

**ESTUDIO DE BIODETERIORO
Y
ASESORAMIENTO SOBRE CONTROL BIOLÓGICO**

**HOSPITAL DE SANTIAGO
Úbeda (Jaén)**

Noviembre 2015



Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico
CONSEJERÍA DE CULTURA



ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. IDENTIFICACIÓN DE FACTORES BIOLÓGICOS DE ALTERACIÓN.....	1
3. BIODETERIORO.....	8
4. PREVENCIÓN Y ERRADICACIÓN DEL BIODETERIORO.....	10
5. VALORACIÓN DE PROPUESTAS DE TRATAMIENTO.....	11
EQUIPO TÉCNICO.....	12

1. INTRODUCCIÓN.

A solicitud del Área de Urbanismo del Ayuntamiento de Úbeda (Jaén), el 15 de octubre se efectuó una visita al edificio del antiguo Hospital de Santiago de la citada localidad, llevándose a cabo la inspección visual y toma de muestras en distintas zonas en las que se había detectado la presencia de termitas, así como en otras zonas susceptibles de ataque biológico por parte de hongos e insectos xilófagos.

El objetivo es realizar un diagnóstico de los factores biológicos de alteración, valorar el daño, y asesorar sobre su control y las propuestas de tratamiento elaboradas por distintas empresas.

2. IDENTIFICACIÓN DE FACTORES BIOLÓGICOS DE ALTERACIÓN.

Se indican a continuación los agentes biológicos detectados en distintas zonas del inmueble (Fig 1).

