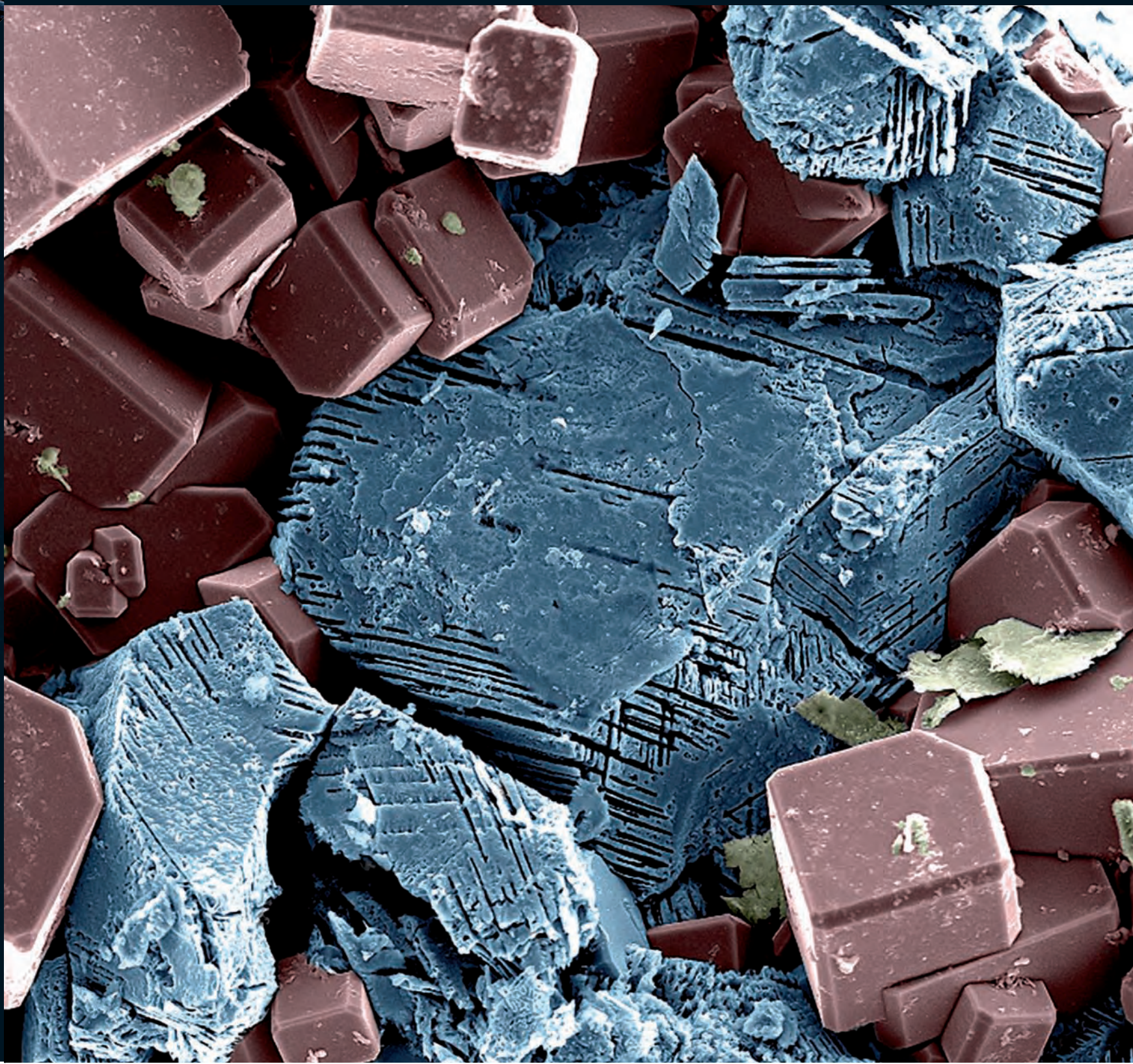


La Ciencia y el Arte II

Ministerio
de Cultura

Ciencias experimentales
y conservación del Patrimonio Histórico



www.mcu.es
www.060.es

Subdirector General del IPCE
Alfonso Muñoz Cosme

Jefe del Área de Formación, Documentación y Difusión del IPCE
María Domingo Fominaya

Jefe del Servicio de Documentación del IPCE
Antonio J. Sánchez Luengo

Coordinación científica
Marián del Egado. IPCE
David Juanes. ICV+R



MINISTERIO DE CULTURA

Edita:
© SECRETARÍA GENERAL TÉCNICA
Subdirección General
de Publicaciones, Información y Documentación

© De los textos e imágenes: los autores

NIPO: 551-10-154-6
ISBN: 978-84-8181-461-3

Capítulo 1. Las ciencias experimentales en los institutos de conservación.....	9
<i>Carmen Pérez*, David Juanes*, Marián del Egado**</i>	
*Instituto Valenciano de Conservación y Restauración de Bienes Culturales	
**Instituto del Patrimonio Cultural de España	
Capítulo 2. Métodos y técnicas para el estudio científico de los bienes culturales	18
2.1. La documentación geométrica del Patrimonio en el IPCE del Ministerio de Cultura	18
<i>José Manuel Lodeiro. Instituto del Patrimonio Cultural de España</i>	
2.2. La tomografía axial computerizada. Estudio de escultura de madera	32
<i>David Juanes. Instituto Valenciano de Conservación y Restauración de Bienes Culturales</i>	
2.3. Métodos analíticos desarrollados en el IPCE para el estudio de bienes culturales basados en la Espectroscopia de Infrarrojos por Transformada de Fourier y Técnicas Cromatográficas.....	44
<i>Estrella Sanz*, M^a Antonia García** y Ruth Chércoles*</i>	
**Instituto del Patrimonio Cultural de España	
*Universidad Complutense de Madrid	
2.4. Las pinturas murales de la Casa de Ariadna en Pompeya: Un ejemplo de estudios e investigaciones científicas aplicados en el proyecto de conservación y restauración.....	59
<i>Carmen Pérez*, Livio Ferrazza*, Margarita Doménech*, Fanny Sarrió*, Albert V. Ribera**.</i>	
*Instituto Valenciano de Conservación y Restauración de Bienes Culturales	
**Sección de Arqueología del Ayuntamiento de Valencia	
Capítulo 3. Casos de aplicación: los bienes culturales como objetos científicos.....	71
3.1. Aplicación de los estudios físicos en el campo en la restauración.....	71
<i>Pilar Ineba. Museo de las Bellas Artes San Pío V</i>	
3.2. Estudio de las condiciones microclimáticas y lumínicas. Metodología y práctica en la Sede del Instituto del Patrimonio Cultural de España.....	78
<i>Guillermo Enríquez de Salamanca y Teresa Gil Muñoz. Instituto del Patrimonio Cultural de España</i>	
3.3. Metodología de análisis físico-químicos en obras policromadas de gran formato	94
<i>Marisa Gómez y Margarita San Andrés. Instituto del Patrimonio Cultural de España</i>	
3.4. Analizando residuos de limpieza. Potencial analítico de los materiales eliminados durante la restauración	113
<i>José V. Navarro Gascón. Instituto del Patrimonio Cultural de España</i>	
3.5. Técnicas de procesamiento de imagen y visión artificial en entornos artísticos	126
<i>Juan Torres Arjona. E.T.S.I.T. Universidad Politécnica de Madrid</i>	
3.6. Nuevas perspectivas metodológicas en la documentación y estudio y en la conservación del arte rupestre del Arco Mediterráneo.....	138
<i>Pere M. Guillem Calatayud y Rafael Martínez Valle. Instituto Valenciano de Conservación y Restauración de Bienes Culturales</i>	
3.7. Caracterización de elementos metálicos en textiles históricos y estudio de sus diversas alteraciones mediante técnicas microscópicas.....	150
<i>Livio Ferrazza y María Gertrudis Jaén Sánchez. Instituto Valenciano de Conservación y Restauración de Bienes Culturales</i>	

3.2. Estudio de las condiciones microclimáticas y lumínicas. Metodología y práctica en la sede del Instituto del Patrimonio Cultural de España

Guillermo Enríquez de Salamanca, María Teresa Gil Muñoz

Instituto del Patrimonio Cultural de España

Introducción

El seguimiento de las condiciones climáticas del edificio del Instituto del Patrimonio Cultural de España (en adelante IPCE) tiene un historial que se remonta a la década de los 90. Sin embargo, el estudio de las condiciones lumínicas que afectan a los distintos espacios, ya sea de forma natural o artificial, se ha empezado a abordar en detalle en el año 2007. En curso se encuentra la adquisición de un equipo de seguimiento de contaminantes que en un ambiente urbano como en el que nos hallamos influyen en el deterioro de las obras de arte, además de los gases que pueden emitir otros elementos como mobiliario, etc.

El conocimiento de las condiciones ambientales (humedad, temperatura, iluminación y contaminación), junto con otros factores de deterioro, nos va a servir para ir centrando las bases de lo que será el Plan de Conservación Preventiva de la sede del IPCE.

Este estudio se centrará, exclusivamente, en el seguimiento de las condiciones microclimáticas y lumínicas del IPCE.

Sirva de agradecimiento a Juan A. Herráez, artífice y generador de todo el trabajo que actualmente se desarrolla en la Sección de Conservación Preventiva del Área de Laboratorios del IPCE, del cual somos partícipes en el día a día y sin el cual este artículo no hubiera tenido lugar.

Características del edificio.

Instalaciones para el control ambiental

El edificio del Instituto del Patrimonio Cultural de España es declarado Bien de Interés Cultural, por Real Decreto 1261/2001 de 16 de noviembre (BOE de 30 de noviembre de 2001, nº 287).

