frío ~10 °C	~5000 años+	~150 años	~500 años	~150 años
Almacén frío ~0 °C	20,000 años+	~6000 años	~2000 años	~600 años
	(*) La perdurabilidad está definida aquí en términos de los efectos o utilidades descritas para cada material mencionado en la fila superior. Por otro lado, mientras la perdurabilidad expresada en cada fila tiene una incertidumbre considerable, el perfeccionamiento relativo, desde la primera hasta la última fila, es cierto.			

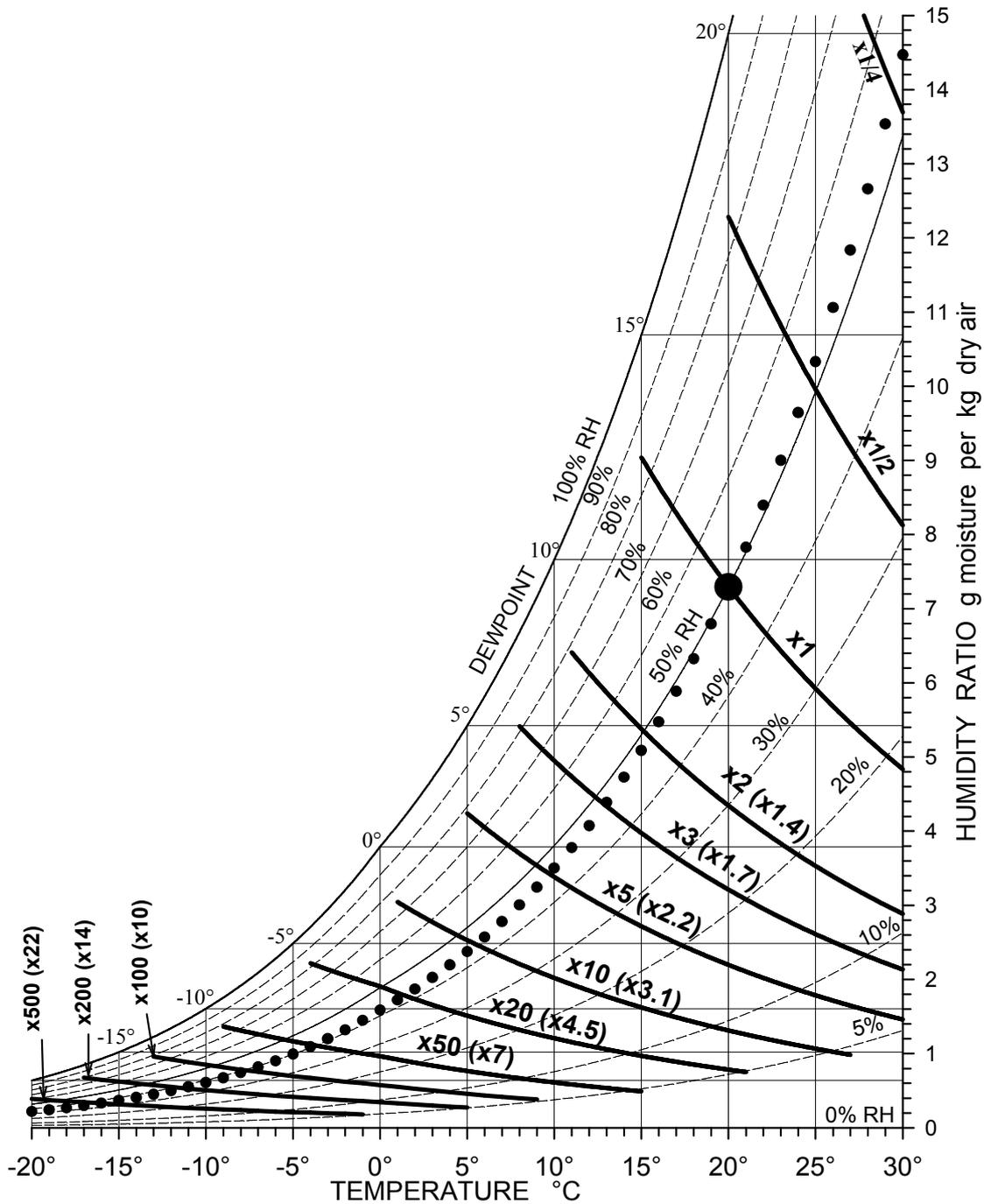
Una versión anterior de esta tabla y todas las referencias documentales utilizadas, en Michalski (2000)

Tabla de sensibilidad del material: Límites de temperatura para varios efectos físicos