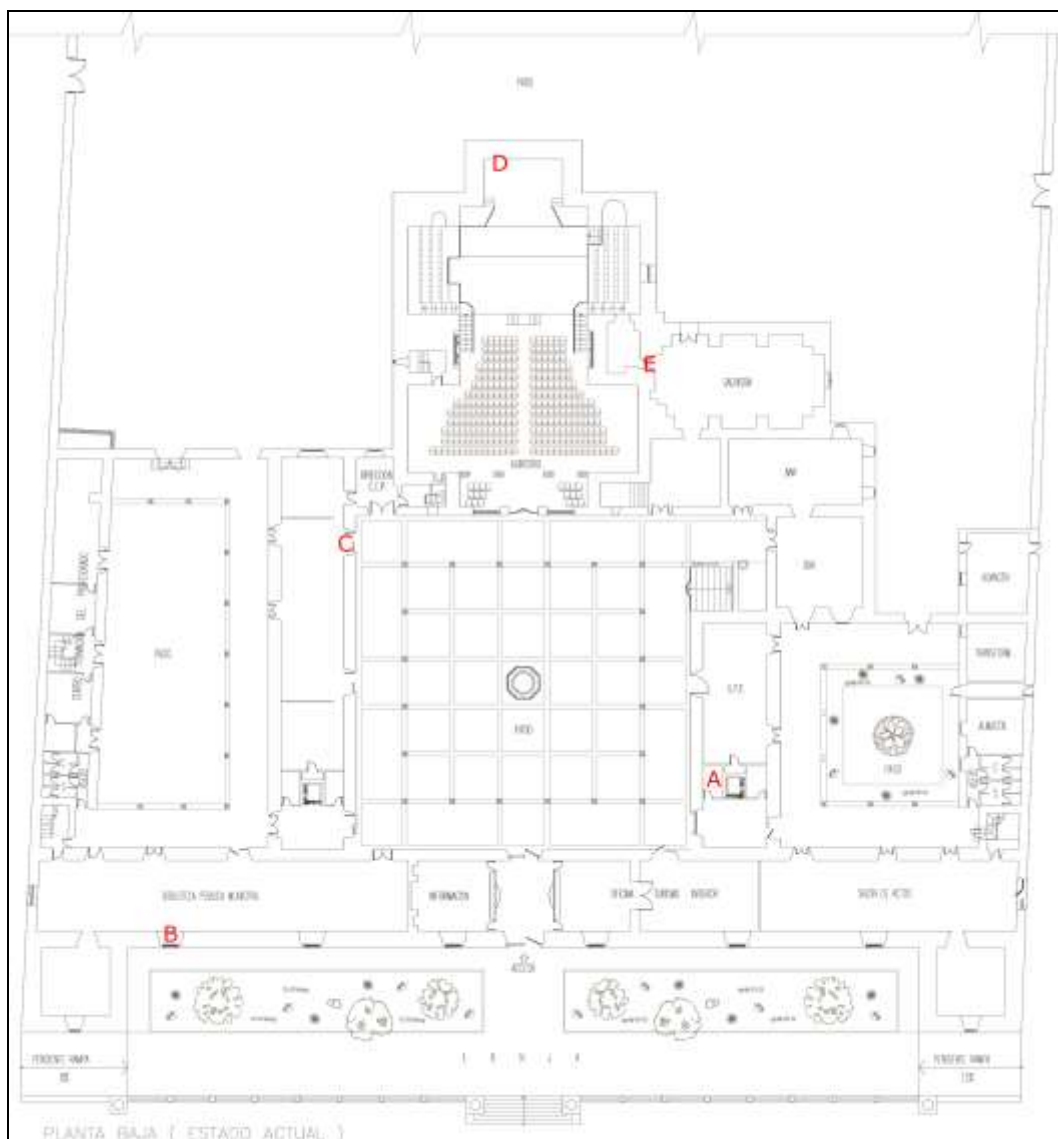


Fig 1. Plano de planta del edificio. Las letras en rojo indican las zonas donde se han detectado factores biológicos de alteración.

A) Planta baja, ala Este, Cuarto de limpieza.

El marco de la puerta muestra el típico aspecto (Fig 2) de un severo ataque por parte de termitas subterráneas (Rhinotermitidae). Ya había sido descubierto y aspirado con anterioridad, por lo que en el momento de la visita no pudo recogerse ningún individuo o resto del exoesqueleto de los mismos, aunque probablemente se trate de *Reticulitermes spp.*, termitas de la madera húmeda.

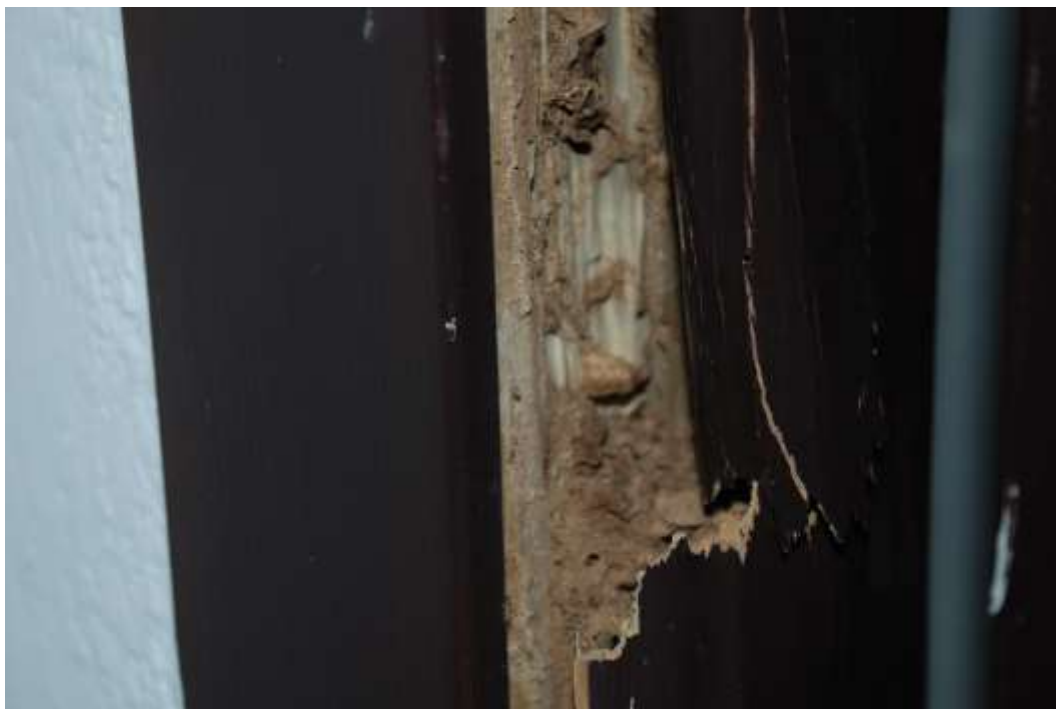


Fig 2. Daños ocasionados por termitas en el marco de la puerta.

Se midió la humedad relativa de la madera del marco, que fue de 12,5%, con una humedad ambiental en la dependencia del 55,7% y una temperatura de 17,8 °C.