Ubicado en la Ciudad Universitaria de Madrid, junto a la zona centro, es un edificio exento, de forma circular en planta, cuya distribución radial gira en torno al vestíbulo en las plantas primera y segunda y biblioteca, bajo el vestíbulo, en la entreplanta y planta baja. Por lo tanto, es un edificio que dispone de todas las orientaciones posibles frente a los condicionantes climáticos y de iluminación del exterior.

Se trata de una estructura de hormigón armado y particiones interiores de fábrica de ladrillo, con montante de vidrio en algunos casos. La disposición radial de los espacios se corresponde con sectores (a modo de gajos) de encendido y apagado de la calefacción e iluminación.

El acristalamiento es doble en carpintería de aluminio, practicable mediante corredera.

Desde la Sección de Conservación Preventiva se lleva a cabo un control pasivo de la humedad en todos los talleres y departamentos, con humedad relativa media anual del 30 %, que puede oscilar entre el 25-55 % a lo largo del año. Se dispone de humidificadores o equipos móviles para cuando sea requerido por la obra en su depósito o intervención a ejecutar en talleres.

La excepción la constituyen las dos salas acondicionadas, ya que la Sala Acondicionada 1 (en la planta 1ª) tiene un aparato humidificador con suministro automático de agua, que nos permite establecer unas condiciones del 30-60 % de humedad relativa; y la Sala Acondicionada 2 (en la planta 2ª) en donde hay instalados dos climatizadores con control automatizado de humedad relativa y temperatura, pudiendo fijar unas condiciones estables que oscilan entre el 30-75 % de humedad relativa.

El sistema de calefacción es autónomo, con control de temperatura independiente, de tubo radiante en suelo y termostato de control por sectores.

No existe un sistema de extracción o renovación del aire del edificio. Los talleres de restauración disponen de equipos móviles de extracción de contaminantes del aire por el uso de productos químicos, así como de campanas de extracción ubicadas en diferentes talleres y laboratorios. A excepción de la Sala Acondicionada 2 que tiene un sistema entálpico de renovación de aire. En curso hay un estudio de viabilidad de climatización del edificio. (Figs. 1, 2 y 3).

La iluminación natural es filtrada en parte del edificio mediante estores (en algunos talleres de las plantas baja, primera y segunda) y persianas de PVC enrollables de caja (plantas primera, segunda y tercera), ambos con sistemas de accionamiento manual. La iluminación artificial general se debe principalmente a lámparas de tubos fluorescentes, controlados en su encendido y apagado de forma sectorizada. En todos los departamentos se dispone de lámparas de apoyo portátiles, mesas de luz en su caso, etc.

Hay un seguimiento continuo de iluminancia en la Sala Acondicionada 2 desde enero de 2008 que, además, tiene una caja de servicios a la entrada de la sala para control de la electricidad de la misma.



Figuras 1 y 2. Interior de la Sala Acondicionada 2. En ambas imágenes se puede ver el sistema de climatización, a modo de torres, y el sistema entálpico de renovación de aire con bocas de aspiración localizada.



Figura 3. Sala Acondicionada 1. En la parte inferior derecha se puede ver el humidificador por evaporación.

La Conservación Preventiva. El Plan de Conservación Preventiva

La definición, el concepto de prevención, de preventiva está ligada a la idea global de pérdida del final y de inalterabilidad de los acontecimientos (en su presente y futuro) mediante la creación de una serie de mecanismos, herramientas y decisiones que así lo permitan. La “prevención” está tratando de generar un espacio de seguridad. Si se intensifica la interpretación del concepto de prevención, o mejor se mal interpreta, se llega como diría Gaël de Guichen a propósito de la conservación preventiva a la radicalidad absoluta, al extremismo, a la “Conservación Talibán”. El equilibrio deberá pasar por encima del dogmatismo.

La definición de conservación preventiva, que se viene dando y que se está abriendo hacia vías de acción más o menos modernas,

siguiendo las corrientes de estudios de riesgo, pasa por conceptos como el de tiempo, el de control, el de método, el de cadena¹

La creación de métodos de aplicación al procedimiento de la conservación preventiva² es de un tiempo a esta parte uno de los focos de investigación en el ámbito de la conservación. La metodología es desde luego la herramienta de esta disciplina, es la que debe asegurar la conservación preventiva en su ámbito de aplicación en el a priori, en el a posteriori y en el recorrido.

El Plan, el programa, son vocabulario común en cualquier intento organizativo y de intervención. De este modo, la conservación preventiva, como disciplina práctica de intervención, utiliza estos conceptos, y concretamente en su planteamiento teórico-conceptual, utiliza la palabra “Plan” para desarrollar el mapa cognitivo sobre los factores de riesgo del bien cultural y su posterior aplicación.

El Plan de Conservación Preventiva no es sólo el mantenimiento, no es sólo medir la temperatura, la humedad relativa, la iluminación, hacer un plan de emergencias, etc. El Plan de Conservación Preventiva es el todo. Es el análisis sistemático de los posibles riesgos y la elaboración y toma de medidas y decisiones a lo largo del tiempo.

En el IPCE se viene desarrollando conservación preventiva por todo el personal del centro y en particular, de una manera más exhaustiva, por parte de la Sección de Conservación Preventiva, que ha ido más allá elaborando un Plan de Conservación Preventiva como herramienta global.

¹ Es recomendable repasar el artículo de TAYLOR, J.; BLADES, N. y CASSAR, M. (2006): “Dependency modelling for cultural heritage”. Proceedings of Safeguarded Cultural Heritage - Understanding & Viability for the Enlarged Europe. Institute of Theoretical and Applied Mechanics, Academy of Sciences of Czech Republic, Praga, ya que trabaja en esta dinámica y aporta bibliografía interesante.

² En la primera reunión internacional sobre conservación preventiva de París en 1992 se ponen de manifiesto los problemas a la hora de definirla, que se caracteriza más por un método de trabajo que por unos contenidos específicos: GUILLERMARD, D. (1992): “La Conservation Préventive”: Colloque International de l'ARAAFU sur la Conservation Restauration des Biens Culturels, París.

El Plan necesita de unos puntos de apoyo que se mueven en parámetros de espacio y de tiempo. De modo básico, ya que no es el cometido del presente artículo, comentar que este Plan está formado por:

Una fase de documentación e informes previos (la idea de curriculum de los bienes culturales) que daría paso a la fase de evaluación de riesgos de conservación aplicados a los mismos (donde entraría el análisis de los riesgos catastróficos como el incendio, inundaciones o seísmos, los riesgos relacionados con la seguridad ante conductas antisociales como el robo y el vandalismo, riesgos de daños físicos relacionados con la manipulación y disposición de objetos y colecciones en exhibición, almacenamiento o transporte, riesgos ocasionados por condiciones ambientales inadecuadas relacionados con diferentes parámetros del microclima, la iluminación o la contaminación y riesgos de biodeterioro relacionados con la presencia de plagas)³. Tras el desarrollo de las fases anteriores se estaría en disposición de planificar una actuación o Proyecto de Conservación Preventiva, que puede tener muy diversos objetivos para anular o minimizar los problemas detectados y estabilizar la situación que permita desarrollar posteriormente un trabajo sistemático de seguimiento y control eficaz del riesgo de deterioro. La cuestión fundamental es siempre la utilización de medios y recursos con la proporción adecuada a la probabilidad de la incidencia de dicho riesgo. Estas actuaciones se basan generalmente, de forma aislada o complementaria, en el diseño e implantación de instalaciones y en la programación de procedimientos de seguimiento y control, pero también en la propuesta de modificación de uso del objeto, colección o inmueble y, evidentemente, en la aplicación de tratamientos directos de estabilización de materiales y objetos, siempre que sea necesario, y en intervenciones puntuales y complementarias más cercanas a los tratamientos de restauración.

La Sección de Conservación Preventiva lleva desarrollando en esta fase muchas acciones en colaboración con los distintos técnicos del Instituto: restauradores, conservadores, arquitectos, personal de mantenimiento, personal de seguridad, etc. Cabría destacar como trabajos desarrollados: la ejecución de planos para la evacuación de obras de arte ante una emergencia, creación y acondicionamiento de espacios habilitados microclimáticamente para albergar bienes culturales con características especiales, protocolos de movimiento para bienes culturales de tipologías específicas, e informes sobre los espacios utilizados para la restauración de bienes culturales desde una perspectiva de la conservación preventiva con motivo de su posible modificación en el edificio, etc. (Figs. 4, 5 y 6).

³ El trabajo de Michalski en su mayoría habla sobre este campo, sobre la capacidad de dotar al técnico de la visión global sobre los riesgos, es decir, de generar un criterio. Con una perspectiva bastante sistemática, Michalski relaciona las distintas sensibilidades de los bienes culturales con los posibles riesgos de éstos en su contexto y así intentar crear un criterio en el técnico para que puede ejecutar y gestionar acciones de manera rápida, ágil, eficaz y económica. MICHALSKI, S. (2009): "Evaluación de riesgos medioambientales en las colecciones: ¿se aclimatan los objetos?", Grupo Español IIC, Grupo de Trabajo de Conservación Preventiva del GEIIC, Madrid 7 y 8 de mayo 2009.

La elaboración, planificación y aplicación de un Plan de Conservación Preventiva consistiría en diseñar e implantar una serie de medidas sistemáticas que permitan desarrollar la estrategia de conservación preventiva que debieran tomarse como cuerpo legal de aplicación. En este sentido, desde el IPCE se lleva trabajando desde hace ya tiempo en ese documento y que está aún pendiente de su conclusión.

La última etapa para la elaboración de un Plan de Conservación Preventiva trata del seguimiento del proyecto y comprobación de la eficacia, implantación de mejoras, corrección de pautas inadecuadas y acciones de cambio, además de la difusión y comunicación del trabajo realizado.

