

Barcelona, 17 de febrero de 2021

Citación recomendada:

Morales, D., Pinilla, A., Solano, E., Agua, F., García-Heras, M., Villegas, M.A.: La conservación preventiva y el Plan Nacional de conservación preventiva de 2011, Madrid, Instituto Historia, CSIC. VII Trobada de tècnics de col·leccions de ciències naturals de Catalunya, 2021.

LA CONSERVACIÓN PREVENTIVA Y EL PLAN NACIONAL DE CONSERVACIÓN PREVENTIVA DE 2011

Grupo de Investigación CERVITRUM “Cultura Material y Patrimonio”

D. Morales, A. Pinilla, E. Solano, F. Agua, M. García-Heras y M.A. Villegas

Instituto de Historia, CSIC

Precedentes sobre CP

1. Conferencia Internacional para el Examen y la Preservación de las Obras de Arte (Roma, 1930). Publicación de la Carta del Restauero (bienes muebles, 1931)
2. Conferencia Internacional para la Conservación del Patrimonio Artístico y Arqueológico (Atenas, 1931). Publicación de la Carta de Atenas (monumentos y arqueología, 1931)
3. Publicación de los *Technical Studies in the Field of Fine Arts* (desde 1932). Precursor de *Studies in Conservation*
4. Organización por parte de la UNESCO del *International Institute for Conservation of Historic and Artistic Works* (ICC, 1950). Creación de ICOM y de ICOMOS

Comité para la Conservación del ICOM formado por los Grupos:

- Iluminación y Control Climático
- Control del Biodeterioro
- Protección de Obras de Arte durante su Transporte

→ Grupo de trabajo de CP

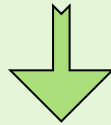
5. Primera Reunión Internacional Monográfica sobre Conservación Preventiva (París, 1992)

Definición de Conservación Preventiva



Es una estrategia basada en un método de trabajo sistemático que tiene por objeto evitar o minimizar el deterioro mediante el seguimiento y control de los riesgos del deterioro que afectan o pueden afectar al bien cultural, actuando sobre el origen de los problemas.

Aspectos relacionados con la CP



- Enfoque de la intervención curativa o preventiva
- Alcance de la intervención directa sobre los BBCC o indirecta sobre los factores del medio
- Escala de la intervención aplicada al BC: individual, colección, museo, monumento, conjunto histórico, patrimonio regional, etc.

Objetivos



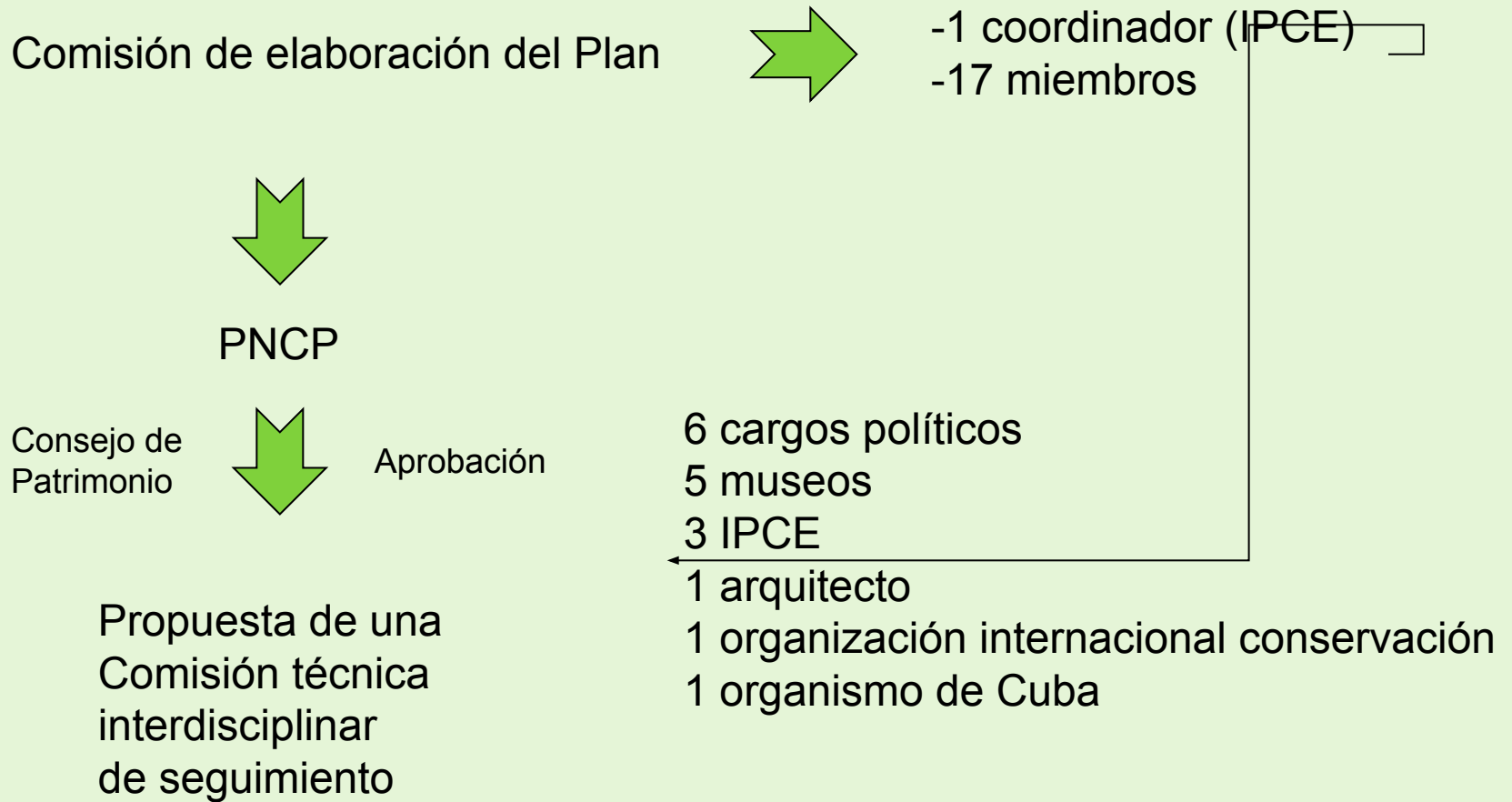
- Investigación para identificar y analizar los riesgos
- Investigación en métodos y técnicas de conservación
- Definición de criterios y métodos de trabajo
- Coordinación de actuaciones
- Optimización de recursos
- Formación y acceso a la información

