

# CHEQUEO CONSTRUCTIVO DE FACHADAS DE MADRID/ESPAÑA.II

(CHECKING OF BUILDING FAÇADES IN MADRID/SPAIN)

Juan Monjo Carrió, Dr. Arquitecto

876-4

Fecha de recepción: 28-VI-91

## RESUMEN

*Este artículo puede considerarse como la continuación y complemento del publicado bajo el mismo título en el n.º 396 de julio/agosto de 1989. En él se recuerdan los objetivos y metodología de trabajo llevado a cabo en el Departamento de "Construcción y Tecnología Arquitectónicas" de la U.P.M., que perseguía la constitución de un banco de datos sobre patología constructiva de fachadas en la ciudad de Madrid para su estudio y análisis estadístico, y se complementa con un primer análisis, tanto de los datos generales del estado patológico de dichas fachadas, como de algunos datos característicos relativos a la lesión DESPRENDIMIENTOS, como muestra del interés y las posibilidades del banco de datos que se ha confeccionado.*

## SUMMARY

*This article can be considered as the continuation and culmination of the one published on the number 396, july/august - 1989, under the same headline. Objectives and methodology are reminded of the work done at the Dept. of "Construcción y Tecnología Arquitectónicas" of the U.P.M., whose scope was the stablishment of a data bank on constructive pathology of facades at Madrid for its study and stadistic analysis. It is completed with a first analysis of the general data of the pathological situation of those facades as well as some characteristic data related to the problem of DETACHING, as a sample of the interest and possibilities of the data bank made.*

## 1. INTRODUCCIÓN

En el n.º 396 de julio/agosto de 1989 de esta revista publiqué, con este mismo título, el trabajo que estábamos realizando, bajo mi dirección, en la Cátedra de Construcción IV del Departamento de Construcción y Tecnología Arquitectónicas de la Universidad Politécnica de Madrid, consistente en la toma de datos patológicos de las fachadas de Madrid.

Según lo previsto, el trabajo de toma de datos se ha terminado en el curso académico 89/90 y el primer análisis estadístico de los mismos se ha llevado a cabo en este curso, presentando un primer conjunto de los mismos por medio de una comunicación al I Congreso Latinoamericano de Patología de la Construcción y III de Control de Calidad, celebrado en Córdoba, Argentina, en el pasado mes de abril, firmada conjuntamente con don Rodolfo Hernando Cotarelo, Arquitecto, quien ha ayudado durante estos tres años a la supervisión de la toma de datos.

Por fin, completada ésta y su introducción en el programa de tratamiento estadístico de los mismos, creado al efecto, estamos en disposición de ofrecer lo que

llamamos "datos estadísticos primarios" del banco de datos que se ha constituido. Éste es el objetivo del presente artículo, que completa así la publicación iniciada en aquel n.º 396.

## 2. OBJETIVOS

Aunque en el mencionado artículo se exponían los objetivos que nos movían a llevar a cabo el trabajo, creo interesante ahora, una vez finalizado el mismo, recordar y resumir dichos objetivos, con las matizaciones propias de la experiencia del propio trabajo.

En el estudio de un proceso patológico podemos distinguir tres fases claramente diferenciables:

- **Identificación de los síntomas** (de la lesión o lesiones constructivas, en nuestro caso).
- **Análisis del proceso**, hasta alcanzar un **diagnóstico** adecuado.
- **Propuesta de reparación**, para rehabilitar la unidad constructiva lesionada.

Indudablemente, si nos equivocamos en la primera o en la segunda fase, el diagnóstico acaba siendo erróneo y la reparación inútil (incluso, contraproducente). Por ello, resulta fundamental disponer del máximo de datos que nos ayuden, tanto a la correcta identificación de las lesiones, como a un análisis del proceso patológico suficientemente documentado.

Por otra parte, en conjuntos edificatorios de características similares, sometidos a acciones externas comunes, es lógico suponer que se van a repetir los procesos patológicos, dentro de una determinada tipología, con causas coincidentes como origen del proceso, que siguen evoluciones parecidas hasta llegar a lesiones idénticas. Entonces, parece que tiene sentido buscar diagnósticos comunes que faciliten la labor de los técnicos profesionales y de los estudiosos del tema en comprender esos procesos patológicos, tanto para su conocimiento como, incluso, para su prevención.

Este razonamiento nos ha llevado a realizar el trabajo de referencia con los siguientes objetivos:

2.1. **Identificar las lesiones** constructivas que afectan a las fachadas urbanas de Madrid, como representativas de una gran ciudad.

2.2. **Analizar los procesos patológicos** que han llevado a dichas lesiones, con conocimiento de sus causas, detección de factores constructivos y ambientales condicionantes y propuesta de actuaciones de reparación y mantenimiento.

2.3. Crear un **banco de datos patológicos** relativo a las fachadas urbanas que, con el adecuado tratamiento informático, nos permita:

2.3.1.—Conocer la **importancia relativa** (en porcentajes) de las lesiones en fachadas, materiales y unidades constructivas afectados, y causas más corrientes, tanto directas como indirectas.

2.3.2.—Alcanzar **diagnósticos comunes**, con indicación de los principales factores condicionantes, tanto constructivos (material, técnica constructiva, época, uso, situación geométrica, etc.) como ambientales (orientación, contaminación, nivel de exposición, etcétera).

2.3.3.—Llegar a **propuestas comunes de diseño constructivo**, tanto para la reparación y mantenimiento, como para la prevención en fase de proyecto o de ejecución.

2.3.4.—**Estudiar** temas constructivos concretos relacionados con la Patología, que nos ayuden a investigar procesos patológicos determinados, relativos a un material, un elemento o una técnica constructiva.



### 3. MÉTODO

Podemos distinguir cinco etapas en el proceso de trabajo, de las cuales las dos primeras ya quedaron mencionadas en el artículo previo:

- Confección de las fichas de toma de datos.
- Toma de datos.
- Confección del programa para el banco de datos.
- Archivo de los datos.
- Análisis estadístico del banco de datos.

Veamos someramente el desarrollo de cada una de ellas, incluso de las dos primeras.