Como vemos, el Plan es una herramienta basada en distintas fases que tiene como base el documento final de aplicación. Ese documento no deja de ser eso, un texto que pone por escrito todo el proceso que debe tener una Institución en el ámbito de la protección de los bienes culturales que custodia, utilizando la conservación preventiva como herramienta. Como texto, como documento, se debe poner en marcha. Como vemos, volvemos a la comprensión de la disciplina de la Conservación Preventiva como proceso, como metodología.

Sí es importante tener en cuenta que en cualquier adaptación de un sistema de trabajo para y por la conservación preventiva el criterio es un elemento determinante y, así, habría que mantener como obligaciones para obtener un criterio acertado de actuación las siguientes premisas: por una parte se debe tener un enfoque integral del conjunto que forman los bienes culturales, del edificio que constituye su protección, de las distintas actividades de exhibición, estudio, de las condiciones ambientales que los bienes culturales soportan, y finalmente, se deberá tener un enfoque multidisciplinar en el análisis de los datos

Seguimiento microclimático

Como se ha planteado y han planteado distintos autores, la idea principal para el seguimiento de las condiciones ambientales, donde estaría incluido el estudio de las condiciones microclimáticas, se rige por el principio de sistema. Bajo el farragoso campo de la teoría de sistemas que se da como vía de investigación y de puesta en marcha en otros campos de las ciencias, la conservación preventiva, como muy bien ha explicado Herráez, guarda relación en su funcionamiento con un ecosistema. Así, Herráez se refiere a cómo los bienes culturales viven en un ecosistema donde los factores del medio físico, biológico y humano son determinantes. La parte que nos interesa, aquí y ahora, es como los bienes culturales se encuentran en distintos sistemas, como son el sistema externo, el edificio-contenedor o cualquier elemento constructivo que constituya una protección de las condiciones externas, el sistema interno u otros. Evidentemente, el análisis que realiza Herráez es mucho más pormenorizado y desde luego transmite muchos más detalles que los aquí expuestos.

En definitiva, lo que nos concierne a la hora del seguimiento de las condiciones ambientales es como el medio físico, que es el

ASESORAMIENTO SOBRE PROTOCOLO DE MOVIMIENTOS DE NEGATIVOS DE LAURENT DEL ARCHIVO RUIZ VERNACCI (IPHE)

1. Introducción

Se redacta el presente informe para solucionar los problemas generados por el traslado de los negativos de Laurent pertenecientes al Archivo Ruiz Vernacci (entrepantalla del) a la sala de la fototeca digital (2ª planta del edificio) para su digitalización.

Ante la problemática suscitada en torno a la conveniencia del movimiento de estos BBCC se le pide asesoramiento a la sección de Conservación Preventiva para que evalúe y proponga un protocolo de tan significativas piezas que debido a su "fragilidad" debe contener unas determinadas características en su movimiento y traslado.

De este modo este documento se inicia por esta sección debido al conocimiento sobre las características del edificio (condiciones ambientales, temperatura, iluminación, vías de circulación, etc.) y debido también a que le corresponde la creación de este tipo de documentos, ya que el movimiento de BBCC se encuentra en el ámbito de aplicación de la Conservación Preventiva.

Habría que considerar que el IPHE posee, además del Archivo Ruiz Vernacci, otros archivos de documentación histórica de gran valor en sí mismos, y con fondos fotográficos de similares características y por tanto, sujetos a riesgos de deterioro parecidos, por lo que, aunque el presente informe está enfocado expresamente al Archivo Ruiz Vernacci por una cuestión coyuntural, sería recomendable que el presente trabajo se ampliara y extrapolara a los diferentes archivos fotográficos del IPHE. Todo ello redundaría en un mejor control de los riesgos de deterioro de estos bienes culturales aplicando criterios actualizados de conservación preventiva como le corresponde a una institución como el IPHE en la responsabilidad de conservación del patrimonio que tiene custodiado. Lo ideal sería que esta iniciativa puntual se extendiera y ampliara a los demás archivos, llegando a elaborar un necesario plan de conservación preventiva que contemplara diferentes aspectos de la adecuación o mejora de espacios y procedimientos de control y seguimiento de los riesgos de deterioro, y se elaborara, asimismo, un procedimiento de aplicación en situaciones de emergencia.

3. Observaciones realizadas

Según la situación del archivo, dentro de las dependencias del edificio del IPHE y por tanto, compartiendo espacio común con la sección de Conservación Preventiva, se ha tenido a una información bastante aproximada a la realidad del problema del movimiento de los citados BBCC. Esta información se basa en los siguientes aspectos:

1. El seguimiento de las condiciones ambientales (humedad relativa, temperatura y diferentes parámetros relacionados con la iluminación) del Archivo Ruiz Vernacci (Anexo1) y desde este mes de septiembre, también de la fototeca digital.
2. Evaluación de los riesgos de deterioro de los fondos del archivo.
3. Conocimiento de las vías de circulación del edificio IPHE.
4. Conocimiento e inspección del espacio, medio y método de trabajo que se realiza en el archivo Ruiz Vernacci.
5. Conocimiento e inspección del espacio, medio y método de trabajo que se realiza en la fototeca digital a la hora de su digitalización.
6. Protocolo de movimiento realizado por Carlos Teixidor, conservador del archivo fotográfico Ruiz Vernacci. (Anexo2)

5. Protocolo de movimiento (piezas del Archivo de Ruiz Vernacci)

Asumiendo la digitalización como procedimiento necesario para la conservación de los fondos se recomienda, de forma general, el menor movimiento de estas piezas debido a su fragilidad. Ello implica, según las instalaciones actuales del IPHE el movimiento de las citadas piezas, ante lo cual se especifican a continuación una serie de recomendaciones que se consideran imprescindibles.

1. **Documentación.** Siguiendo unos principios de seguridad se deberá anotar las piezas que son movidas: número, número de registro, características y estado de conservación. Dicho movimiento quedará reflejado en la base de datos correspondiente o en una nueva si así fuera necesario. De este modo se deberá anotar en un campo de localización topográfica de los fondos del Archivo Ruiz Vernacci la localización de dicho bien en el edificio del IPHE cuando no esté en su lugar original.
2. **Manipulación.** La manipulación deberá tener en cuenta los principales factores de deterioro generados por la manipulación de fotografías (huellas dactilares, manchas de grasa, de comida, de bebidas, falta de cuidado en la manipulación que puede provocar cantos dañados, abrasión, estallidos de cristales o rayados). De este modo se recomienda:
 - a. La utilización de guantes para la manipulación de estos BBCC. De este modo se podrán hacer uso de guantes de látex natural 100% sin polvo de talco, o bien guantes de poliamida. Para evitar la sudoración se recomienda la utilización de los guantes de poliamida bajo los de látex.

Figura 6. Extracto de un informe donde a partir del seguimiento de las condiciones microclimáticas se ha podido establecer el protocolo de movimiento interno de BBCC de alta sensibilidad del Archivo Ruiz Vernacci en el IPCE.

que fundamentalmente influye en los distintos territorios donde se encuentran los bienes culturales, y la disposición de membranas o capas, puede permitir un control de las condiciones ambientales que garanticen la durabilidad del bien. Es decir, como bien explica Michalski poniendo un símil bastante simple, el de las muñecas rusas, según vamos avanzando dentro de las distintas muñecas rusas, que serían nuestras membranas, nuestros muros del edificio por ejemplo, nuestros armarios, nuestras vitrinas, vamos obteniendo estabilidad y control de las condiciones microclimáticas y de otros factores de deterioro (Fig. 7).

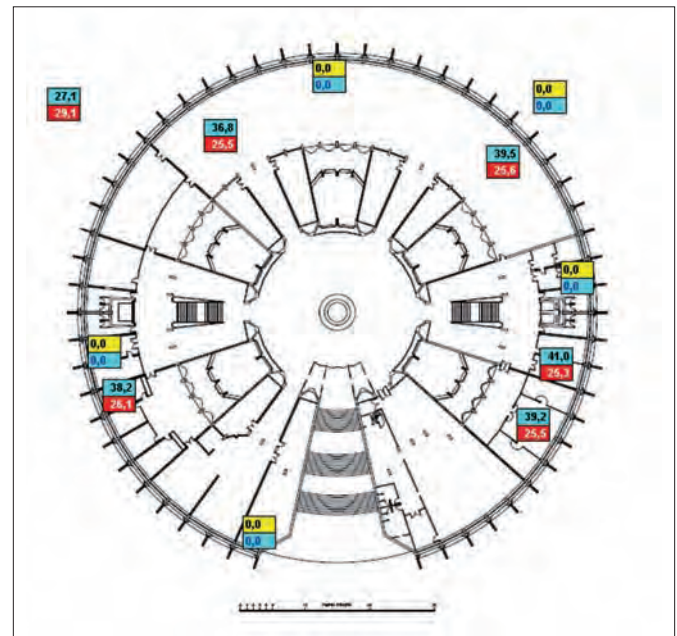
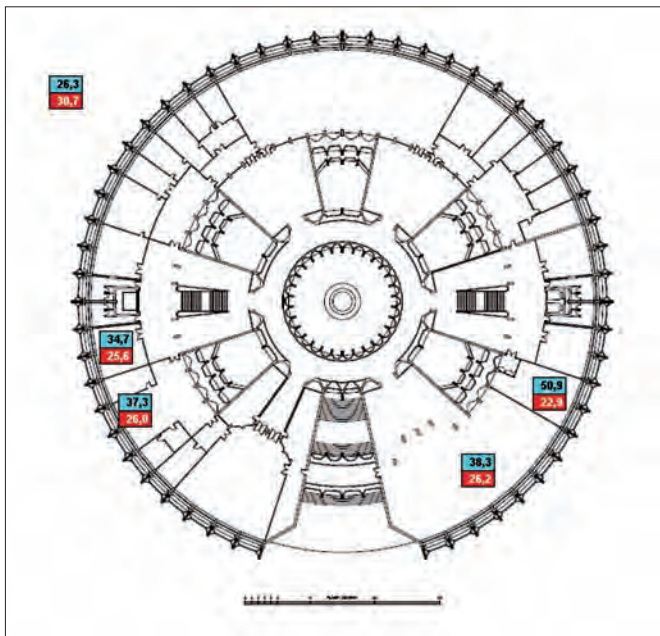
La relación que esto tiene con el seguimiento de las condiciones microclimáticas en el IPCE es notable ya que se debe tener presente a la hora de elegir espacios para el seguimiento, para la determinación de los tiempos, de los medios humanos, de los factores económicos, etc.