Coordinación del PNCP

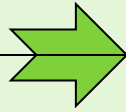


Sección de Conservación Preventiva del IPCE

Coordinación de actuaciones del PNCP



Desarrollo del PNCP



10 años y 3 fases

1ª Fase

- Formación de la Comisión Técnica de Seguimiento
- Definición de pautas de funcionamiento y coordinación

2ª Fase

- Fijación de criterios y metodología

3ª Fase

- Realización de proyectos e intervenciones

Líneas de actuación

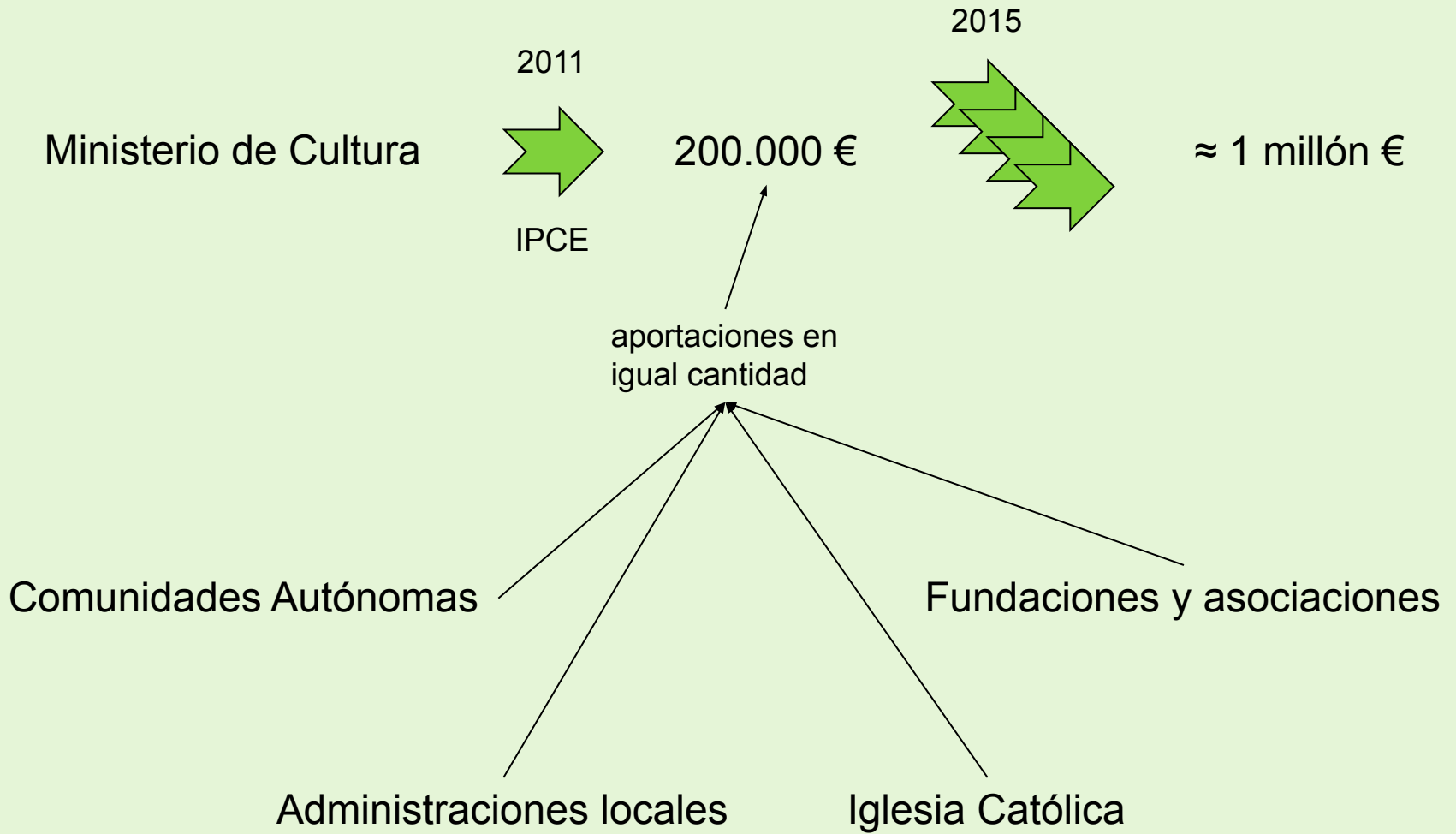


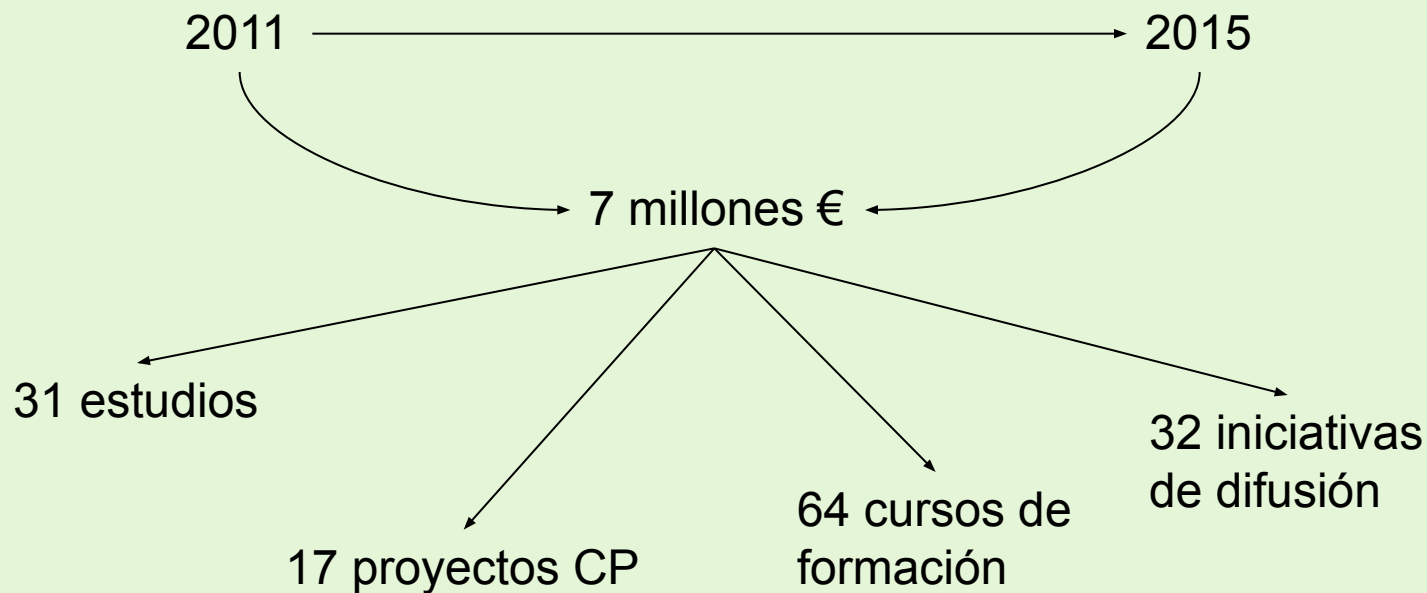
Consecución de los objetivos



- A. Propuestas de estudios e investigaciones
- B. Propuestas de proyectos piloto de CP
- C. Propuestas de formación
- D. Propuestas de difusión

Estudio económico y financiero





Previsión de asignación presupuestaria 2011-2015

Concepto	€
A. Estudios e investigaciones	553.000
B. Planes CP	5.433.000
C. Formación	614.000
D. Difusión	444.000
TOTAL	7.044.000

Evaluación del PCP mediante indicadores



- Calidad técnica y científica de los objetivos alcanzados
- Aplicabilidad de los modelos metodológicos desarrollados
- Cumplimiento de la inversión prevista
- Cumplimiento de la cofinanciación propuesta

Es competencia de una
Comisión Técnica de Seguimiento



Coordinación: 4 personas del IPCE
Técnicos de CCAA: 10 personas
Expertos externos: 5 personas
Técnicos del MECD: 3 personas

Validez y revisiones del PCP

Periodo de duración inicial: 10 años

Revisión de objetivos alcanzados: 5 años

Resultados del PNCN hasta 2019

Actuaciones previstas

- 17 Proyectos piloto
- 31 Estudios e investigaciones
- 64 Actividades de formación
- 32 Actividades de difusión