#### 3.1. Confección de fichas para la toma de datos.

Después de varios intentos, y en base a una serie de tomas de datos previas, se confeccionaron las tres fichas adjuntas ya publicadas anteriormente y cuyo objeto fue:

3.1.1.—**Datos de identificación.** Conocer la tipología de los edificios que se utilizaron de muestra y su entorno. Para ello, en esta ficha se recogieron los siguientes datos correspondientes a cada una de las fachadas estudiadas:

- a) Características funcionales y constructivas:
  - **Uso** del edificio.
  - **Edad** del edificio.
  - **Materiales** principales de la fachada.
- b) Características ambientales:
  - **Nivel de contaminación** de la zona, según datos del Ayuntamiento.
  - **Orientación** de la fachada identificada.
- c) Resultados de la inspección:
  - **Existencia de lesión** en la fachada.
  - **Estado de conservación** de la fachada.



Todo ello acompañado de la fotografía de la fachada observada.

3.1.2.—**Datos de lesión.** Conocer, para cada una de las lesiones observadas, las características constructivas y ambientales que pueden haber tenido alguna incidencia en el proceso patológico, o han podido verse afectadas por él. Concretamente, se analizaron los datos relativos a:

- **Material** afectado por la lesión.
- **Elemento constructivo** afectado por la lesión.
- **Localización** geométrica de la lesión dentro de la fachada.
- **Nivel de exposición** de la zona de la fachada afectada por la lesión.

Se completaba la ficha con una o varias fotos de la lesión.

3.1.3.—**Estudio de la lesión.** Analizar el proceso patológico, y conocer sus causas y evolución, de un número determinado de las lesiones observadas, equivalente a un 10 %. Para ello, después de un detallado estudio de dicho proceso, se anotaron los siguientes datos:

- **Causas directas e indirectas** que originaron el proceso.
- **Restauraciones practicadas** hasta el momento.
- **Reparación que se proponía**, tanto sobre las causas como sobre la lesión.
- **Prevención** que se debería tener en cuenta para evitar la lesión en concreto.

### 3.2. Toma de datos.

Una vez confeccionadas las fichas, se procedió a la toma de los datos. Para ello se actuó durante tres años académicos consecutivos 1987/88, 1988/89 y 1989/90, por medio de alumnos de 6º curso de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid, como trabajo de prácticas de la asignatura de Construcción IV de la carrera de Arquitectura.

© Consejo Superior de Investigaciones Científicas  
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)

Dichos alumnos, en número medio de 70 por año, recibían, en primer lugar, una breve preparación teórica para la correcta toma de datos, con la correspondiente explicación de las fichas. En cualquier caso, existía un seguimiento permanente de la labor de toma de datos por parte de los profesores autores del trabajo, y una revisión de las fichas finales antes de ser introducidas en el archivo informatizado.

Como resultado de esta labor, el número de fichas recogidas ha sido:

— Datos de identificación .....	8.190
— Datos de lesión .....	17.430
— Estudios de lesiones .....	2.100

### 3.3. Confección del programa para el banco de datos

A la vista de las fichas elaboradas, y del número de datos que se preveía tomar, así como de los posibles usos que se iban a hacer de los mismos, se comprendió, desde el primer momento, la necesidad de archivar todos esos datos en un "banco de datos" informatizado. Para ello, se procedió al diseño y programación del mismo, partiendo de una de las bases de datos existentes en el mercado y disponibles en el Departamento, concretamente la D base III-plus.

Se confeccionó un programa que permite la fácil "entrada de datos" en base a pantallas específicas para cada apartado de cada una de las fichas, que va dando las opciones posibles; se permite, asimismo, completar y corregir dichos datos. Por otra parte, existe un amplio menú de opciones de estudio que permiten entrar en el análisis de los datos almacenados, obteniendo porcentajes de cada uno de los campos de datos independientes, así como correlaciones entre ellos, binarias o múltiples, para conocer la importancia relativa de unos y otros datos. Todo ello según se puede comprobar en las reproducciones de los menús que se adjuntan en el anejo 1, así como en los ejemplos que se acompañan en el siguiente apartado.

Por otra parte, las características generales del programa se pueden resumir en:

- Se ha utilizado el sistema operativo MS DOS, versión 2.1. o sucesivas.
- Ocupa una memoria de unos 280 Kb, que incluye los ficheros de formato, los de índice y los de almacenamiento de variables.
- Se ha diseñado para un ordenador tipo IBM PC, AT, PS2 o compatibles, debiéndose utilizar el "disco duro" para almacenaje, con una memoria RAM mayor o igual a 512 Kb, y una impresora tipo IBM "PROPRINTER" o compatible.

— Se necesita, asimismo, un coprocesador matemático y el número de fichas que se pueden manejar en un disco duro de 20 Mb es el siguiente:

— Fichas de identificación .....	10.000
— Fichas de lesión .....	25.000
— Estudios de lesión .....	5.000

### 3.4. Archivo de datos

Una vez confeccionado el programa y a medida que se ha ido llevando a cabo la toma de datos, éstos se han introducido en el archivo con el fin de obtener el banco de datos definitivo. Hasta el momento se han introducido los siguientes datos, con los que se ha realizado el análisis del próximo apartado:

— Datos de identificación .....	4.570
— Datos de lesiones .....	11.620
— Estudios de lesión .....	1.246

## 4. ESTUDIO ESTADÍSTICO

Esta quinta etapa del proceso de trabajo merece capítulo aparte pues constituye el objetivo final del mismo. De hecho, de los mencionados en el apartado 2 podemos considerar que se han cumplido, con carácter general, los dos primeros, es decir, la **identificación de las lesiones** y el **análisis de los procesos patológicos**. En este sentido, el cuadro 1 resume los datos estadísticos primarios referentes a las lesiones y a las causas de los procesos. (Anejo 2).

Con respecto al tercer objetivo, la **creación del banco de datos patológicos**, también lo consideramos cumplido, y llega el momento de iniciar su uso.

En primer lugar debemos empezar con los **porcentajes primarios** que nos dan la importancia relativa de los distintos aspectos y de los que ya se han reflejado dos (lesiones y causas). Como complemento, el cuadro 2 refleja el resto de porcentajes, agrupados según las dos fichas de toma de datos, en los que cabe destacar, quizás, los relativos a materiales y elementos constructivos afectados, como más representativos de la situación patológica. (Anejo 2).

En segundo lugar, aparece la posibilidad de alcanzar **diagnósticos comunes** para los distintos procesos. En este sentido, los cuadros 3 y 4 reflejan, como ejemplo, el análisis realizado de una de las lesiones más frecuentes (desprendimientos). Así, en el cuadro 3 podemos ver los porcentajes en que dicha lesión afecta a los distintos materiales y elementos constructivos, así como la influencia de su localización en la fachada o del nivel de exposición de la misma. (Anejo 2).