Pero, vamos por partes. Hay que tener ciertos factores en cuenta para el estudio y seguimiento de las condiciones microclimáticas.

Por una parte habría que evaluar para qué queremos los datos: para saber si el ambiente es positivo para determinados materia-



Figura 7. Esquema sencillo propuesto por Stefan Michalski. MICHALSKI, Stefan (2007): "Preservación de las colecciones", Cómo administrar un museo: Manual práctico, pp. 51-90.



Figuras 9 y 10. Imagen extraída del panel de control de la aplicación de software del equipo de radio-logger que se encuentra instalado en el IPCE. En las imágenes se pueden ver, situado en el plano del edificio y en distintas plantas, donde se encuentran los sensores y los datos a tiempo real, pudiendo detectar posibles fallos y señales de alarma, además de mantener un sistema de proceso de los datos bastante sencillo y eficaz.



Figura 11. Ejemplo de instalación de los sensores en los distintos puntos de la sede del IPCE.

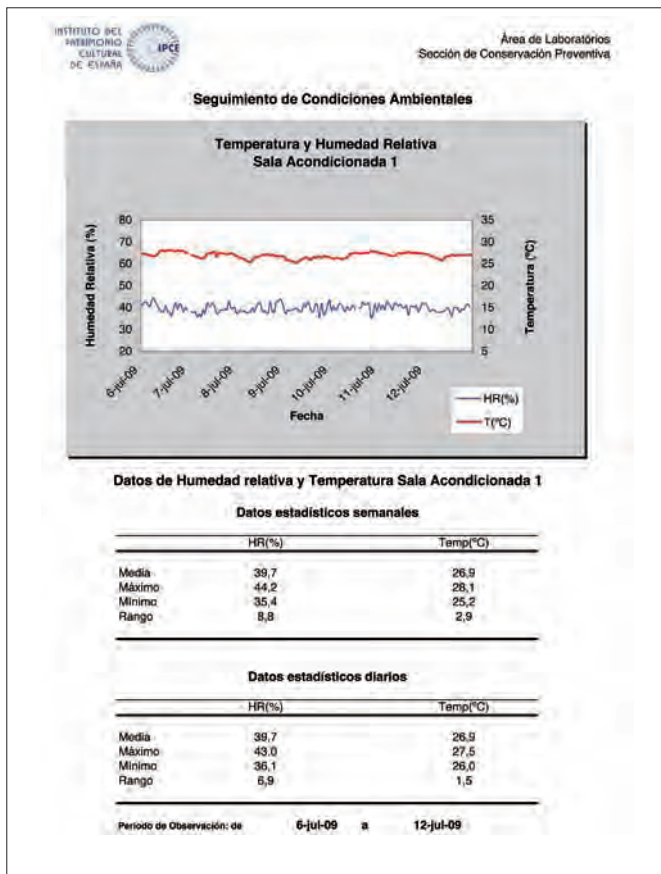
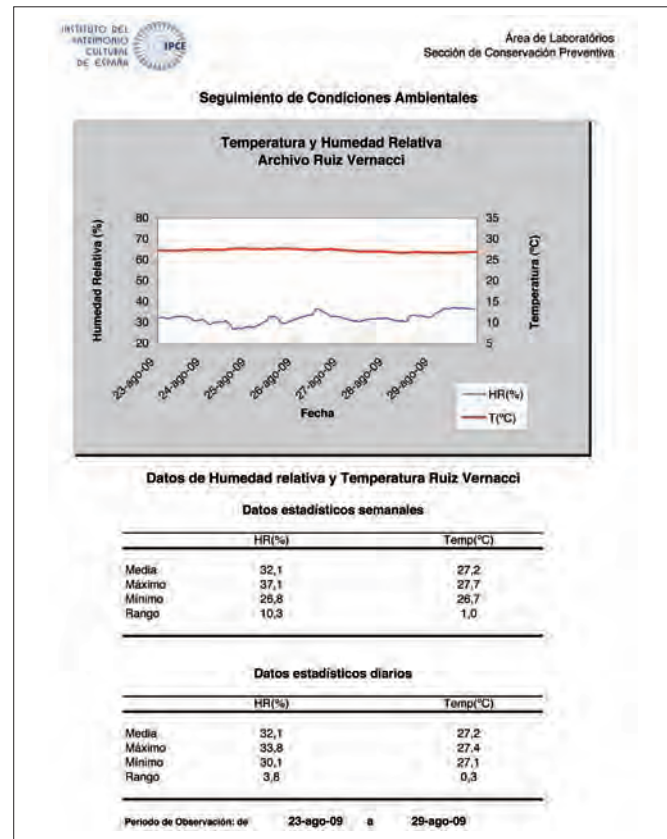
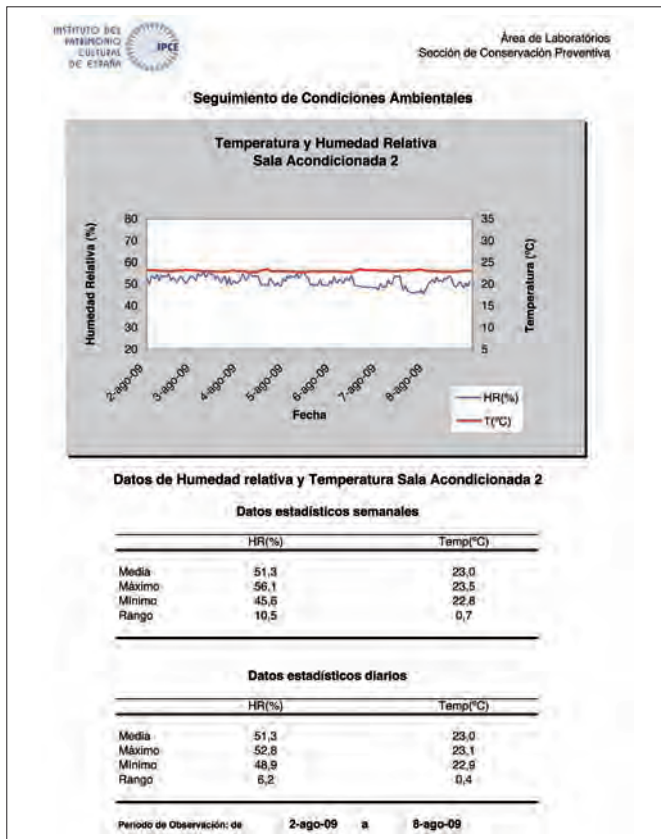
na se elabora a partir de la exportación de los datos en Excel, un análisis de los datos, para que el resto de técnicos implicados en el trabajo de la casa sepan las condiciones microclimáticas que mantienen los bienes que se encuentran depositados, y poder valorar con criterio las actuaciones sobre los bienes culturales. (Figs. 13, 14 y 15).

Dentro de esta política de seguimiento de las condiciones ambientales el Instituto se tiene un histórico de datos desde 1998.

Como ya hemos comentado, todos estos datos nos van a servir para la interpretación y toma de decisiones teniendo en cuenta:



Figura 12. Al igual que la figura anterior (Fig. 11), se puede ver un sensor de seguimiento por radio-frecuencia de humedad relativa y temperatura, en la Sala Acondicionada 2, y un data-logger de iluminancia.

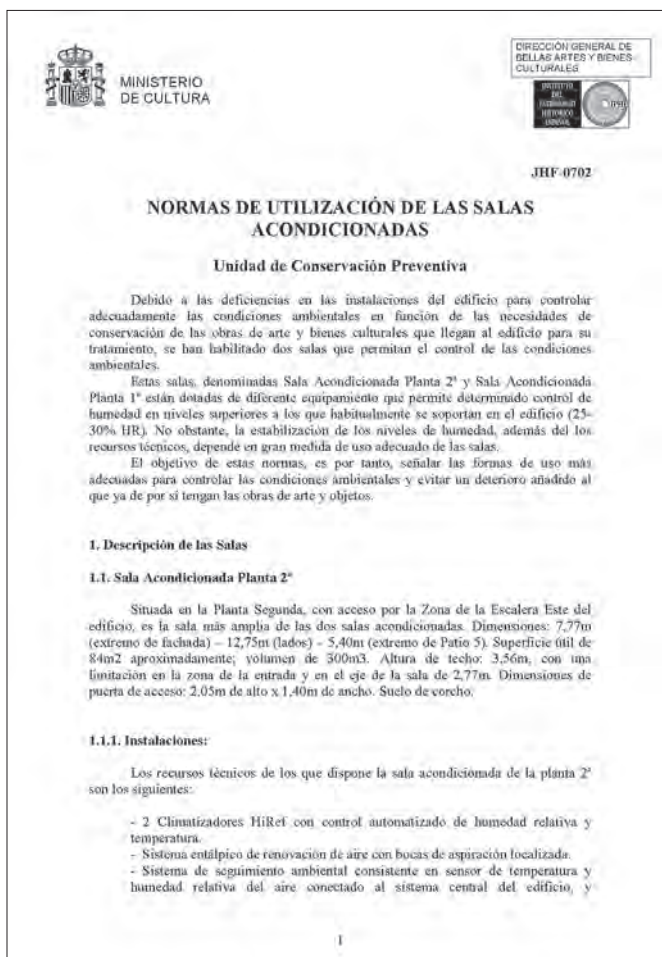


Figuras 13, 14 y 15. Ejemplos de informes semanales que se realizan por la Sección de Conservación Preventiva y que se ponen a disposición del personal en el servidor del IPCE.

el histórico de datos que comentábamos, las condiciones climáticas del exterior, las características del espacio y las condiciones de uso. Así, dependiendo del propósito de la decisión (restauración, movimiento, depósito), del curriculum del espacio y de los bienes culturales, y confiando en el criterio y el curriculum de los profesionales, el seguimiento consigue que este trabajo sea provechoso.