En la misma dependencia, se observan numerosos túneles o canales de progresión (fabricados por las termitas a base de tierra, restos de madera, excrementos y saliva) que cuelgan de las vigas (Fig 3). Se recogieron algunos de estos túneles, comprobándose que actualmente no hay termitas en ellos, y se golpearon las vigas, pareciendo sólidas.



Fig 3. Túneles de progresión colgando de una de las vigas.

B) Planta baja, ala Oeste, Biblioteca.

Se han observado daños en un entarimado bajo una de las ventanas, a consecuencia de la filtración de agua a través de la misma (Fig 4).



Fig 4. Daños en entarimado y rastreles que lo sustentan.

Esta humedad está afectando a los rastreles de madera que soportan el entarimado, favoreciendo el desarrollo de hongos de pudrición de la madera, que a su vez favorecen la llegada de insectos xilófagos, evidenciándose también signos de ataque por parte de termitas.

La humedad relativa medida en la madera de los rastreles fue de 30,1%, con una humedad ambiental en la dependencia del 68,4% y una temperatura de 20,5 °C.

C) Planta baja, ala Oeste, puerta en el patio central.

La base del marco izquierdo de la puerta presenta pudrición parda, debido a humedad por capilaridad (Fig 5).



Fig 5. Pudrición parda de la base del marco de la puerta.

D) Planta baja, Capilla/Auditorio.

Como en el resto de las estancias, alta humedad relativa ambiental, 57,3% a 21,1 °C.

El principal elemento susceptible de ataque biológico es un retablo de madera. La humedad relativa de la madera del reverso del retablo es del 10,4%.

En la caja que constituye la primera calle del segundo cuerpo del retablo, se aprecian galerías de insectos xilófagos de la familia de los cerambícidos. No parece un ataque reciente ni activo, pero una de las galerías sí muestra un color de serrín más fresco, por lo que no se descarta actividad (Fig 6).