Por otra parte, el cuadro 4 recoge las causas, tanto directas como indirectas, que han originado el proceso patológico, así como las restauraciones practicadas y, en consecuencia, las reparaciones propuestas (sobre la causa y sobre el efecto) y las medidas de prevención que habría que tomar para evitar la lesión; todos ellos, datos obtenidos de las fichas de análisis patológico. Ello nos permitiría, en su caso, llegar a **propuestas comunes** de diseño constructivo conducentes a evitar los procesos patológicos de una lesión (en este caso los desprendimientos), que era uno de los objetivos que nos habíamos marcado.

## 5. ANÁLISIS Y CONCLUSIONES

Con los datos estadísticos primarios del punto anterior (cuadros 1 y 2), podemos obtener ya unas primeras conclusiones sobre la situación patológica general de las fachadas de Madrid. Asimismo, y como ejemplo, con los datos estadísticos específicos de la lesión desprendimientos (3 y 4) podemos hacer lo mismo referido a esta lesión; todo ello como ejercicio útil de la toma de datos efectuada, y como muestra de las posibilidades que ofrece el banco de datos confeccionado, además de suponer un análisis global de la situación patológica de las fachadas de Madrid, objetivo primario del trabajo.

### 5.1. Estado patológico global de las fachadas de Madrid

Para analizarlo, podemos seguir las mismas fichas utilizadas para la toma de datos:

#### 5.1.1.—Datos de identificación

5.1.1.1.—El **estado de conservación** de las fachadas observadas sigue una distribución claramente gaussiana como era de esperar, tanto por el hecho de ser un "dato resumen" como por ser una "opinión" del observador, según se desprende del gráfico 1, alcanzando la calificación "media" casi el 50 % del total.

5.1.1.2.—El **uso** de los edificios analizados (gráfico 2) tiene una distribución más irregular, dominando el de "propiedad horizontal" (47 %), lo que se puede considerar lógico en una situación urbana como la analizada, llegando hasta el extrarradio.

5.1.1.3.—En cuanto a la **edad** de los edificios observados (gráfico 3) dominan los construidos entre 1940 y 1970 (40 %), seguidos de los ejecutados entre 1900 y 1940 (30 %). No obstante, las características constructivas de ambos períodos son muy distintas, con un dominio de sistemas de construcción "antiguos" con muros de carga en los segundos, y la aparición y dominio de las estructuras reticulares de hormigón, en los primeros. En éstos, además, al coincidir su princi-

pio con una etapa de penuria de postguerra, las calidades de los materiales y la ejecución suelen ser bastante deficientes hasta casi el final del período. Todo ello, no obstante, deberá aparecer en un estudio de correlación de porcentajes entre lesiones y edad del edificio.

En cualquier caso, estos datos nos dan un indicio de la edad de conjunto de los edificios de nuestra ciudad, donde dominan claramente los de mediados de siglo.

5.1.1.4.—El dato de **existencia de lesión** es bastante significativo del estado patológico de las fachadas urbanas, pues, aunque el estado de conservación general resulta ser “medio”, sin embargo, la gran mayoría de ellas (el 74 %) sufren más de dos lesiones de las nueve tipificadas, lo que es indicio, tanto de los problemas constructivos generales, como de la falta de mantenimiento. Por otra parte, el porcentaje de fachadas “sin lesión” (11 %) es incluso inferior a la suma de las calificadas como “nueva” y “restaurada” en el primer dato (13 %), lo que implica la aparición de lesiones incluso en estos dos tipos de edificios (gráfico 4).

5.1.1.5.— El **nivel de contaminación** puede considerarse como un dato complementario, útil para el análisis de algunos tipos específicos de lesiones, como sucie-

dades o erosiones químicas. En cualquier caso, el gráfico 5 nos indica que el porcentaje de SO<sub>2</sub> es “medio-alto”, el de partículas es “medio-bajo” al igual que el de CO, aunque de éste se desconoce en más del 50 % de las zonas analizadas.

5.1.1.6.—La **orientación** de las fachadas, como era de esperar, tiene una distribución uniforme, dominando las cuatro principales por la distribución urbana de Madrid. Resulta un dato útil sólo para el estudio específico de algunas lesiones (grietas y fisuras, desprendimientos), aunque es también un índice de que la toma de datos ha tenido una distribución uniforme y, por tanto, su fiabilidad es correcta (gráfico 6).

5.1.1.7.—Por último, en cuanto a los **materiales principales** constitutivos de las fachadas observadas, sus resultados son muy interesantes para su comparación crítica con los lesionados de la siguiente ficha. Ahora, el gráfico 7 nos indica que los materiales de fachadas más utilizados en Madrid son, a partes casi iguales, el ladrillo visto y el revoco, dominando este último. Si le añadimos los enfoscados, como “revoco de pobres”, su dominio es absoluto (39 % sobre 25 %). Del resto de materiales, sólo cabe destacar los elementos metálicos (barandillas, rejas, etc.) y el chapado de piedra.