Con el motivo de restauraciones de bienes culturales con condiciones ambientales muy especiales y teniendo en cuenta su estimable utilización a posteriori desde la Sección se inició la creación de un conjunto de salas acondicionadas que permitía el control de las condiciones microclimáticas y que, según los datos que habíamos obtenido en el seguimiento microclimático, se hacía absolutamente necesario para el cumplimiento de determinados trabajos en el IPCE.

Una vez ejecutadas, se realizó un documento de normas de utilización de esas salas acondicionadas del que extractamos los puntos que guardan relación con el seguimiento de las condiciones microclimáticas y que resumen perfectamente estos espacios y suponen un ejemplo, claro y práctico, de cómo la utilización de los datos extraídos del seguimiento microclimático sirven para la toma acertada de decisiones para el control de las condiciones ambientales. (Fig. 16 y 17).



Figuras 16 y 17. Tras el seguimiento de las condiciones microclimáticas, y teniendo en cuenta los datos y las necesidades, se crearon dos salas acondicionadas. Para el buen funcionamiento de estas se generó un documento, de libre acceso por el personal para que supieran del conocimiento y de las capacidades de funcionamiento de estas.

- Cerramientos mediante tabique de fábrica de ladrillo, 2 ventanas al exterior en orientación este, con doble acristalamiento y cámara de 12 mm, tabique de paneles de aglomerado contiguo al departamento de escultura, cerramiento de vidrio fijo en el extremo contiguo al Patio Interior 5.
- Puerta de doble hoja con dimensiones de 2,06 x 1,40 m.
- Ventanas: 2 ventanas de tres elementos móviles de corredera. Dimensiones: ancho 3,75 x alto 1,92 m. Dotadas de persianas de caja y de estores enrollables.
- Tomas de corriente a 220V en el zócalo bajo las ventanas y en el zócalo del cerramiento al Patio 5.
- Toma de red informática.
- Toma de teléfono.

Con este equipamiento, los niveles máximos que de forma estable se podrían alcanzar, con un uso muy estricto de la sala, se sitúa alrededor del 70% HR.

1.2. Sala Acondicionada Planta 1ª.

Situada en la Planta Primera, con acceso por la Zona de la Escalera Este del edificio, es la más pequeña de las dos salas acondicionadas, con una superficie útil de 25 m² aproximadamente (3,80 m en el extremo de fachada, 7,10 m de lado y 3,20 m en el extremo de la puerta) y volumen de 88 m³. Altura de techo de 3,55 m. La puerta de acceso de doble hoja tiene unas dimensiones de 2,02 x 1,38 m, con el inconveniente de un listón inferior que dificulta el uso de carros, caballotes y plataformas con ruedas. Suelo de corcho. Bajo la ventana discurren 2 tuberías del aire acondicionado que da servicio a la cafetería, suponen cierto entorpecimiento y disminución de la superficie útil.

1.2.1. Instalaciones:

Los recursos técnicos de los que dispone la Sala Acondicionada de la planta 1ª son los siguientes:

A continuación referimos algunos puntos de este documento:

1. Descripción de las Salas.

1.1. Sala Acondicionada Planta 2ª.

Situada en la Planta Segunda, con acceso por la Zona de la Escalera Este del edificio, es la sala más amplia de las dos salas acondicionadas. Dimensiones: 7,77 m (extremo de fachada) – 12,75 m (lados) – 5,40 m (extremo de Patio 5). Superficie útil de 84 m² aproximadamente; volumen de 300 m³. Altura de techo: 3,56 m, con una limitación en la zona de la entrada y en el eje de la sala de 2,77 m. Dimensiones de puerta de acceso: 2,05 m de alto x 1,40 m de ancho. Suelo de corcho.

1.1.1. Instalaciones:

Los recursos técnicos de los que dispone la Sala Acondicionada de la planta 2ª son los siguientes:

- 2 climatizadores HiRef con control automatizado de humedad relativa y temperatura.
- Sistema entálpico de renovación de aire con bocas de aspiración localizada.
- Sistema de seguimiento ambiental consistente en sensor de temperatura y humedad relativa del aire conectado al sistema central del edificio.
- Seguimiento de los niveles de iluminancia global en la sala.

- Humidificador Defensor PH26 con suministro automático de agua.
- Sistema de calefacción por hilo radiante general del edificio pero con termostato de control de temperatura situado bajo la ventana de la sala.
- Sistema de seguimiento ambiental consistente en sensor de temperatura y humedad relativa del aire conectado al sistema central del edificio.
- Cerramientos mediante tabique de fábrica de ladrillo en lateral derecho con montante de cristal desde los 2,10 m; ventanal con las características descritas más adelante, en el extremo de fachada con orientación este; panelado de madera con montante de cristal en lateral izquierdo y cierre de entrada.
- Puerta de doble hoja con dimensiones de acceso útil 2,02 x 1,38 m, con el inconveniente mencionado del listón inferior.
- Ventana de tres elementos móviles de corredera. Dimensiones: ancho 3,75 x alto 1,92 m. Dotadas de persianas de caja y de estores enrollables.
- Tomas de corriente a 220V en el zócalo bajo la ventana.
- Toma de red informática.
- Toma de teléfono.

Con este equipamiento, los niveles máximos que de forma estable se podrían alcanzar, con un uso muy estricto de la sala, se sitúa alrededor del 60% HR, siendo prácticamente imposible alcanzar niveles estables superiores al 65% HR. En esta sala se puede establecer un buen control de la humedad en niveles medios, pero el contrarrestar niveles altos originados por tiempo lluvioso en el exterior requeriría el control manual de la temperatura mediante el termostato del sistema de calefacción.

2. Normas de Utilización de las Salas.

El uso de estas salas se restringirá al tratamiento de obras de arte y bienes culturales con requerimientos de humedad estable en niveles superiores al 30% HR, teniendo como límite máximo con los recursos técnicos actuales 65% HR para la Sala Acondicionada Planta 1ª y 75% para la Sala Acondicionada Planta 2ª. Puesto que el espacio disponible en las salas y las posibilidades de fijar diferentes niveles de humedad son limitados, es necesario establecer una coordinación para el uso de las mismas.

Por otra parte, el mantenimiento de niveles de humedad muy diferentes a los que se dan de forma habitual en el interior del edificio exige una utilización especializada de los recursos técnicos disponibles y un control de las actividades que se desarrollan en las salas, lo que implica respetar ciertas normas de utilización y mantenimiento de estos espacios.

2.1. Coordinación.

A efectos de coordinación es imprescindible la comunicación anticipada mediante nota interna, por parte de cada jefe de departamento, indicando las fechas previstas de entrada y

salida de las obras y objetos a tratar, las condiciones ambientales de referencia, así como el/los técnico/s responsable/s de las obras. Esta nota será remitida al Área de Laboratorios – Sección de Conservación Preventiva, que en función de las obras, las condiciones de humedad relativa necesarias y los periodos de tratamiento de dichas obras, coordinará la programación de uso de la sala.

Los criterios de aceptación de piezas se basarán exclusivamente en:

- Compatibilidad de los requerimientos de humedad.
- Disponibilidad de espacio
- Programación en el tiempo de entrada y salida de piezas para su tratamiento.

2.2. Manejo de los recursos técnicos.

Las salas están dotadas de los recursos técnicos e instalaciones descritas anteriormente. La programación, ubicación y uso de los aparatos y del espacio se fijará en el inicio de cada tratamiento entre el restaurador responsable del tratamiento y la Sección de Conservación Preventiva, y no se modificará sin conocimiento de ambos.

Esto afecta a:

- Manipulación de los aparatos humidificadores, climatizadores, etc.;
- Manipulación de los aparatos de medición y registro;
- Ubicación de los aparatos;
- Rutinas de ventilación de las salas;
- Procedimientos para la utilización de productos químicos;
- Control de las tareas de mantenimiento de las salas.

2.3. Determinación del nivel de humedad.

Para la determinación de los niveles de humedad, y otros parámetros relacionados con las condiciones ambientales en general (temperatura, iluminación, etc.) se estudiarán previamente las referencias existentes sobre las obras a tratar junto con los responsables del tratamiento de las mismas. Los niveles de humedad y otras medidas de control que finalmente se establezcan en las salas acondicionadas dependerán de este estudio y de las posibilidades de control de las propias salas.

2.4. El seguimiento de las condiciones ambientales.

Independientemente de los medios de control es imprescindible realizar un seguimiento de las condiciones ambientales. La Sección de Conservación Preventiva, mediante el sistema de seguimiento de condiciones ambientales de las instalaciones del edificio, realizará un seguimiento continuo elaborando gráficos y análisis estadísticos básicos con periodicidad semanal y mensual. Esta información estará accesible a los interesados en la red informática del IPCE. No obstante el seguimiento se realizará diariamente con la supervisión de las condiciones en la sala de forma remota en el ordenador ubicado en la Sección de Conservación Preventiva o directamente, en cada sala con la observación de los data-loggers que permitirán un seguimiento continuo a los técnicos que trabajen en las salas. Estos últimos requieren una calibración periódica.