		Efectos físicos y materiales sensibles	Ejemplos de objeto
Demasiado alta	Por encima 60°C	"Temperatura de distorsión por calor" de muchos plásticos comunes (PET, acrílico, HDPE, ABS, Nylon en un rango de 65-90 °C)	Objetos de plástico, cajas de plástico que almacenan medios electrónicos, medios ópticos; todos se distorsionan de manera rápida e irreversiblemente sometidos a estas temperaturas.
	Por encima 60°C	Liberación de tensiones incorporadas en un PET biaxial, lo que normalmente necesita siglos; sucederá en el transcurso de horas a días.	Medios de naturaleza magnética como video, audio o cintas de datos, discos floppy (flexibles), se deforman irreversiblemente. Los discos pueden quedar ilegibles.
	Por encima 45°C	Derretido o ablandamiento de ceras, ej. parafina (47-64 °C), cera de abeja (60 °C), carnauba (80 °C)	Pinturas: pinturas al óleo enteladas con cera-resina pueden deslizarse o separarse de la tela del reentelado. Las pinturas a la encáustica se reblandecen. Sellos de cera, velas, jabones; se deforman irreversiblemente.
	Por encima 30 °C	Mezclas basadas en componentes de cera se deforman, se separan y forman pasmosos. El chocolate se derrite (34 °C). Diferentes adhesivos de PVA se reblandecen significativamente y pierden su fortaleza.	Algunos alimentos y cosméticos se deforman, las mezclas se pasman y se separan. Ensamblajes de papel, madera, cerámica restaurada con "adhesivos blancos" se despegan, especialmente si se exponen también a una alta HR.
Demasiado baja	Por debajo 10°C	Transición de dúctil a quebradizo en aceros de carbón (varían considerablemente por su contenido en carbón). Las lecciones de aluminio y cobre no padecen dicha transición.	Los casos más famosos fueron las embarcaciones de la II GM que se agrietaban inesperadamente en el frío del Atlántico Norte. Asumiendo que no hay cargas de peso externas (no es una cuestión de preocupación en los museos). La maquinaria pesada tiene más riesgos en invierno que en verano.
	Por debajo 5°C	Pinturas acrílicas de artistas, curadas y resistentes a temperatura ambiental, entran en una fase vidriosa.	Pinturas acrílicas se hacen más vulnerables a golpes e impactos que a temperatura ambiental.
	Por debajo -30°C	Pinturas al óleo de artistas entran en una fase vidriosa.	Pinturas al óleo se hacen más vulnerables a golpes e impactos que a temperatura ambiental.
	Por debajo -40°C	Transición de dúctil a quebradiza en pinturas acrílicas de artistas. Muchos otros polímeros con textura de goma o correosos a temperatura ambiental se vuelven vidriosos, o incluso quebradizos a -40 °C. La contracción es significativa, por lo que cualquier constreñimiento posterior puede causar fractura.	Las pinturas acrílicas se hacen extremadamente vulnerables a golpes e impactos. De la misma manera, la mayoría de gomas y plásticos elásticos o duros y correosos a temperatura ambiental, serán muy vulnerables. Algunos componentes plásticos pueden fracturarse si están constreñidos o en tensión, ej. diales unidos o conectados a elementos de madera o metal.

Gráfico de sensibilidad del material: Perdurabilidad relativa de objetos químicamente inestables a varias temperaturas y HR (Isopermos)

Gráfico realizado por S. Michalski. También en ASHRAE (1999, 2003, 2007) y Michalski (2000)



Temperature °C: Temperatura °C
 Humidity Ratio (g moisture per Kg dry air): Porcentaje de Humedad (gr de humedad por cada Kg de aire seco)
 Dewpoint: Punto de rocío

Especificaciones sobre temperatura y HR de ASHRAE para colecciones.

Tabla de ASHRAE (1999, 2003, 2007), realizada para el Comité técnico de ASHRAE (1999) por S. Michalski.