Gráfico 1

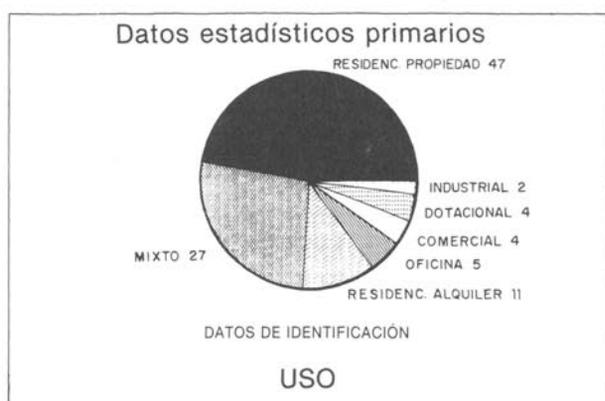


Gráfico 2

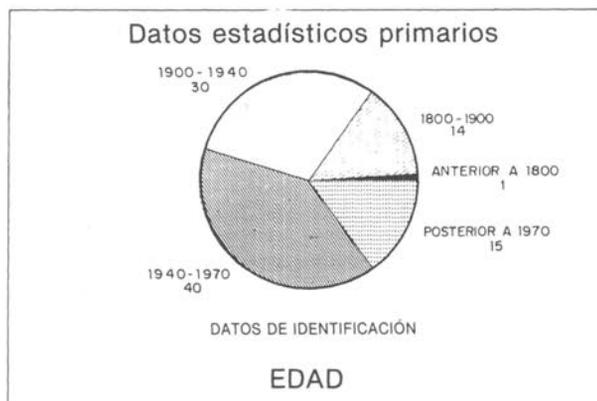


Gráfico 3



Gráfico 4



Gráfico 6



Gráfico 5a

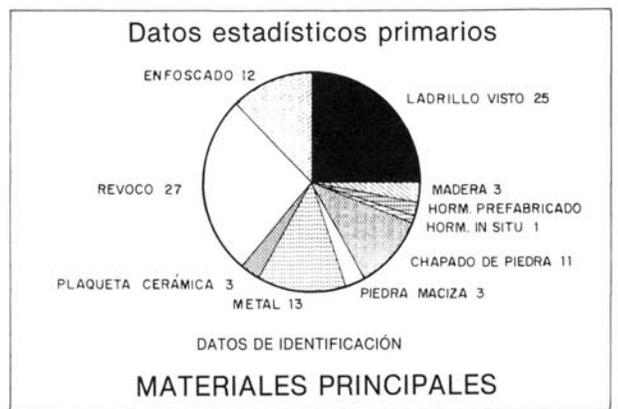


Gráfico 7



Gráfico 5b



Gráfico 8

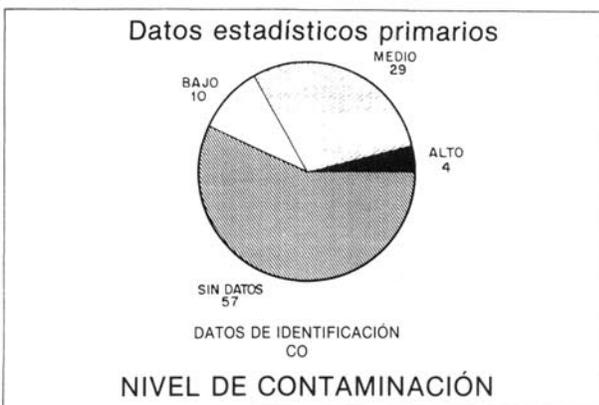


Gráfico 5c



Gráfico 9

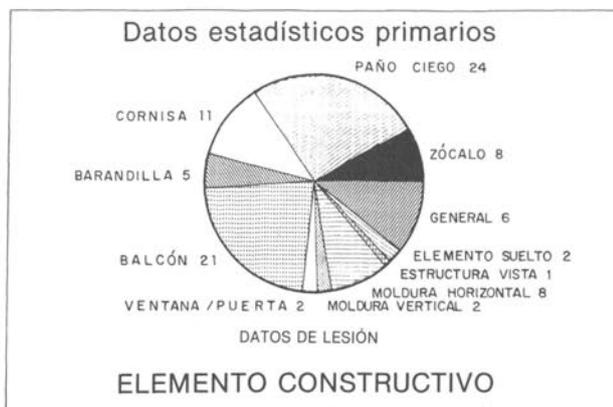


Gráfico 10



Gráfico 13b

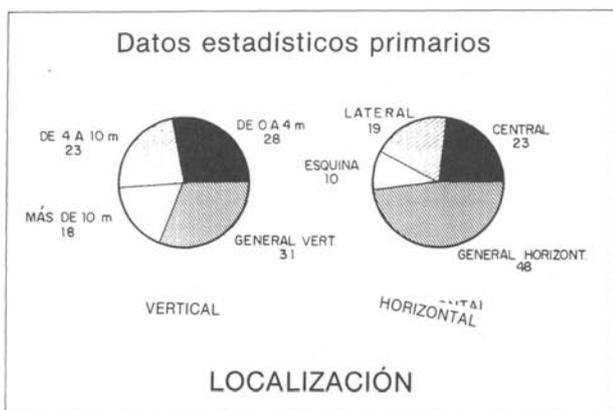


Gráfico 11



Gráfico 14



Gráfico 12



Gráfico 15



Gráfico 13a



Gráfico 16

### 5.1.2.—Datos de lesión.

Son los datos realmente orientativos del estado patológico de las fachadas y, por tanto, los más interesantes, aunque necesitemos los anteriores, tanto como referencia general, como medida de la incidencia de diversos factores en cada una de las lesiones o estados patológicos concretos:

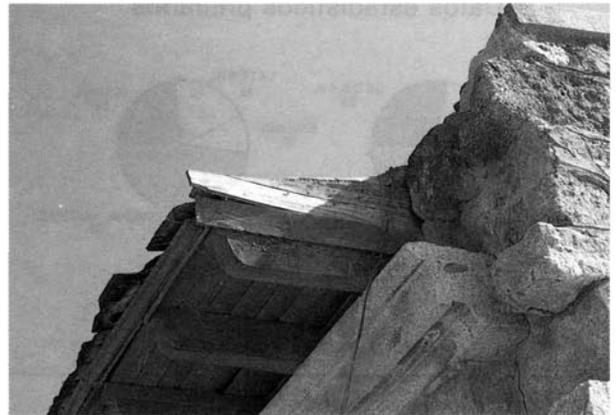
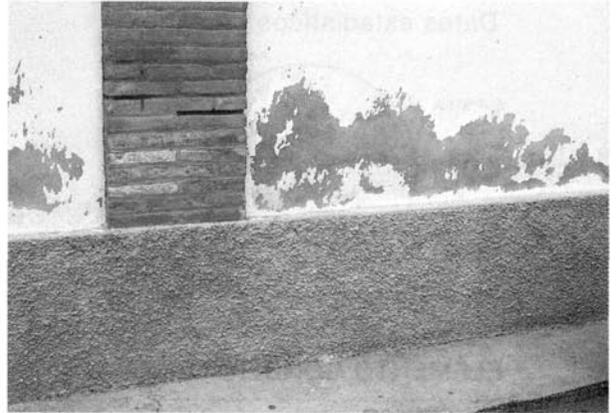
5.1.2.1.—En primer lugar, las **lesiones**, de las que se tipifican las nueve de la ficha, se distribuyen según indica el gráfico 8, en el que se observa el predominio de dos de ellas: los desprendimientos, por un lado (23 %), sobre los que volveremos más adelante, y las suciedades (22 %), lo que es un índice evidente de la conjunción de dos factores: la contaminación, por un lado, y la falta de mantenimiento (limpieza) por otro. El resto de lesiones se distribuye de un modo más o menos uniforme, destacando las humedades (14 %) que, en cualquier caso, puede estar en el origen de otras lesiones (eflorescencias, erosiones, corrosión, desprendimiento, etc.) y el conjunto de grietas y fisuras (6 + 9 = 15 %).