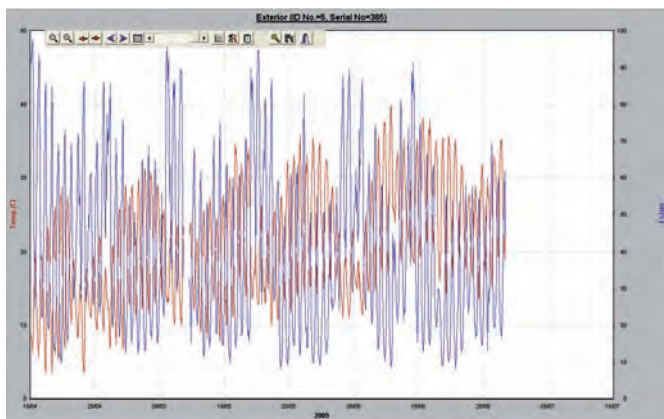


Figura 18. Gráfica tomada por el sensor en el exterior, sensor muy importante a la hora de valorar las condiciones microclimáticas, donde se ven las tremendas oscilaciones en cuanto a temperatura y humedad que se dan a lo largo del día.

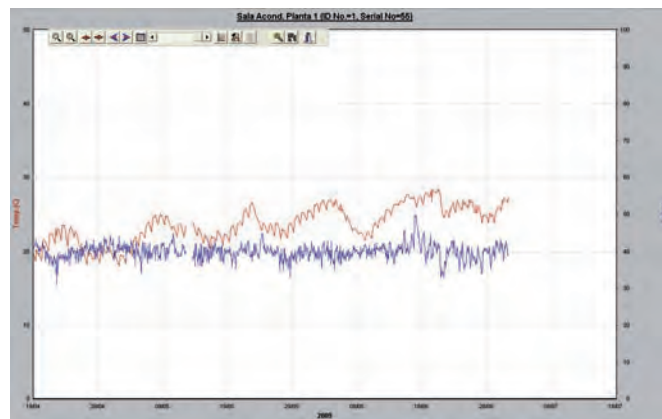


Figura 19. Gráfica del interior del IPCE, concretamente de la Sala Acondicionada 1, donde se puede ver claramente como y gracias a los humidificadores se mantiene un cierto control de la humedad relativa, pero que en cuanto a temperatura, en invierno aún teniendo un sistema de calefacción por hilo radiante, y debido al déficit del aislamiento del edificio, no se tiene toda la estabilidad térmica deseada pero sí de la recomendable. En verano, como se ve en la gráfica, al no tener un sistema de impulsión de aire frío central o parcial, la temperatura sufre variaciones que pueden llegar a ser aceptables si se realizan rutinas de ventilación y de apantallamiento de la insolación directa.

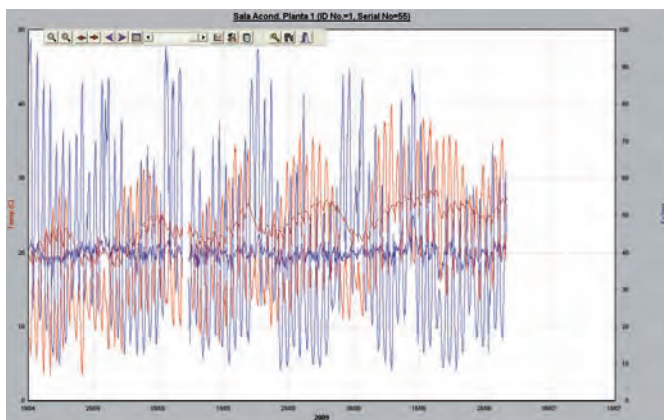


Figura 20. Gráfica de superposición del sensor en el exterior y el sensor de la Sala Acondicionada 1, donde se ve claramente la importancia de la membrana del edificio (relación del sistema externo con el sistema interno) y de como con un sistema de control y una cierta compartimentación se puede crear una cierta estabilidad. El seguimiento, por ejemplo aquí, es determinante para saber si lo hemos conseguido y cómo se puede conseguir.

Cuando se detecten anomalías reseñables deberán ponerse en conocimiento de todos los técnicos implicados para establecer el procedimiento de control a seguir.

2.5. La ventilación de las salas.

Las rutinas de ventilación son procedimientos importantes para la renovación del aire y la ventilación dentro de las salas acondicionadas, sin embargo, suponen una perturbación de la estabilidad de las condiciones ambientales. Por ello es importante seguir las indicaciones que a continuación se detallan para cada una de las salas.

Para la Sala Acondicionada Planta 2ª es recomendable conectar el sistema de extracción a diario durante 5 ó 10 minutos a una potencia media. Para la Sala acondicionada Planta 1ª la ventilación y renovación del aire se hace con la apertura de las ventanas a diario durante 5 ó 10 minutos, dependiendo de las

condiciones ambientales del exterior y siguiendo las especificaciones preestablecidas para cada proyecto.

2.6. Control de acceso y apertura de puertas.

El acceso a estos espacios debe ser restringido en el sentido de evitar aglomeraciones o aperturas y cierres de puerta frecuentes o excesivos.

La puerta de acceso se mantendrá siempre cerrada excepto en los procedimientos de entrada y salida de personal y obras. En la sala de la planta 2ª, es importante que la apertura de una puerta sea seguida de su cierre para después abrir la posterior, evitando oscilaciones en las condiciones ambientales de la sala. En la sala de la planta 1ª no se dispone de la compuerta de entrada, por lo que es más importante aún que para el acceso y salida de obras y personas, la puerta se mantenga abierta el menor tiempo posible.

2.7. La limpieza del espacio

La limpieza de las salas es imprescindible, y debe ser hecha de forma controlada, programándose con el/los técnico/s responsable/s de la obra de arte o bien cultural y coordinándose con el servicio de limpieza.

En definitiva, como se ve en el documento, el seguimiento de las condiciones ambientales, microclimáticas en este caso, es una parte del proceso. En el IPCE este seguimiento no sólo permite a los técnicos de la casa tomar decisiones a la hora de la intervención o depósito, y tomar medidas mientras estas tuvieran lugar, sino que también han servido para conocer exactamente las necesidades de control de las condiciones microclimáticas, las deficiencias, y por tanto la necesidad de climatización de dos espacios para asegurar la conservación de los bienes culturales desde que entran en el IPCE (Figs. 18, 19, 20, 21, 22)

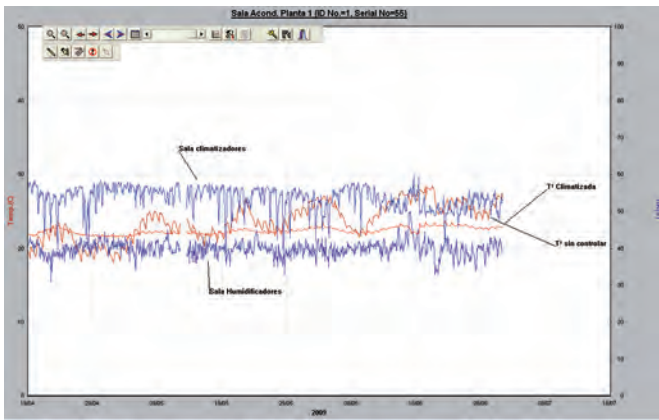


Figura 21. En esta gráfica se ha superpuesto la Sala Acondicionada 1 con la humedad controlada y la temperatura ligeramente controlada y la Sala Acondicionada 2 que tiene un control preciso de humedad y temperatura. Como se ve en la gráfica la humedad en ambas salas está controlada, con la gran diferencia de que en la Sala Acondicionada 2 se está obteniendo una humedad de entre 50-55% mientras que en la Sala Acondicionada 1 la humedad está obteniendo un 40%, una clara diferencia de control que necesita una equitación más precisa y un control de la temperatura especializado.

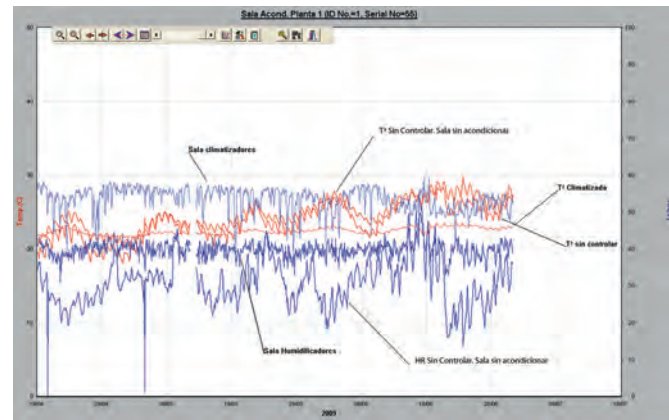


Figura 22. A la gráfica anterior (Fig. 21) se le superpone una sala normal del centro, que no tiene control de la humedad ni de temperatura en verano. Es interesante esta gráfica ya que gracias al seguimiento del control de las condiciones microclimáticas se puede ver las distintas membranas que se pueden obtener en un edificio y como, con una adecuada intervención y seguimiento, se llega a controlar la temperatura y la humedad de una manera acertada sin la necesidad de grandes inversiones económicas.

Seguimiento de las condiciones lumínicas

En los talleres de restauración, salas acondicionadas, archivos y depósitos se ha llevado a cabo un seguimiento continuo anual de tomas puntuales de distintos parámetros de iluminación: iluminancia, radiación UV, coordenadas de cromaticidad y temperatura de color correlacionado.

El nuevo equipo monitorizado incorpora cinco sensores que miden la iluminancia y radiación UV, tanto en el interior del edificio según las cuatro orientaciones como en el exterior.

El control de las condiciones lumínicas viene determinado por el factor de deterioro o fotodegradación, que se debe a los parámetros de exceso de iluminancia y presencia de radiación UV, así como por el factor de iluminación en talleres y circulaciones, archivos y depósitos.

Los instrumentos de medición in situ, convenientemente calibrados, que se han utilizado son un colorímetro y un radiómetro con receptor de respuesta espectral entre 360 y 480 nm. Con el colorímetro se han obtenido datos de iluminancia, coordenadas de cromaticidad y temperatura de color correlacionado y con el radiómetro se ha medido la radiación ultravioleta.