Actuaciones realizadas

- 2 Proyectos piloto
- 8 Estudios e investigaciones
- 15 Actividades de formación
- 2 Actividades de difusión

Porcentajes de cumplimiento:

- 11,8 % Proyectos piloto
- 25,8 % Estudios e investigaciones
- 23,4 % Actividades de formación
- 6,3 % Actividades de difusión

CP en bienes muebles

Condiciones ambientales



Temperatura
Humedad relativa
Contaminación
Iluminación
Ruido
Plagas

Condiciones de exposición, almacenaje,
mantenimiento y manipulación



Limpieza
Revisiones periódicas

CP en bienes inmuebles

Se regula mediante planes



Especiales
De gestión
De ordenamiento urbano
De protección de centros históricos

Amenazas comunes



Presión urbanística, turística, demográfica
Cambio climático
Desastres naturales
Seguridad en los edificios



Control de condiciones ambientales

Antecedentes



Criterio de máxima estabilidad (1960)

difícil
imposible
peligroso

Los inmuebles como BCs y como contenedores de BBCC son sistemas complejos en los que los parámetros ambientales se interrelacionan



Constituyen un sistema ecológico que debido a la inestabilidad de los parámetros ambientales necesita un control artificial

Interrelación de parámetros

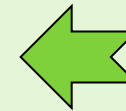
Humedad: degradación de materiales orgánicos
corrosión de metales
proliferación de organismos biodegradadores

Temperatura: modifica la velocidad de la actividad biológica
y de las reacciones químicas

Iluminación: degrada los materiales

Ventilación: altera la HR, la T y la penetración de contaminantes

Es necesario desarrollar metodologías adaptadas a cada caso que permitan establecer unas condiciones óptimas según las características de los materiales, el museo, el edificio, la ciudad, etc.



Consecuencia

Condiciones ambientales óptimas

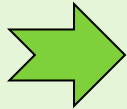
Humedad relativa



mínimo 45 % máximo 65 %
oscilaciones diarias $< \pm 2-3$ % (no superar la variación anual)
óptimo 55 ± 5 % a $T = 18^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$

casos especiales: metales 15-30 %
cuero y pieles 35-58 %
fotos color 25-35 %

Temperatura



óptimo $18 \pm 2^{\circ}\text{C}$
oscilaciones diarias $< 1,5^{\circ}\text{C}$

Aclimatación de objetos que se han conservado en otras condiciones



Máximo cambio gradual semanal: $\text{HR} \pm 5$ % y $T \pm 2^{\circ}\text{C}$

Iluminación



Es un parámetro singular

- influye en la presentación del BC
- afecta a la sensación visual del observador y a las características plásticas del BC
- produce daños irreversibles

Agentes de deterioro por iluminación



Efectos térmicos

Efectos fotoquímicos

reacciones químicas



dependen de

Iluminancia (lux):

es la sensación visual que produce una radiación luminosa

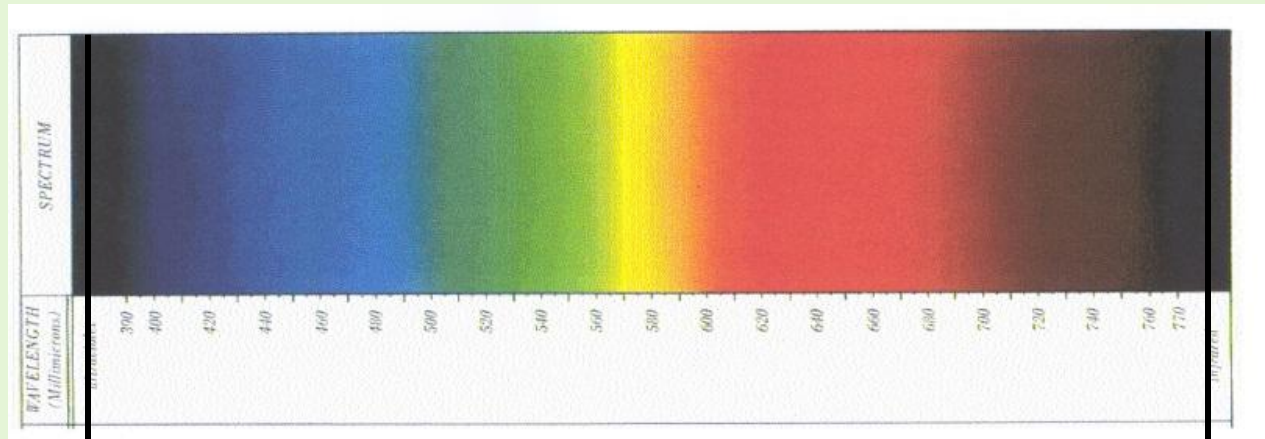
Irradiancia (energía, tiempo, superficie)

Tiempo de exposición

Distribución espectral de la fuente de luz

Naturaleza del objeto iluminado

Espectro de radiación



UV

380 nm

VIS

IR

760 nm

Reacciones químicas
< 75 $\mu\text{w/lumen}$

Efectos térmicos
Reacciones químicas

Control con vidrios filtros especiales

- Degrada los materiales por efectos fotoquímicos
- Ejerce efectos sinérgicos con la HR, la T y la contaminación

Niveles de iluminación máxima



50 lux objetos vulnerables

acuarelas, tejidos, materiales teñidos, pigmentos, sustancias animales o vegetales, dibujos, fotos color, pergaminos, animales naturalizados, etc.