5.1.2.2.—Los **materiales** más afectados (gráfico 9) resultan ser los revocos (31 %), aunque en una proporción superior a la de su presencia en las fachadas, lo que indica la debilidad general de este material. Por el contrario, el ladrillo visto sólo se ve lesionado en un 13 % de los casos cuando su presencia en las fachadas es del 25 %, lo que es un índice evidente del buen comportamiento general del producto ante el ataque de agentes atmosféricos, así como de su capacidad para disimular las suciedades por depósito y lavado diferencial, tanto por su color, como por la textura horizontal de su fábrica.

En cuanto al resto de materiales, sólo cabe destacar el enfoscado que con un 14 % es perfectamente asimilable al revoco, y con un porcentaje de lesión muy similar al de su presencia general en fachadas (14 frente a 13). Los demás se ven afectados en proporciones pequeñas y muy similares y, a la vez, sensiblemente parecidas a las que nos daban los datos de identificación (gráfico 7).

5.1.2.3.—Los **elementos constructivos** afectados suponen también un dato importante para conocer el estado patológico de las fachadas, ya que las lesiones constructivas lo son, sobre todo, de las unidades o elementos, más que de los materiales que los constituyen y, en cualquier caso, a la hora de estudiar los procesos de reparación, o de tomarse las medidas de prevención, hay que hacerlo primero sobre los elementos y después sobre los materiales.

En nuestro caso (gráfico 10) aparecen dos, de los 10 elementos referenciados, que destacan en sufrir procesos patológicos: “paño ciego” y “balcón”. El primero



(24 %) debido, probablemente, a ser el más dominante en superficie, pero también a que resulta con menor protección ante los agentes atmosféricos que, como veremos, son los mayores causantes directos de la patología de las fachadas. Por otra parte, con los sistemas constructivos dominantes existe una incidencia importante de la estructura en la fachada por mala solución constructiva<sup>1</sup>, que se traduce en diversos tipos de lesiones precisamente en esos paños ciegos.

Los balcones, por su parte (21 %), al ser elementos salientes del paño de fachada, están claramente más expuestos a los agentes exteriores y tienen, por tanto, mayores posibilidades de ser afectados por los procesos patológicos. En un estudio complementario se podría analizar cuáles son las lesiones más frecuentes en ellos. En cualquier caso, nos indica la necesidad de un diseño muy cuidado de los mismos.

En tercer lugar destacan las “cornisas”, con un 11 % de casos, lo que se puede explicar por la misma razón de mayor nivel de exposición (en este caso, la mayor de todas) al igual que las “molduras horizontales” con un 8 %.

<sup>1</sup>Ver artículo del mismo autor titulado “Errores sistemáticos en el diseño constructivo de fachadas”, aparecido en el n.º 407 de esta misma revista.



Caso aparte puede considerarse el “zócalo”, con un 8 % de casos, a pesar de estar más protegido que el resto frente a los agentes atmosféricos. Sin embargo, resulta una situación muy expuesta a los ataques del propio uso del edificio (personas, vehículos, etc.), así como a la acción del agua de capilaridad, lo que puede explicar el porcentaje de lesiones. El resto de elementos tiene porcentajes muy poco significativos.

5.1.2.4.—La **localización** resulta un dato más adecuado para estudios pormenorizados de lesiones, elementos constructivos y materiales, aunque también nos puede dar unas pautas generales para medidas de prevención en diseño. Así, el gráfico 11 nos indica que, en cuanto a la situación en **vertical** de las zonas lesionadas, la distribución es bastante uniforme en general, dominando, en todo caso, las zonas más bajas (de 0 a 4 m), lo que no deja de suponer una pequeña contradicción con los datos anteriores en que resultaban más lesionados los elementos constructivos más expuestos. Quizás la localización de paños ciegos y balcones era baja, pero este dato nos invita a profundizar algo más en él en próximos estudios.

En cuanto a la localización en **horizontal**, aparece cierto dominio de la situación “central” (23 %) frente a la “lateral” (19 %). El porcentaje de “esquina” (10 %) no

© Consejo Superior de Investigaciones Científicas  
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)

se puede comparar con los anteriores debido a que habría que conocer antes cuántos edificios se han estudiado con esquinas, lo que implica un estudio de correlación previo. En cualquier caso, el número de edificios en esta situación no suele superar en mucho este porcentaje en las situaciones urbanas (edificación en manzana), lo cual sería un indicio de que la mayoría de las esquinas están lesionadas, lo que, por otra parte, podría ser lógico por su mayor nivel de exposición. No obstante, considero que estos datos requieren un estudio más pormenorizado que dejo para más adelante.

Sin embargo, sí cabe comentar el hecho de que haya un 48 % de casos en los que la situación patológica aparece generalizada en toda la horizontal de la fachada y un 31 % que lo hacen en toda la vertical, lo que resulta un indicio claro de un factor importante: casi la mitad de las lesiones son de carácter general (no puntuales), por lo que demuestran defectos sobre todo de diseño, así como de ejecución. Ello exige urgentes medidas de prevención, de tipo global, que pueden deducirse de los datos de este banco patológico.

5.1.2.5.—Por último, el **nivel de exposición** (gráfico 12), nos da también unos resultados bastante uniformemente distribuidos, aunque existe un suficiente dominio de las situaciones 1b y 2a con un nivel de exposición intermedio, lo que nos confirma, por un lado, la distribución gaussiana del conjunto, así como la existencia de mayor número de edificios en estas situaciones, dado el carácter urbano de la muestra.

### 5.1.3.—Estudio de la lesión.

Como complemento a los datos de lesiones y materiales afectados del punto anterior (5.1.2.) resultan muy útiles los datos generales correspondientes al estudio de los procesos patológicos con vistas a su restauración y prevención. Para ello los aspectos básicos son:

- causas (directas e indirectas);
- mantenimiento (restauraciones practicadas);
- reparaciones propuestas;
- medidas de prevención necesarias.

5.1.3.1.—Según el gráfico 13, las **causas** de los procesos patológicos estudiados se distribuyen de la siguiente manera:

— En cuanto a las **directas**, dominan claramente los agentes atmosféricos con un 46 %, lo que coincide con el efecto del mayor nivel de exposición mencionado antes. Ello nos indica la necesidad de utilizar materiales resistentes a los mismos, además de protegerlos convenientemente.