La radiación ultravioleta es una radiación electromagnética con una longitud de onda menor (380 – 10 nm) que la del espectro visible (380 – 780 nm). Determinadas lámparas emiten radiación UV, como los tubos fluorescentes siendo ésta la principal fuente de iluminación de la sede del IPCE.

Los niveles de iluminación dependen de la naturaleza de los materiales y su estado de conservación y de si estos permanecen en lugares de exposición o en lugares de trabajo de restauración de obras de arte.

Hay unos niveles mínimos de iluminación en la utilización de los lugares de trabajo establecidos en la Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos, elaborado por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo en cumplimiento del Real Decreto 486/1997.

Los niveles mínimos recomendados según exigencia de la tarea y su categoría quedan establecidos por las normas UNE 72 - 163 - 84 y UNE 72 - 112 - 85, y recogidos en este Real Decreto.

Los parámetros que establece la norma europea EN 12464-1 según lugar o actividad, se adjuntan en este mismo Real Decreto y se refieren al nivel medio de iluminación mantenido sobre el área de trabajo, índice unificado de deslumbramiento, índice de rendimiento en color de las fuentes de luz y temperatura de color de las fuentes de luz.

Se recomienda eliminar la radiación con una longitud de onda menor de 400 nm. y el nivel máximo de irradiancia que se maneja es de 75 $\mu\text{W}/\text{lm}$ (Thomson, 1998), ó 50 $\mu\text{W}/\text{lm}$ según la bibliografía actual o incluso menor según la vulnerabilidad de los objetos (Michalski, 1997).

Las distintas fases a seguir para la toma de datos in situ han sido:

- Elección de los espacios (presencia de bienes culturales: talleres, archivos, depósitos y almacenes).
- Estudio de los condicionantes de cada espacio: puesto de trabajo o depósito.
- Elaboración de tablas para la recogida de datos.
- Toma de datos in situ (fotometría: iluminancia; radiometría: irradiancia; colorimetría: coordenadas de cromaticidad y temperatura de color correlacionado). Es conveniente tener en cuenta la hora solar: de marzo a octubre con 2 horas de adelanto, de octubre a marzo con 1 hora de adelanto.

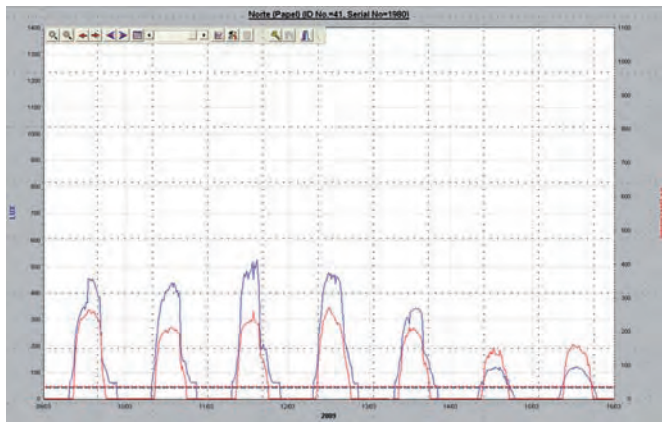


Figura 23. Gráfica obtenida del equipo monitorizado, correspondiente a un sensor ubicado en un taller con orientación norte.

- Procesado y evaluación de la toma de datos, según los requerimientos de cada espacio y orientación.
- Elaboración de gráficas e informes.
- Interpretación de los datos.
- Diagnóstico.
- Propuesta de actuación.

Para el desarrollo del Plan de Conservación Preventiva del edificio del IPCE, siendo previo el estudio de las condiciones ambientales que se dan en el mismo, se encuentra en marcha un seguimiento ambiental, en el que parte lo forma el sistema de iluminación que contempla tanto la iluminación natural como la artificial.

El equipo monitorizado de toma de datos se ha ampliado en junio de 2008, de tal manera que incluye unos sensores de iluminación y radiación UV tanto al interior como al exterior: cuatro al interior según los cuatro puntos cardinales y en una misma planta y otro al exterior en la orientación más desfavorable.

Del mismo modo a como se procede desde la Sección de Conservación Preventiva en el seguimiento de las condiciones ambientales existentes en cada Departamento, con recogida de los datos y elaboración de plantillas, a las que tiene acceso todo el personal del edificio a través de la red, se realiza el mismo trabajo en cuanto a las condiciones lumínicas y en concreto de iluminación y radiación UV.

En la figura 23 vemos como se representan los datos registrados. La línea horizontal discontinua se corresponde con 50 lux y 50 $\mu\text{W}/\text{lm}$, que es sobrepasada la mayor parte del año, con lo que la obra necesita ser protegida de la luz una vez se ha concluido el tratamiento.

Desde julio de 2007 a julio de 2008 se ha llevado a cabo por parte de esta Sección, un seguimiento continuo de toma de datos in situ en determinados puestos de trabajo o depósitos, cada uno de éstos con unos condicionantes concretos.

Las tablas de recogida de datos muestran los siguientes aspectos:

- Condiciones climáticas del día: fecha, hora y cielo (soleado o nublado).

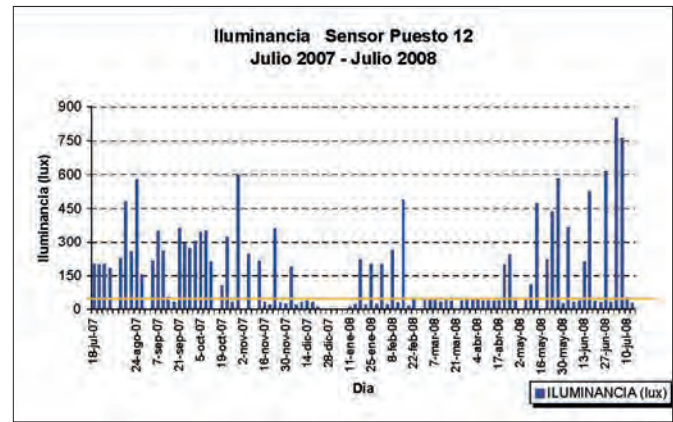


Figura 24. Gráfica de iluminación, correspondiente a la Sala Acondicionada 2 del IPCE, con valores puntuales registrados durante un ciclo anual.

- Ubicación de los distintos puntos de medición: planta, área de trabajo, posición del plano de trabajo (vertical u horizontal).
- Condiciones de trabajo en el lugar de medición.
- Se procuró tomar datos siempre en el mismo tramo horario, el que suponemos más desfavorable. También es necesario registrar la época del año y la hora solar en el momento de realizar la medición.

Los condicionantes de trabajo de cada espacio que se han tenido en cuenta para la recogida de datos vienen determinados por la presencia de:

- Portalámparas: número, estado (encendidas o apagadas), condiciones (fundidas, etc.) y tipo de lámpara.
- Persianas: situación (levantadas o bajadas).
- Estores: si existen y situación (levantados o bajados).
- Protección del vidrio: si existe y características.
- Lámpara auxiliar de trabajo: estado (encendida o apagada) y tipo de lámpara.
- Mesa reflectante: estado (encendida o apagada), número de tubos y tipo de lámpara.

La toma de datos se ha efectuado colocando los sensores de cada aparato en la posición del plano de trabajo en que se desarrolla cada actividad: horizontal o vertical. La medición se hizo con la luz natural y artificial existente en cada momento.

Los parámetros que se han medido son:

- Niveles de iluminación.
- Radiación UV.
- Coordenadas de cromaticidad.
- Temperatura de color correlacionado.

De esta manera, la interpretación de las gráficas que se elaboran en base a estos datos nos permite tomar decisiones para posteriormente intervenir.

Los datos de iluminación y radiación UV se han registrado en una tabla y gráficas mensuales. Una muestra de ello es la figura 24 en donde se expone el modo de procesar estos datos, que se corresponde con los datos de iluminación de la Sala Acondicionada 2. Una línea horizontal marca el límite de 50 lux, lo recomenda-

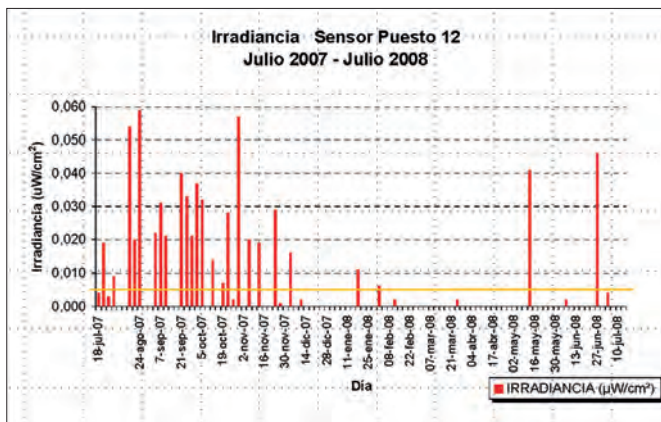


Figura 25. Gráfica de radiación UV, correspondiente a la Sala Acondicionada 2 del IPCE, con valores puntuales registrados durante un ciclo anual.

ble para materiales sensibles a la luz, pero esta no es una sala de exhibición sino de trabajo que necesita de unos niveles de iluminación en torno a unos 2000 lux sólo cuando se está interviniendo en la obra.

En la figura 25 se muestran valores de radiación UV de esta misma sala. La línea horizontal marca el límite de $50 \mu\text{W}/\text{cm}^2$, que se sobrepasa con frecuencia a lo largo del año, siendo un factor de riesgo para determinados materiales.

Por lo tanto, primero se ha elaborado una gráfica mensual con unos datos estadísticos (media, máximo, desviación estándar) y después un histograma que cuenta la frecuencia con que se dan los datos en unos intervalos establecidos.