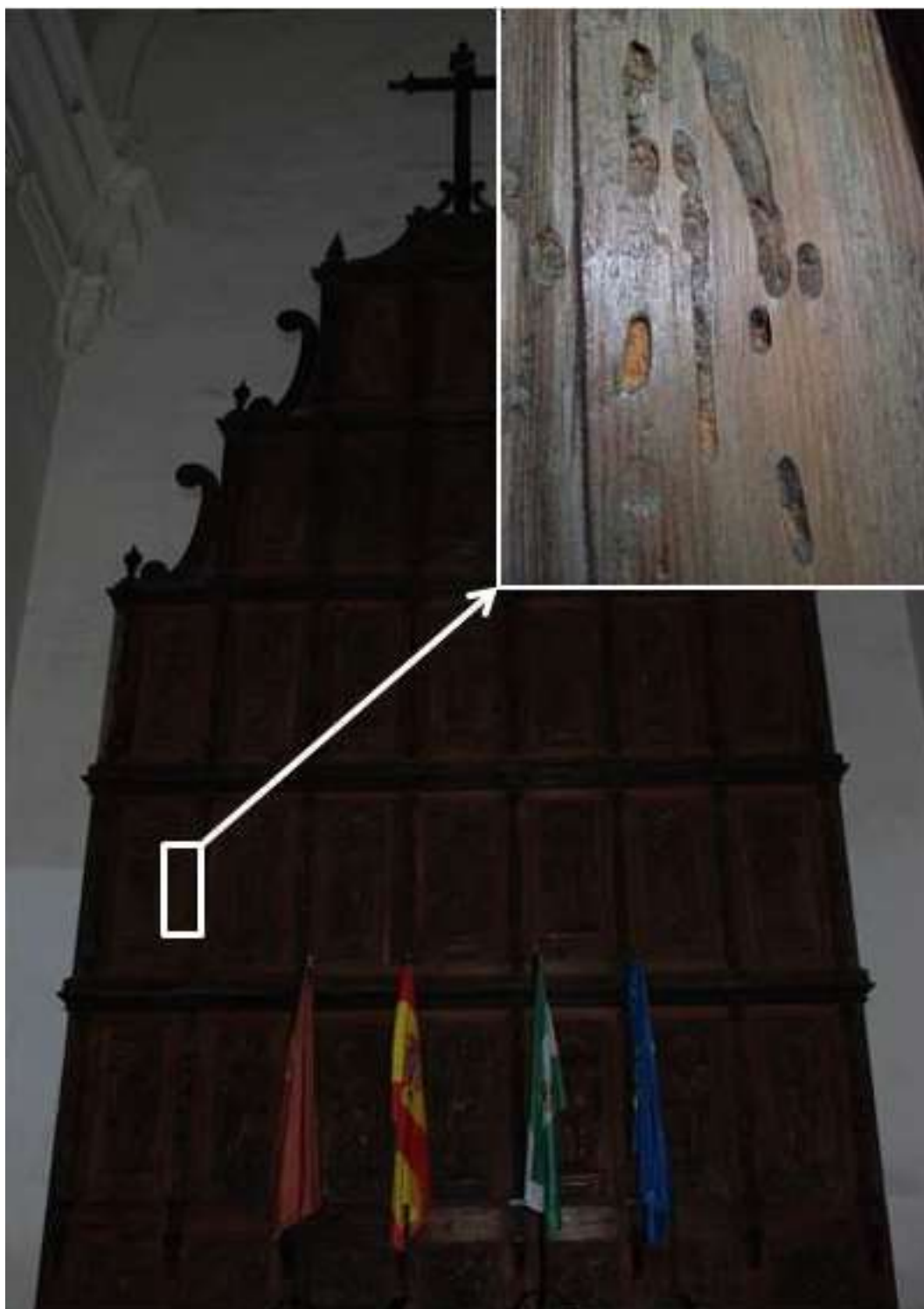


Fig 6. Galerías de cerambícidos en el retablo de la capilla.

E) Planta baja, puerta de acceso a la sacristía.

En la parte baja de la puerta hay indicios de ataque por parte de termitas. Se tomó una muestra de serrín que fue analizada en el laboratorio, corroborándose que se trata de restos producidos por termitas (Fig 7).



Fig 7. Daños por termitas en la puerta de la sacristía. En el recuadro, arriba a la derecha, una muestra de serrín recogido, a la lupa binocular, 40X.

F) Cubiertas.

Se examinó la estructura de madera de la cubierta, concretamente de la primera crujía de la fachada principal. En ella se vio un severo ataque por parte de insectos xilófagos de la familia de los cerambícidos en algunas de las vigas principales (Fig 8).

Además, se aprecian restos de filtraciones de agua, lo que ha ocasionado pudrición parda y pudrición blanca en algunas vigas y la tablazón (Fig 9).



Fig 8. Galerías de cerambícidos en una de las vigas de la cubierta.



Fig 9. Pudrición blanca y parda por problemas de filtración de agua.

3. BIODETERIORO.

La presencia de organismos depende de las condiciones microclimáticas, especialmente humedad y temperatura, así como de la existencia de un sustrato nutritivo y de la naturaleza del mismo (textura, pH, etc.). Por tanto, los fenómenos de biodeterioro o deterioro biológico son el resultado de la conjunción de varios factores, como la naturaleza y las características del sustrato, el tipo de organismo implicado y, sobre todo, las condiciones ambientales.

Como se ha descrito en el apartado anterior, se han encontrado varios elementos de madera que sufren pudrición, causada por hongos xilófagos, y otros que han sufrido ataque por parte de insectos xilófagos.

El ataque a la madera por parte de microorganismos se produce normalmente cuando su contenido en agua es superior al 20%. El desarrollo óptimo de la mayor parte de los hongos se produce cuando el contenido en agua alcanza el punto de saturación de la madera, alrededor del 30%.

De las tres zonas donde se ha apreciado pudrición de la madera (B, C y F), sólo pudo medirse la humedad relativa de la madera afectada en el caso B, donde efectivamente la humedad de la madera superaba el 30%. En el caso de las vigas de la cubierta, el inicio de la pudrición se verifica sobre todo en los puntos de incrustación de la viga en los muros, ya que por la diferencia térmica entre los dos materiales, en tales puntos existe una condensación que aumenta la humedad y favorece el asentamiento de hongos (Fig 10).



Fig 10. Inicio de pudrición en el contacto de la viga con el muro de obra.

Los hongos son capaces de desarrollarse tanto en la superficie de la madera como en el interior de sus estructuras. Encuentran una fuente orgánica de nutrición en los productos almacenados en el protoplasma de las células parenquimáticas (como almidones o azúcares sencillos) o en los componentes

mismos de la pared celular, destruyendo las paredes celulares por hidrólisis de las moléculas estructurales complejas en sus componentes más simples.