75-200 lux objetos de sensibilidad media
grabados en blanco y negro, fotos, material de archivo, policromías, óleos, acrílicos, materiales pintados y lacados, marfil, etc.

300 lux objetos de baja sensibilidad
cerámica, porcelana, vidrio, etc.

Recomendaciones

CIBSE: 150.000 lux.hora/año

IESNA: 54.000 lux.hora/año

UV < 75 $\mu\text{w}/\text{lumen}$



Chartered Institution of Building Services Engineers, UK



Illuminating Engineering Society of North America, USA

Tipo de exposición



- Objetos sensibles en vitrinas con apagado automático o cortinillas
- Si no se exponen deben permanecer a oscuras o con la mínima iluminación posible

Iluminación natural

Es aconsejable prescindir de ella por su composición espectral variable y difícil control

Iluminación artificial

Incandescentes: producen efectos térmicos y emiten UV < 1% (49 $\mu\text{w}/\text{lumen}$)

Fluorescentes: menor efecto térmico y emiten UV ~ 3-7% (75 $\mu\text{w}/\text{lumen}$)

Halógenas: emiten UV (100 $\mu\text{w}/\text{lumen}$)

LED's: sin efecto térmico ni componentes UV

Niveles de recepción sonora



Generalitat de Catalunya:
LEY16/2002, de 28 de junio
de protección contra la
contaminación acústica
(DOGC 3675 – 11.7.2002)

Zona	Tipo de uso	Niveles límite (dB)	
		Día (7-23h)	Noche (23-7h)
Externa	Sanitario y docente	45	35
Interna	Museos	40	40

Efectos negativos del ruido

- ❖ Disminuye la concentración.
- ❖ Distorsiona la calidad de la experiencia del visitante.
- ❖ Las salas diáfnas sin acondicionamiento adecuado incrementan el efecto de reverberación.

Control del nivel de ruido

- ❖ Afecta directa y positivamente a la afluencia de visitantes.
- ❖ Transforma los espacios expositivos en lugares donde aprender mejor, reflexionar y disfrutar de los bienes naturales.

Ventilación



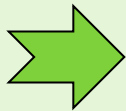
Esencial en almacenamientos para evitar estancamientos localizados que favorecen la proliferación de microorganismos y condensaciones

Apertura de ventanas o puertas, puede ser perjudicial por la entrada de contaminantes exteriores

Sistemas de ventilación forzada, mantienen estables la HR y T, la velocidad del aire debe ser $< 0,3 \text{ m}^3/\text{s}$

Procedimientos

Vitrinas



Recurso apropiado para mantener condiciones especiales



- iluminación sin efectos térmicos
- evitar materiales o sustancias que emitan contaminantes
- incluir absorbentes para amortiguar las oscilaciones de HR

Contaminantes

Aspectos a considerar



Ventilación para la salud y confort humanos
Control de partículas
Situación de entradas de aire
Diseño de sistemas de ventilación
Elección de materiales para filtros
Instalación de sensores

Contaminantes en interiores

Procedentes del exterior, entran al ventilar

Generados en el interior

Metabolismo humano y de animales

Combustión y cocinado

Materiales y productos químicos

Materiales de construcción

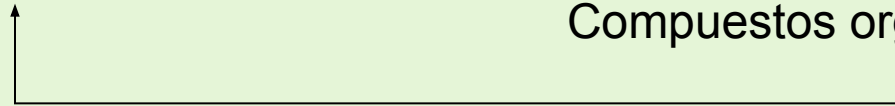
Contenidos (BBCC, vitrinas, muebles, etc.)

Contaminantes que no afectan normalmente a los BBCC



Sí afectan a la salud humana,
a los seres vivos y al ambiente

CO₂
CO
Clorofluorocarbonatos CFCs
Compuestos orgánicos volátiles



Reducción de los niveles de contaminantes

Del exterior

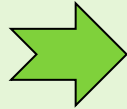
- Absorción por parte de las superficies del edificio
- Reducción natural y mecánica de la velocidad de ventilación
- Incorporación de filtros en el sistema de gestión del aire

Del interior

- Elección de materiales, acabados y muebles no emisivos
- Extracción de aire de las actividades contaminantes
- Adición de materiales que actúen como absorbentes
- Aumento y control de la velocidad de ventilación

Aparatos de evaluación de condiciones ambientales

Termohigrógrafo



Mide la temperatura y HR durante 1 semana, generalmente, y quedan registradas en un papel