Las lámparas y luminarias deben estar sujetas a diferentes requerimientos, según el área de trabajo en que se encuentran y actividad que se desarrolla.

Se han establecido dos ámbitos de trabajo básicos, acotando el número de lámparas y luminarias necesarias para dar servicio al conjunto del edificio. Estos ámbitos de trabajo van asociados a las lámparas que se consideran más idóneas. Se ha determinado como un ámbito de trabajo los espacios de: talleres, archivos, depósitos, almacenes y zonas de circulación, ya que en todos ellos puede encontrarse o circular bienes culturales, y otro ámbito de: administración, despachos y zonas de servicio, en los que no se hallan bienes culturales.

La elección de las lámparas para el primer ámbito de trabajo ha estado condicionada por unas premisas básicas: reducción de emisión de ultravioletas, índice de reproducción cromática y temperatura de color. Como para el segundo ámbito de trabajo la reducción de ultravioletas no es premisa indispensable, puesto que no se trabaja físicamente con obras de arte, tampoco es necesario un índice de reproducción cromática de 90, siendo mayor de 80 ya sería suficiente. En cualquier caso se ha optado para este segundo ámbito por unas lámparas que permiten un mayor ahorro energético por su mayor vida útil y menor coste de la lámpara.

La radiación UV existente en el interior del edificio procede de la radiación exterior, aunque es necesario el control de las lámparas, o tubos fluorescentes en nuestro caso, para reducir esa

emisión de ultravioletas que influye en el deterioro de las obras.

Parece que la envoltura de protección de ultravioletas es la que encarece el precio de la lámpara con respecto al resto de las características y éste no es factor necesario en el segundo ámbito de trabajo, por eso se ha optado por otra lámpara más económica. Interesante hubiera sido que la vida útil de la lámpara fuera mayor en ambos modelos aunque no ha sido posible puesto que son prioritarios los términos ya descritos.

Se puede limitar el exceso de iluminancia con estores de tejido de distinta densidad, según la orientación, y el exceso de irradiancia con filtros adheridos a los vidrios, sin alterar el índice de reproducción cromática y la temperatura de color.

Se ha buscado que la temperatura de color sea la misma en los dos ámbitos de trabajo, aunque en este segundo ámbito se podría hacer uso de una temperatura más fría.

En este caso es recomendable que la red eléctrica existente tenga un cambio paulatino respecto al control de encendido y apagado según espacios, manteniendo el tipo de lámpara pero modificando sus características acordes con el área a iluminar y el trabajo que se desarrolla. De la misma manera se procedería con las luminarias y el equipo auxiliar.

Además, se ha hecho una selección de tubos existentes en el mercado, con especificaciones acordes a la utilidad de los espacios, para certificar en la cámara de envejecimiento los distintos parámetros. Y ver si se considera necesario modificar los tubos que quedan recogidos en las fichas de mantenimiento.

Para mejorar las condiciones de iluminación de cada uno de los espacios se tienen datos de la iluminancia media en el plano de trabajo a tenor de la actividad que se desarrolla y filtrado de la luz natural según: orientaciones, altura de las lámparas y distancia entre estas, atendiendo a la radiación de ultravioleta, la insolación a que puede estar expuesta la sala, deslumbramientos (producidos por la luz solar, fuentes de luz de alta luminancia o superficies reflectantes), etc. Quizás la exigencia visual de cada zona obligaría a modificar la disposición de las lámparas según la tarea a desempeñar.

Se ha estudiado la posibilidad de introducir unas láminas adheridas al vidrio que cumplan como filtro de la radiación UV exterior, pero que no alteren los índices de reproducción cromática. Hoy ya ofrecen una garantía aceptable. Sólo hay que tener en cuenta que siempre se va a alterar el porcentaje de radiación IR que va a atravesar el vidrio y que también se va a reducir el paso del espectro visible.

Mantenimiento del sistema de iluminación

Básicamente se pretende dar unas pautas de actuación ante la reposición y mantenimiento de las lámparas que forman parte de unas luminarias y una instalación ya existentes en un edificio que es BIC y en donde se trabaja con bienes culturales.

Por lo tanto, se han elaborado unas fichas en las que sólo se atiende a las características de lámparas y luminarias que han de

dar servicio a distintos ámbitos de trabajo, recomendaciones de uso (manipulación), así como su conservación y mantenimiento (reposición y limpieza). Estas fichas van dirigidas al personal encargado del mantenimiento del sistema según lo expuesto.

Una de las fichas de mantenimiento se refiere a las lámparas de cada ámbito de trabajo establecido, uno para talleres, archivos, depósitos y circulaciones y otro para administración, despachos y servicios.

En el primero se busca una reducción de emisión de UV, un buen índice de reproducción cromática y una temperatura de color concreta. Y en el segundo prima una mayor vida útil y menor coste de la lámpara.

Se parte de una instalación eléctrica existente, cuyo control se debe a un sistema centralizado de gestión manual, según tramos. La elección de las luminarias se debe fundamentalmente a tres aspectos como son protección de la lámpara, estética y balasto electrónico. De la misma manera estos datos quedan recogidos en unas fichas de mantenimiento de las luminarias, referidas a los ámbitos de trabajo ya descritos.

En un esquema se ubican los dos ámbitos de trabajo que llevan asociados una lámpara y luminaria concreta. Estas áreas son: talleres, archivos, depósitos y circulaciones así como administración, despachos y servicios.

Conclusiones

Las características de los espacios que albergan bienes culturales, referidas a cerramientos, estanqueidad y accesos, es algo prioritario a tratar cuando se habla de conservación preventiva. Y ya en este campo no se ha de pasar por alto ninguno de los siguientes parámetros: condiciones ambientales, biodeterioro, filtraciones de humedad, seguridad (robo, vandalismo, circulaciones, incendio), etc.

Para determinar los valores de los parámetros ambientales de las salas es necesario disponer de valores de referencia de las condiciones del lugar de procedencia de las obras. Y establecidas las condiciones en las salas no sólo es suficiente el seguimiento de estos parámetros sino que es necesario un control de las condiciones que se dan en las mismas ya sea de forma remota o in situ.

El objetivo que se persigue es establecer un control de las condiciones microclimáticas, de iluminación y contaminantes y desarrollar un Plan de Conservación Preventiva en el que poder apoyarnos en la toma de decisiones e intervención en el edificio del IPCE.

Bibliografía

American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (2000): *Heating, ventilating, and air-conditioning systems and equipment 2008 ASHRAE handbook*, Atlanta. American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.

CARRIER CORPORATION (2008): *Manual de aire acondicionado*, Marcombo, Barcelona.

CASSAR, M. y HUTCHINGS, J. (2000): *Relative humidity and temperature pattern book: a guide to understanding and using data on the museum environment* Museums & Galleries Commission, London.

DE GUICHEN, G. y DE TAPOL, B. (1998): *Climate control in museums*, ICCROM, Rome.

DERBYSHIRE, A.; PRETZEL, B. y ASHLEY-SMITH, J. (2002): «Continuing development of a light policy for the V&A», *ICOM-CC Triennial Meeting*, Rio de Janeiro: 3-8.

FEILDEN, B. M. (2003): *Conservation of historic buildings*, Butterworth Heinemann, London.

GUILLERMARD, D. (1992): *La Conservation Préventive: Colloque International de IARAAFU sur la Conservation Restauration des Biens Culturels*. París.

HERRÁEZ FERREIRO, J. A. y RODRIGUEZ LORITE, M. A. (1989): *Manual para el uso de aparatos y toma de datos de las condiciones ambientales en museos*, Ministerio de Cultura, Madrid.

MICHALSKI, S. (2007): «Preservación de las colecciones», en *Cómo administrar un museo: Manual práctico*: 51-90.

MICHALSKI, S. (2000): *Guidelines for humidity and temperature for Canadian archives*, Canadian Conservation Institute, Ottawa.

MICHALSKI, S. (1997): *Normas vigentes sobre iluminación: Un equilibrio explícito de visibilidad vs. vulnerabilidad*, Canadian Conservation Institute, Ottawa.

Osram (2008): *Catálogo general de luz 2008*, Osram, Madrid.

TAYLOR, J.; BLADES, N. y CASSAR, M. (2006): «Dependency modelling for cultural heritage». *Proceedings of Safeguarded Cultural Heritage - Understanding & Viability for the Enlarged Europe*. Institute of Theoretical and Applied Mechanics, Academy of Sciences of Czech Republic, Praga.

THOMSON, G. (1998): *El museo y su entorno*, Akal, Madrid.

Normativa de referencia

Asociación Española de Normalización y Certificación (2005): *UNE-EN 60598-1: luminarias. Parte 1, Requisitos generales y ensayos*, Madrid: Aenor.

Asociación Española de Normalización y Certificación (2004): *UNE-EN 12464-1:2003: iluminación: iluminación de los lugares de trabajo. Parte 1, Lugares de trabajo en interiores*, Madrid: Aenor.

España. Ministerio de Ciencia y Tecnología y Asociación Española de Normalización y Certificación (2004): *Reglamento electrotécnico para baja tensión e instrucciones técnicas complementarias (ITC) BT 01 a BT 5: Real decreto 8422002, de 2 de agosto*, Madrid: Aenor.

España Ministerio de la Vivienda (2007): *Código técnico de la edificación (CTE)*, Madrid: Boletín Oficial del Estado.

Instituto Español de Normalización (1985): *Tareas visuales: clasificación: norma española UNE 72-112-85*, Madrid: Instituto Español de Normalización.

Instituto Español de Normalización (1984): *Niveles de iluminación: asignación a tareas visuales: norma española UNE 72-163-84*, Madrid: Instituto Español de Normalización.

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (1999): *Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de los lugares de trabajo: Real Decreto 4861997, de 14 de abril BOE n° 97, de 23 de abril*, Madrid: Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.