TIPO DE COLECCIÓN	"SETPOINT" O MEDIA ANUAL	FLUCTUACIONES MÁXIMAS GRADACIONES EN ESPACIOS CONTROLADOS			RIESGOS/BENEFICIOS DE COLECCIONES
		Clase de control	Fluctuaciones cortas ^(*) más caídas espaciales	Ajustes estacionales en el sistema "setpoint"	
MUSEOS GENERALES, GALERÍAS DE ARTE BIBLIOTECAS Y ARCHIVOS Todas las salas de lectura y préstamo, salas para el almacén de colecciones químicamente estables, especialmente si el medio mecánico es de vulnerabilidad alta.	50%RH (o media histórica anual para colecciones permanentes) T: Un valor entre 15°C y 25°C (Nota: las salas para exhibiciones en préstamo deben estar provistas del "setpoint" especificado en cualquier acuerdo de préstamo, normalmente 50%RH, 21°C, pero a veces 55%RH o 60%RH).	AA Control de precisión, no hay cambios estacionales	±5%RH ±2°C	RH: sin cambio sube 5°C; baja 5°C	Sin riesgo de daño mecánico en la mayoría de objetos y pinturas. Algunos metales y minerales pueden degradarse si el 50%RH excede a la HR crítica. Objetos químicamente inestables serán inutilizables en décadas.
		A Control de precisión, alguna disminución o cambios estacionales; no ambos	±5%RH ±2°C	sube 10%RH, baja 10%RH sube 5°C; baja 10°C	Pequeño riesgo de daño mecánico en objetos de alta vulnerabilidad, no hay riesgo mecánico en la mayoría de objetos, cuadros, fotografías y libros. Objetos químicamente inestables serán inutilizables en décadas.
			±10%RH ±2°C	RH: sin cambio sube 5°C; baja 10°C	
		B Control de precisión, de alguna disminución, más la caída de temperaturas invernales	±10%RH ±5°C	Sube 10%, baja 10% de RH sube 10°C, pero no por encima de 30°C, baja lo necesario para mantener el control de la HR.	Riesgo moderado de daño mecánico en objetos de alta vulnerabilidad, escaso riesgo en la mayoría de pinturas, fotografías, algunos objetos y libros; no hay riesgo en muchos objetos y en la mayoría de libros. Objetos químicamente inestables serán inutilizables en décadas; en menos tiempo si se encuentran a 30°C, pero en periodos fríos de invierno doblan su perdurabilidad.
		C Prevención de extremos de alto riesgo.	En rangos de 25%RH a 75%RH en ciclos anuales. Temperatura raramente por encima de 30°C, normalmente por debajo de 25°C	Riesgo alto de daño mecánico en objetos de alta vulnerabilidad, riesgo moderado en la mayoría de pinturas, fotografías, algunos objetos y libros; escaso riesgo en muchos objetos y en la mayoría de libros. Objetos químicamente inestables serán inutilizables en décadas; en menos tiempo si se encuentran a 30°C, pero en periodos fríos de inviernos doblan su perdurabilidad.	
D Prevención de humedad	Fidedigna por debajo de 75%RH	Riesgo alto de daño mecánico repentino o acumulativo en la mayoría de objetos y pinturas como resultado de fracturas por baja humedad, pero delaminaciones y deformaciones por la acción de una humedad alta, especialmente en chapas, pinturas, papel y fotografías, se evitarán. Objetos químicamente inestables serán inutilizables en décadas, en menos tiempo, si se encuentran a 30°C, pero en periodos fríos de invierno doblan su perdurabilidad.			
ARCHIVOS BIBLIOTECAS Almacén de colecciones químicamente inestables	Almacén frío: -20°C 40%RH	±10%RH ±2°C	Objetos químicamente inestables serán inutilizables en milenios. Las fluctuaciones de HR que duran menos de un mes no afectan a la mayoría de archivos conservados adecuadamente en estas temperaturas. (El tiempo fuera del almacén determina su perdurabilidad)		
	Almacén fresco: 10°C 30%RH a 50%RH	(incluso si se ha conseguido sólo durante una caída de temperatura invernal, esto resulta una ventaja neta para dichas colecciones, con tal de que no se haya producido humedad)	Objetos químicamente inestables serán utilizables por un siglo o más. Estos libros y papeles tienden a tener una baja vulnerabilidad mecánica a las fluctuaciones.		
COLECCIONES ESPECIALES COMPUESTAS DE METALES	Sala seca 0-30%RH	La HR no debe exceder algunos valores críticos, normalmente 30%RH			

- Fluctuaciones cortas se refiere a cualquier fluctuación menor a la de los ajustes estacionales. Descrito bajo el apartado "Tiempos de respuesta", aunque algunas fluctuaciones son demasiado cortas para que afecten a algunos objetos, u objetos confinados.

Fuentes / Referencias bibliográficas

ASHRAE. 1999, 2003, 2007. Museums, Galleries, Archives, and Libraries. A chapter in *ASHRAE Handbook-HVAC Applications*. American Society of Heating, Refrigeration and Airconditioning Engineers. (name, chapter number, and page numbers vary by edition).

Ayerst, G. 1968. Prevention of biodeterioration by control of environmental conditions. In *Biodeterioration of materials*. A.H Walters and J.J. Elphick, eds. Elsevier: Amsterdam. pp. 223-241.

Groom, P. and T. Panniset. 1933. Studies in *Penicillium chrysogenum thom* in relation to temperature and relative humidity of the air. *Annals of Applied Biology*, **20**. pp. 633-660.

Michalski, S. 2000. *Guidelines for Humidity and Temperature for Canadian Archives*, CCI Technical Bulletin #23. Canadian Conservation Institute, Ottawa.

Snow, D., M.H.G. Crichton, and N.C. Wright. 1944. Mould deterioration of feeding stuff in relation to humidity of storage. *Annals of Applied Biology* **31**, pp.102-110.

Éste es un borrador de materiales en preparación para la creación de un "Manual de Control de Riesgo en las Colecciones" basado en una web. Las referencias completas y toda la información utilizada estarán disponibles en las versiones web correspondientes. Visitar nuestra página web para consultar más actualizaciones.

www.cci-icc.gc.ca

➤ Traducción al español, del texto original en inglés, por María D. Molina Villada, Barcelona. 2008
Revisión del texto para el curso del 7 al 8 de mayo de 2009 por Dña. Isabel García Fernández, Madrid 2009