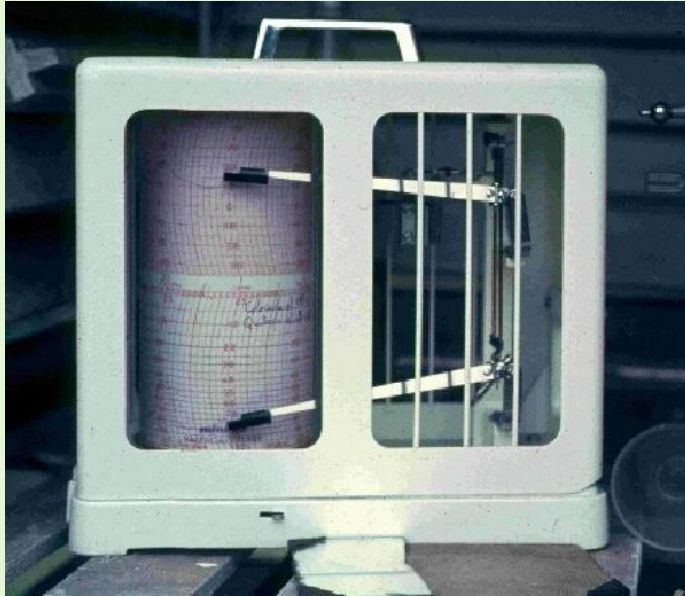


consiste en

- Intervalo de temperatura: -10°C a 50°C
- Intervalo de HR: 0 a 100 %
- Precisión: 1°C T y 5% HR
- El papel de registro se fija a un tambor conectado a un sistema de relojería accionado por cuerda
- Se mantienen siempre en el mismo lugar, a unos 1,5 m del nivel del suelo
- Calibración cada 3 meses

Termómetro: bimetálico de lámina arrollada en espiral

Higrómetro: cabello sensible a la humedad



Termohigrógrafo convencional

Termohigrógrafo digital



Termohigrómetro electrónico



Mide la temperatura y la HR



- Son instrumentos portátiles a pilas
- Son útiles para mediciones puntuales
- Tiene tiempos de respuesta cortos



Termohigrómetro convencional



Termohigrómetro digital

Luxómetro



Mide la iluminancia o cantidad de luz que alcanza una superficie)



- Unidad: lux (lumen x m²)
- Intervalos de medición: 1 a 700.000 lux
- Precisión: 3 %



Luxómetros digitales convencionales



Luxómetro analógico convencional



Medidor de radiación UV



Mide la cantidad de radiación UV asociada a la luz incidente



- Unidad: $\mu\text{w}/\text{lumen}$
- Son aparatos portátiles a pilas
- Intervalo de medida para luz incidente: 300 a 700 nm
- Intervalo de medida UV: 300 a 400 nm
- Eficacia para iluminaciones de 10 a 50.000 lux

$$\leftarrow \text{Cantidad de radiación UV} = \frac{\text{energía UV } (\mu\text{w})}{[\text{iluminación (lux) } \cdot \text{m}^2] \text{ (lumen)}}$$

$$\text{lumen} = \text{lux} \cdot \text{m}^2$$

$$\text{lux} = \text{lumen} / \text{m}^2$$



Medidores digitales de radiación UV en distintos intervalos de energía



Redes de sensores de temperatura, HR, luz VIS y luz UV-A



Componentes:

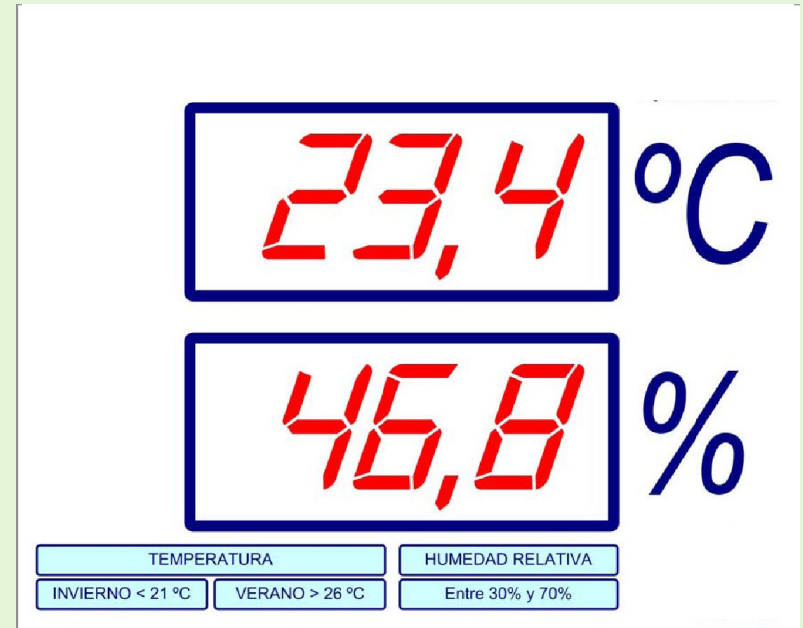
1. Pequeños sensores inalámbricos a pilas
2. Controlador y repetidores que captan y almacenan las señales emitidas por los sensores
3. Aplicación informática de gestión de datos