— En cuanto a las **indirectas**, que afectan a las medidas de prevención, se distribuyen entre tres factores fundamentales: “proyecto”, “diseño constructivo”

<http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es>

y "mantenimiento". Los dos primeros se pueden englobar en uno solo ("Proyecto") que pasaría a ocupar un lugar muy destacado con el 50 % de los casos, lo que es de verdadera preocupación, sobre todo en la fiabilidad de la formación académica de nuestros proyectistas. En cualquier caso, habría que analizar la distribución de estos porcentajes a lo largo del tiempo para conocer su evolución (positiva o negativa).

— En cuanto al otro factor, el "mantenimiento" con un 28 % de los casos, resulta también un dato significativo, pues indica la importancia de esta actuación para asegurar el buen estado de los edificios que, como veremos a continuación, no está arraigado todavía en la mentalidad de propietarios y usuarios.

Estos datos coinciden, sensiblemente, con otros similares obtenidos en diversos países, referidos normalmente a problemas estructurales, aunque en nuestro caso cobra más importancia, si cabe, el proyecto.

5.1.3.2.—Los datos referentes a las **restauraciones practicadas** (gráfico 14) son, precisamente, un indicio de la falta de conciencia de propietarios y usuarios que mencionaba en el párrafo anterior. De hecho, en un 73 % de las lesiones analizadas no se había tomado ninguna medida para su reparación. En el resto, dominan las reparaciones a base de nuevos revestimientos (9 %) que normalmente son inadecuados e indican, una vez más, la falta de preocupación técnica y de conocimientos adecuados, al enfrentarse a un problema patológico de estos tipos.

5.1.3.3.—En cuanto a las **reparaciones que se proponen**, en general (gráfico 15), debemos referirnos independientemente a la causa y al efecto, para evitar el error común de preocuparse de corregir este último olvidando aquélla, lo que producirá (y produce) la nueva aparición de lesión al no anularse el proceso.

Con respecto a las **causas**, las propuestas se distribuyen por igual entre "directas" e "indirectas", lo que puede indicar un error de apreciación en la interpretación de datos, ya que la actuación sobre las causas directas es muchas veces imposible (agentes atmosféricos, por ejemplo) mientras que sí lo es sobre las indirectas a base de corregir errores constructivos o aplicar nuevos revestimientos. Habrá que analizar este hecho.

En cuanto a los **efectos**, los mayores porcentaje se los llevan las actuaciones de "revestir" (31 %) y "reponer" (36 %), lo que tiene sentido si recordamos que las lesiones más frecuentes eran las suciedades (revestir) y los desprendimientos (reponer). Asimismo, tienen altos porcentajes las sugerencias de "sustituir" (19 %) y "nuevo elemento" (14 %), lo que indica o bien errores de material (sustituir) o de diseño constructivo (nuevo elemento).

5.1.3.4.—Por último, las **medidas de prevención** propuestas coinciden, lógicamente, con las causas indirectas que se habían estimado como origen de los procesos patológicos que, en cualquier caso, es muy buen índice de la fiabilidad del análisis realizado (gráfico 16).

## 5.2. Análisis estadístico particularizado a la lesión desprendimiento.

Una vez realizado el análisis global de la situación patológica general de las fachadas de Madrid, el banco de datos creado nos permite llevar a cabo estudios particulares sobre cualquiera de los apartados, analizando la incidencia de los otros sobre él en base a estudios estadísticos de correlación entre sus porcentajes. El banco informatizado nos permite, así, llegar a conocer datos muy concretos, sobre casos muy específicos, y ésta es la razón por la que el volumen de datos debía ser forzosamente alto. Para estadísticas generales hubiese bastado, probablemente, con un porcentaje muy inferior.

En cualquier caso, y como ejemplo base de sus aplicaciones, hagamos el análisis de una de las lesiones (desprendimientos, por ser la más frecuente) estudiando tanto su incidencia en los otros factores como la de éstos en ella. Así, podemos distinguir dos partes. Por un lado, la incidencia de cuatro factores complementarios de la lesión (material, elemento constructivo, localización y nivel de exposición) y, por otro, el desarrollo del proceso patológico (causas y restauraciones practicadas) así como la restauración y prevención propuesta.

### 5.2.1.—Factores complementarios de la lesión desprendimiento.

Hay que tener en cuenta, no obstante, que el presente análisis no deja de tener un carácter general, aunque se refieren a una sola lesión, y que, en ningún caso, agota las posibilidades de análisis más pormenorizados:

5.2.1.1.—En cuanto a los **materiales** afectados por esta lesión (gráfico 17) destacan los revocos (21 %) seguidos de pinturas (19 %), enfoscados (16 %) y ladrillo visto (15 %). Los primeros aparecen exactamente con el mismo porcentaje general, mientras que los otros tres sufren aumentos diversos. Las pinturas pasan del 9 % al 19 %, lo que nos indica que este material se ve especialmente afectado por la lesión desprendimientos; los enfoscados sufren un ligero aumento (del 14 % al 16 %) lo mismo que el ladrillo visto.