En las tres zonas mencionadas se ha apreciado pudrición parda. Los hongos de pudrición parda se alimentan preferentemente de celulosa y hemicelulosa, dejando un residuo rico en lignina, de color pardo-oscuro. La madera aparece pues, más oscura.

Además, se ha apreciado pudrición blanca en algunas vigas y el entablado de la cubierta (Fig 9). Los hongos responsables de esta alteración son capaces de destruir tanto la celulosa como la lignina, dejando la madera blanquecina, ligera y, en ocasiones con aspecto fibroso e incluso harinoso.

Sin embargo, son los insectos xilófagos los agentes de deterioro biológico que más daño están ocasionando a las estructuras de madera del edificio, concretamente cerambícidos y termitas.

La presencia de cerambícidos se ha detectado en el retablo de la capilla y en algunas vigas de la cubierta. En el primer caso el ataque es leve y no parece reciente ni activo (aunque, como se ha dicho anteriormente, no se descarta actividad), pero no ocurre lo mismo en el caso de la cubierta, donde el ataque es importante y sí se observa actividad reciente, por lo que se recomienda un tratamiento insecticida.

Los cerambícidos son los coleópteros más peligrosos para las estructuras de madera, debido a que las larvas excavan galerías que alcanzan hasta 1 cm. de anchura. Su presencia se manifiesta por la masa harinosa amarillenta formada por restos de serrín y excrementos, que cierra las galerías y los agujeros por donde sale el insecto adulto, agujeros ovales que pueden alcanzar incluso diámetros de 0,5 x 1 cm.). Las condiciones óptimas para su desarrollo son una humedad relativa elevada y una temperatura relativamente alta. La resistencia de las estructuras afectadas disminuye notablemente.

La presencia de termitas subterráneas se ha detectado en la biblioteca, la puerta de la sacristía y, sobre todo, en el cuarto de limpieza. Son uno de los grupos más peligrosos en el ámbito de la conservación de bienes culturales, por su elevado número y voracidad, y también de los más difíciles de erradicar, entre otras cosas porque forman sus nidos primarios fuera del edificio al que acceden. Destruyen estructuras de madera que presentan un alto grado de humedad, especialmente si están contaminadas por microorganismos. Una vez producida la infestación, ésta puede propagarse a estructuras cercanas, aún en el caso de que éstas estén secas, ya que las termitas son capaces de crear en las galerías de estas estructuras condiciones óptimas para su supervivencia y actividad. Para los desplazamientos, construyen galerías no sólo en la superficie de diferentes soportes, sino también galerías colgantes (Fig 3), construidas con tierra, carcoma y saliva, y que conservan la humedad y les aíslan de la luz (la luz les perjudica mucho debido a su falta de pigmentación).

Aunque no se descarta la existencia de actividad en otras zonas aún no detectadas, el ataque no parece generalizado, y de momento los elementos estructurales afectados sólo son algunas vigas en el cuarto de limpieza del ala Este, donde en el momento de la visita no se detectó la presencia activa de termitas.

4. PREVENCIÓN Y ERRADICACIÓN DEL BIODETERIORO.

La prevención del biodeterioro incluye todas aquellas operaciones encaminadas a evitar el desarrollo y, en consecuencia, el ataque biológico a los materiales que conforman la obra de interés histórico-artístico.

Cada grupo biológico puede iniciar su desarrollo y después seguir su crecimiento sólo si se dan determinadas condiciones ambientales.

La estrecha relación y dependencia de las especies biológicas con el medio ambiente avalan el hecho de que los métodos más eficaces y factibles para impedir el desarrollo no deseado sea operar sobre las causas, en particular sobre los factores que pueden condicionar o inhibir su presencia, es decir, los factores limitantes (generalmente humedad, temperatura y luz). No es necesario intervenir sobre todos los parámetros que condicionan el crecimiento biológico, sino que en la mayoría de las ocasiones es suficiente con disminuir o aumentar incluso uno sólo de éstos por debajo o por encima del rango de tolerancia de las especies para que su crecimiento no se produzca.