- Se pueden conectar a la intranet del edificio
- Se pueden instalar en sitios remotos sin internet y conectarse de modo autónomo
- Los sensores pueden tomar datos cada pocos segundos hasta 30 min
- Los repetidores se usan si no es posible la comunicación entre los sensores y el controlador
- La aplicación informática puede mostrar en tiempo real los datos adquiridos y el estado de los sensores, así como realizar toda la gestión de los resultados
- Mantenimiento reducido

Controlador y almacenador de datos



Sensores individuales



Panel informativo RD1826/2009
de temperatura y HR para
edificios de acceso público

Panel RD1826/2009
Fecha vigor noviembre 2010

finalidad

Temperatura:
Máxima invierno 21⁰C con calefacción
Mínima en verano 26⁰C con refrigeración
Precisión $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$

Humedad relativa:
Intervalo 30-70 %

- Ahorro energético en edificios de acceso público
- Informar a los usuarios de la T y HR



Dimensiones mínimas: DIN A3 por cada 1.000 m² de superficie

Inspecciones: 2 veces al año por una empresa autorizada

Sonómetro



Mide los niveles de presión sonora de los que depende la amplitud, la intensidad acústica y su percepción, la sonoridad



- Un sonómetro convencional mide el nivel de ruido ambiental en un momento dado
- Unidad: decibelio dB
- Intervalo usual: 50 a 110 dB (nivel confort a umbral dolor)
- Resolución usual: 0,1 dB
- Precisión usual: 2 dB
- Toma de datos manual o programada previamente
- Almacena los datos obtenidos
- Los sonómetros integradores tienen varias curvas de ponderación según la frecuencia del sonido a evaluar

consiste en

- Micrófono con respuesta en audiofrecuencias (8 a 22.000 Hz)
- Circuito de procesamiento electrónico de la señal
- Unidad de lectura

Sonómetros convencionales



Sonómetro convencional con sondas externas adicionales de temperatura, HR y luz

Sensores de pH ambiental

Desviación de la neutralidad



Alteración
Deterioro
Degradación
Corrosión

Objetivo práctico

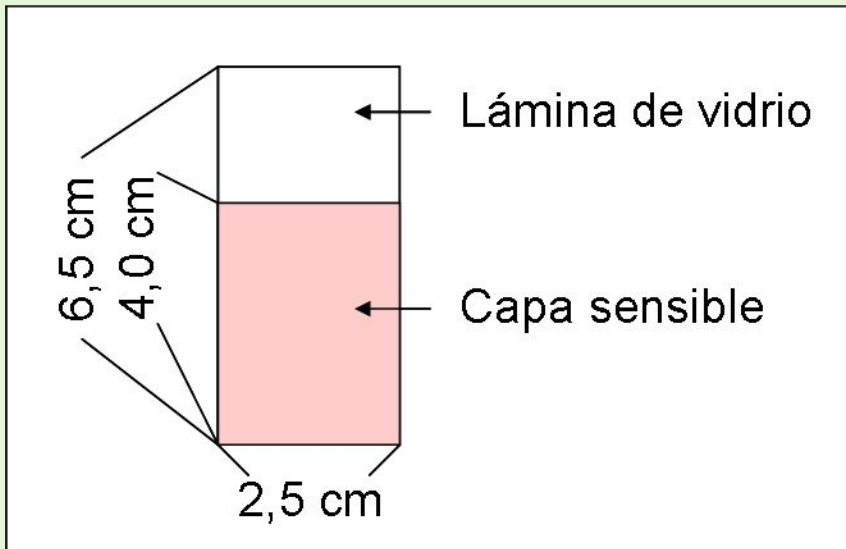


Medir el pH del aire

- ❖ Los electrodos de pH no son sensibles en el aire
- ❖ No existen aparatos comerciales capaces de detectar el pH ambiental