Gráfico 17

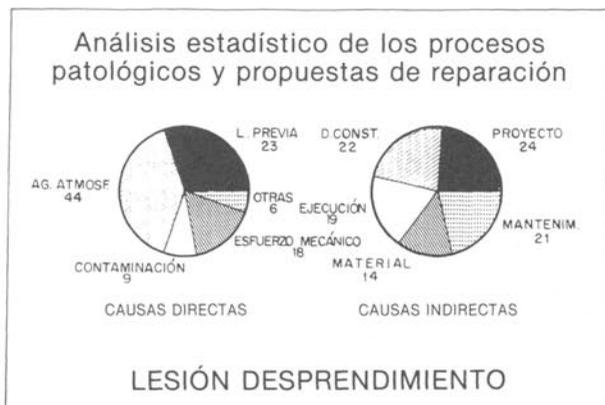


Gráfico 21



Gráfico 18



Gráfico 22

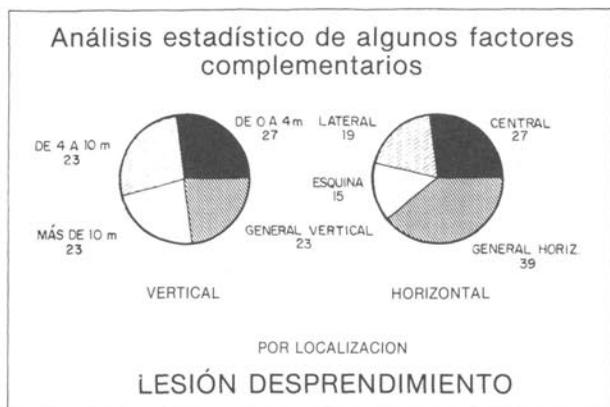


Gráfico 19

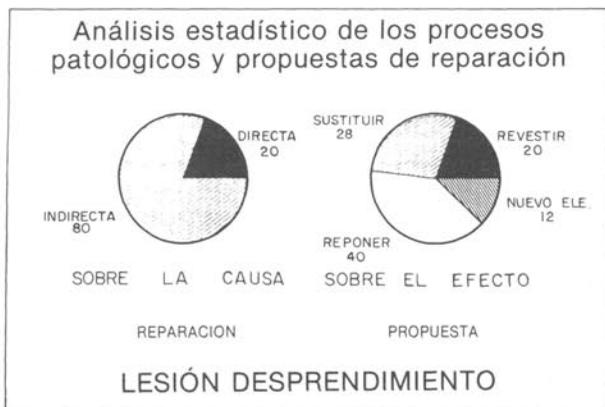


Gráfico 23



Gráfico 20

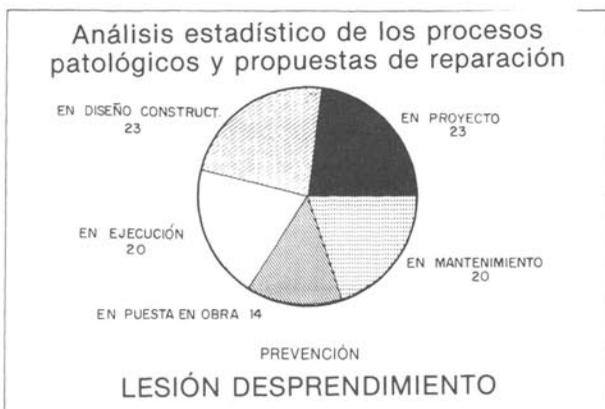


Gráfico 24

Con respecto a este material, ya quedó comentado que existe una confusión en la interpretación de los datos, ya que no pueden desprenderse al ser constitutivos del cerramiento, lo que exigirá una revisión parcial de los datos almacenados.

5.2.1.2.—Los **elementos constructivos** afectados por los desprendimientos (gráfico 18) sufren algunas variaciones con respecto a los porcentajes generales que conviene mencionar. Así, el “balcón” se iguala al “paño ciego” con un 22 %, subiendo algo con respecto al 21 % general, mientras que éste baja de 24 % a 22 %. Sin embargo, el mayor incremento lo sufren las “cornisas” que pasan del 11 % al 17 % debido, probablemente, a su mayor nivel de exposición a los agentes atmosféricos.

En el resto de elementos, la única variación destacable es el de los “huecos de fachada” que pasan del 2 % al 9 %, lo que indica la debilidad de este elemento ante los posibles desprendimientos.

5.2.1.3.—Con respecto a la **localización** (gráfico 19), la distribución de desprendimientos es muy uniforme en la **vertical** subiendo, por tanto, los localizados por encima de los 10 m (de 18 % a 23 %) en detrimento de las otras, lo que incide de nuevo en la importancia del nivel de exposición.

En cuanto a la **horizontal**, aparece una importante subida de desprendimientos en las esquinas (del 10 % al 15 %) con la misma probable explicación del mayor nivel de exposición de esta situación.

5.2.1.4.—Por último, en lo que se refiere al **nivel de exposición**, los porcentajes no sufren prácticamente variación, lo que nos indica que esta lesión es muy representativa de la media de los estados patológicos (gráfico 20).

En definitiva comprendemos, en este estudio específico, que los desprendimientos afectan a los distintos materiales de un modo similar a los de las demás lesiones, pero tiene una incidencia importante en ellos su nivel de exposición local (dentro de la fachada) lo que se comprueba tanto en los elementos constructivos más salientes o más elevados, como en su situación relativa en vertical. No obstante, podremos confirmar este extremo en el siguiente apartado.

## 5.2.2.—Análisis del proceso patológico de los desprendimientos.

Para ello, vemos las causas más frecuentes de la lesión, así como las medidas de reparación y prevención más recomendadas:

5.2.2.1.—En cuanto a las **causas directas** aparece un aumento evidente de las “lesiones previas” (del 17 %

al 23 %), lo que resulta un indicio del carácter secundario de la lesión desprendimiento y, por tanto, de la importancia del “mantenimiento” para su eliminación.

Sabemos que las lesiones previas más corrientes como causa de los desprendimientos son las humedades y las grietas y fisuras, aunque esto sería objeto de un estudio más pormenorizado.

Las **causas indirectas** que más varían son la “ejecución” que pasa del 13 % al 19 % y el “material”, que sube del 9 % al 14 %, lo que nos indica la importancia de estas fases frente al proyecto, en este caso particular (ver gráfico 21).

5.2.2.2.—Por lo que respecta a las **restauraciones practicadas** (gráfico 22), no existe prácticamente variación con respecto a los porcentajes generales, dominando la “no restauración” como tónica general de la situación patológica de fachadas.

5.2.2.3.—En las **reparaciones propuestas** (gráfico 23) aparecen ciertas variaciones de interés. **Sobre la causa**, existe un aumento evidente de propuestas de actuación sobre las indirectas (del 41 % al 80 %), lo que se acerca más a la lógica de la realidad, según quedó comentado con anterioridad.