En ambientes internos, los principales factores que favorecen el desarrollo de agentes biológicos, independientemente de la naturaleza del sustrato, son la elevada humedad relativa, elevada temperatura y la escasa ventilación. Los tres factores se dan en el caso de las estancias visitadas del Hospital de Santiago, sobre todo en el Planetario, por lo que deberían ser controlados, especialmente la ventilación. El aumento de ventilación conlleva la disminución de la humedad relativa, lo que detendrá el crecimiento de organismos biológicos y con ello el biodeterioro causado por éstos.

También se aconseja un mantenimiento ordinario de las ventanas del edificio para evitar la entrada de agua a través de las mismas.

En cuanto a la eliminación de los organismos ya presentes:

Para los hongos de pudrición se recomienda un tratamiento genérico contra hongos xilófagos, consistente en el resanado de la madera donde sea posible, eliminando la madera afectada por pudrición, y la impregnación química de la madera de la zona afectada con algún producto que contenga propiconazol, un triazol sistémico con actividad fungicida, de acción curativa y preventiva.

Para los cerambícidos, especialmente en el caso de la cubierta, en primer lugar se recomienda inspeccionar el resto de cubiertas de todo el edificio, ya que probablemente tengan la misma problemática, tras lo cual se deberán tratar las maderas afectadas mediante inyección de insecticidas líquidos. Este tratamiento debería realizarse preferentemente antes de la primavera, época en la que salen los adultos a aparearse y comenzar un nuevo ciclo de infestación.

Para la erradicación de termitas subterráneas, se recomienda un tratamiento con cebos. Este sistema se basa en la biología de estos insectos, en el uso de sustancias inhibitoras del desarrollo de su exoesqueleto. Consiste en la difusión de un producto insecticida, normalmente hexaflumurón ó diflubenzurón, que se prepara en forma de cebo, y que es consumido por las termitas obreras. Mediante el intercambio de alimentos, toda la colonia acaba siendo intoxicada. El insecticida inhibe la síntesis de la quitina, así que cuando la termita muda, la nueva cutícula no se forma y, sin esta piel, que le sirve a la vez de esqueleto, el insecto no puede vivir.

5. VALORACIÓN DE PROPUESTAS DE TRATAMIENTO.

Hasta ahora el Ayuntamiento de Úbeda ha recibido tres propuestas de tratamiento. Estas propuestas sólo incluyen tratamiento contra termitas, pero también es necesario tratar los otros organismos que están ocasionando daños, como los hongos de pudrición, y especialmente los cerambícidos que están afectando a las vigas de la cubierta.

En cuanto a las propuestas recibidas de tratamiento contra termitas, no se aconsejan las propuestas que contemplan un tratamiento mediante barrera química, independientemente del biocida que se utilice, en primer lugar porque éste requiere gran cantidad de perforaciones en suelos y paredes (en un monumento declarado BIC) para inyectar el biocida, y en segundo lugar por la dificultad de crear una barrera uniforme y homogénea.

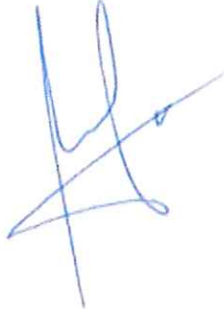
Como se indicó en el apartado anterior, se aconseja un tratamiento a base de cebos, menos invasivo para el edificio, y que no sólo permite la eliminación de las termitas que le afectan, sino también la eliminación completa de la colonia. Además, no requiere desalojar el edificio, ni es tóxico para las personas o el medio ambiente.

Por tanto, es más pertinente la propuesta realizada por la empresa Ubeplaga, en la modalidad de control total, si bien podrían distanciarse más los cebos en el caso del patio central con el fin de causar un menor daño estético al edificio, y colocar cebos interiores.

Se podría solicitar a la citada empresa una ampliación de presupuesto que incluyese el tratamiento contra hongos y cerambícidos.

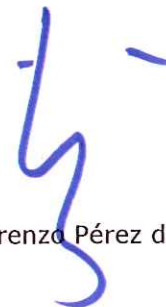
Otras empresas a las que poder solicitar presupuesto: Rentokil Initial, Key Control Medioambiental, Anticimex, Madeplagas. En el caso de las dos primeras nos consta que tienen experiencia en edificios históricos.

EQUIPO TÉCNICO



Víctor M. Menguiano Chaparro.
Biólogo.
Laboratorio de Biología. IAPH.

Vº Bº, el Jefe en funciones del Centro de
Inmuebles, Obras e Infraestructuras. IAPH.



Fdo.: Lorenzo Pérez del Campo.