Utilización de sensores





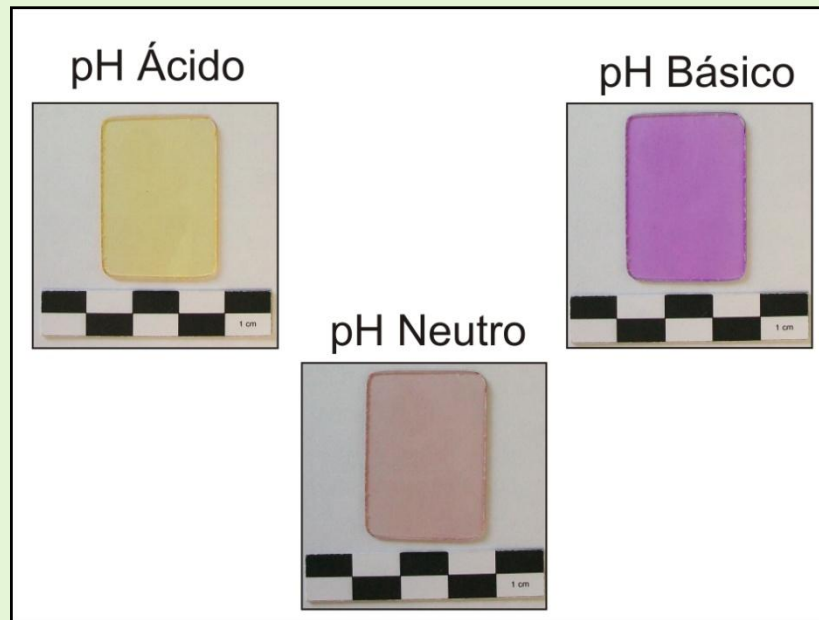
Los sensores de pH ambiental cambian de color cuando cambia la acidez del ambiente

ESCALA DE COLOR



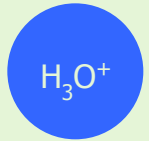
MÁS ÁCIDO

MENOS ÁCIDO

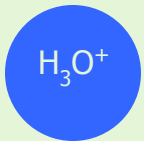
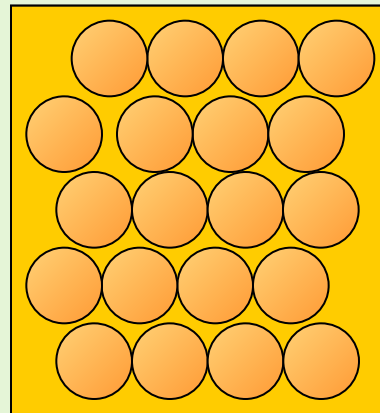
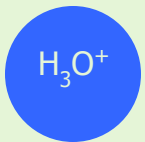


Escala de color para realizar evaluaciones cualitativas del pH ambiental

Funcionamiento de los sensores de pH ambiental



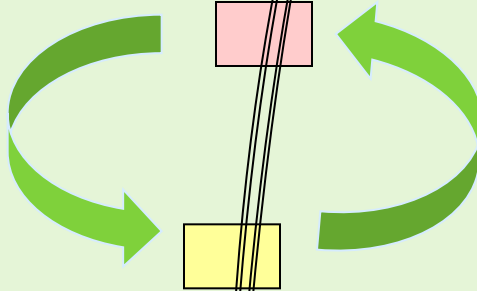
Interacción ácido-base, reacción de neutralización



Propiedades de los sensores de pH

● Son reversibles:

disminuye el pH
ambiente ácido



aumenta el pH
regeneración



No se desgastan



Larga vida

● Son estables:

químicamente

mecánicamente



A los productos químicos
a cualquier pH



A los productos de limpieza



No se rayan



No se despegan

El umbral de detección en medio gaseoso (aire) es de $\pm 0,1$ en la escala de pH

Gestión de datos ambientales

Datos medios y extremos

- Valores extremos: datos máximo y mínimo (permite deducir las perturbaciones)
- Valor medio: media aritmética de los datos (caracteriza las condiciones dinámicas)

- Normalmente se toman datos de 1 año para T y HR
- Para iluminación natural se toman datos continuos de iluminancia y de radiación UV
- Para iluminancia artificial se toman datos puntuales

Datos puntuales

- En puntos con un interés particular (esquinas, zonas aisladas, colecciones especiales, zonas muy frecuentadas, etc.)
- Comparar con los parámetros medios

Oscilaciones

- Cíclicas (diarias, estacionales, anuales)
- Ocasionales (debidas a visitantes, limpieza, ventilación)

Análisis de oscilaciones



- **oscilación absoluta mensual:** diferencia entre los valores absolutos del máximo y mínimo de todo el mes
- **oscilación diaria:** diferencia entre los valores máximos mínimos de cada día
- **oscilación horaria máxima:** diferencia de un valor con el inmediatamente anterior (velocidad del cambio de la magnitud)

Intervalo de oscilación



Establece la diferencia entre el valor máximo y el valor mínimo

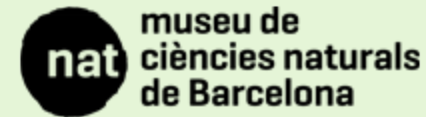
Desviación estándar



Mide la dispersión de datos, sirve para comparar datos de distintos puntos o de un punto en distintos periodos

Agradecimientos

Museu de Ciències Naturals de Barcelona
Eulàlia Garcia Franquesa, Cap de Col·leccions



Programa TOP Heritage
(Comunidad de Madrid, P2018/NMT-4372)



Proyecto HERICARE
(Min. Ciencia e Innovación, PID2019-104220RB-I00)



Plataforma Temática Interdisciplinar del CSIC
Patrimonio Abierto: Investigación y Sociedad (PTI-PAIS)



Red TechnoHeritage de Ciencia y Tecnología
para la Conservación del Patrimonio Cultural