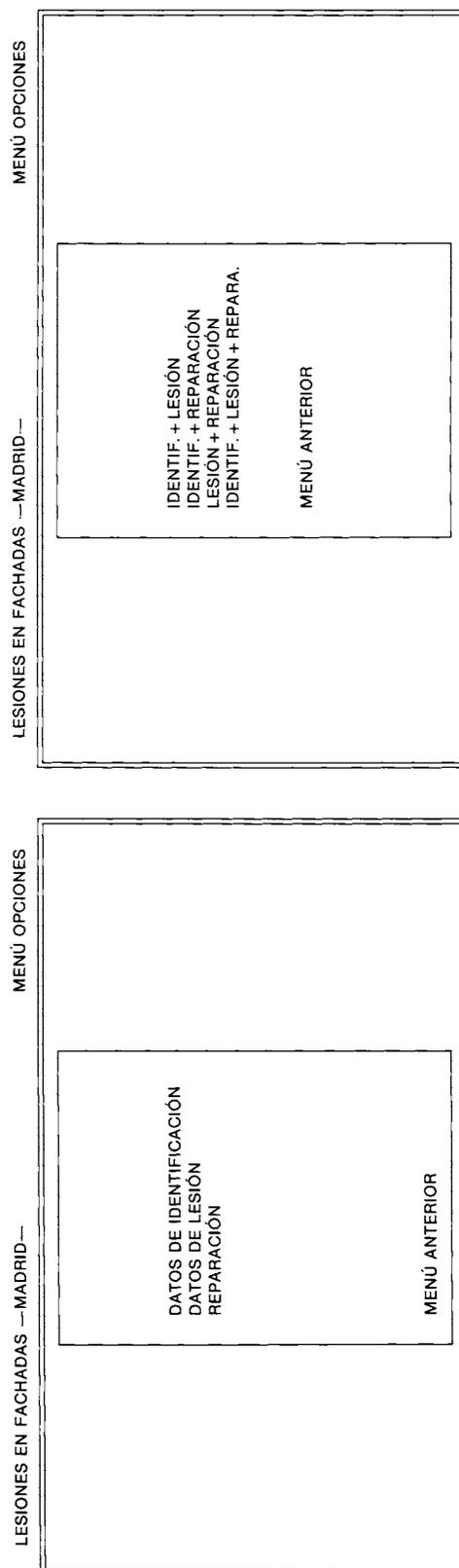
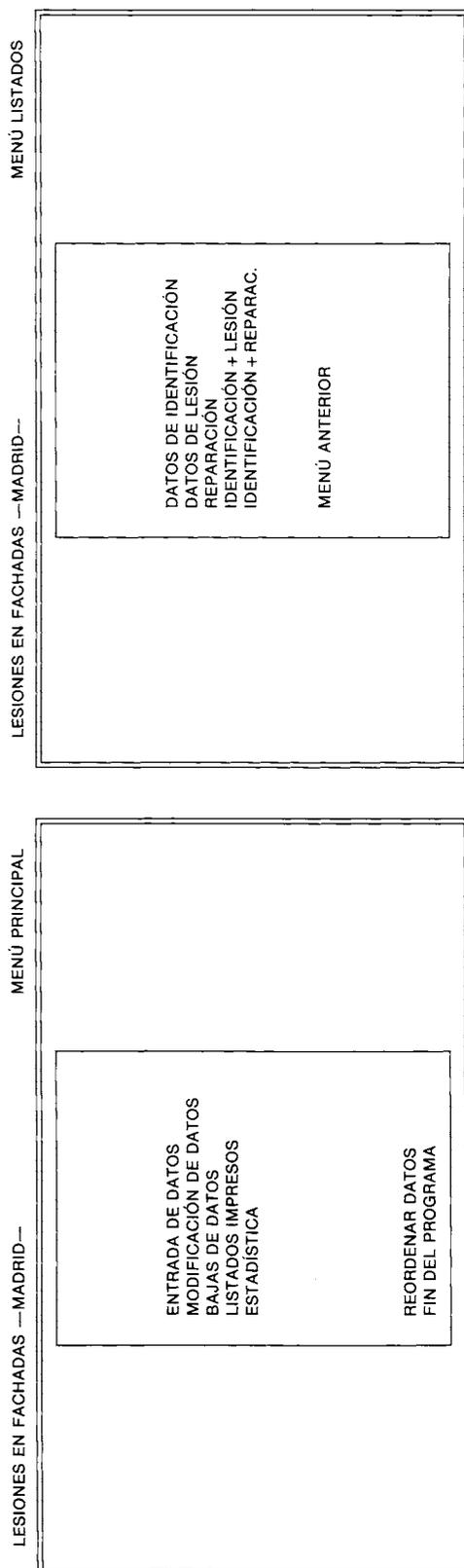
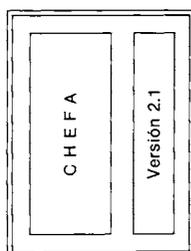
**Sobre el efecto**, hay un claro aumento de propuestas de “sustituir” (del 19 % al 28 %) y uno ligero de “reponer” (del 36 % al 40 %), mientras que descienden los de “revestir” (del 31 % al 20 %), todo lo cual resulta lógico si consideramos el tipo de lesión y sus efectos.

5.2.2.4.—En la **prevención**, por último, se reproducen las variaciones que habíamos encontrado en las causas indirectas (gráfico 24) incrementándose las medidas de “ejecución” (del 15 % al 20 %) y de “puesta en obra” (del 8 % al 14 %), lo que nos obliga a pensar en la necesidad de cuidar especialmente la ejecución de los acabados, en general.

En definitiva, pues, podemos resumir confirmando la importancia de la acción de los agentes atmosféricos en los desprendimientos, lo que coincide con la relevancia apuntada del nivel de exposición, así como la necesidad evidente de cuidar la ejecución de los acabados y el material empleado, como medidas de prevención para evitar la lesión.

## ANEJO 1 PANTALLAS TIPO DEL PROGRAMA

CHEQUEO CONSTRUCTIVO DE LAS FACHADAS DE MADRID



## LESIONES EN FACHADAS —MADRID— ENTRADA DE DATOS

DIRECCIÓN	
Calle y Número	
ZONA GRUPO:	Nº ficha: 4891
FECHA:	/ /

## LESIONES DE FACHADAS —MADRID— ENTRADA DE DATOS

1. ESTADO DE CONSERVACIÓN	
1.1. NUEVA	1.4. MEDIA
1.2. RESTAURADA	1.5. MALA
1.3. BUENA	1.6. PÉSIMA

Pulsar F9 — Señalar F10 — No señalar:

## LESIONES EN FACHADAS —MADRID— ENTRADA DE DATOS

2. USO	
2.1. RESID. EN PROP. HOR.	2.5. DOTACIONAL
2.2. RESID. EN ALQUILER	2.6. INDUSTRIA
2.3. COMERCIAL	2.7. MIXTO
2.4. OFICINA	2.8. SINGULAR

Pulsar F9 — Señalar F10 — No señalar:

## LESIONES DE FACHADAS —MADRID— ENTRADA DE DATOS

3. EDAD DE LA FACHADA	
3.1. ANTERIOR A 1800	
3.2. ENTRE 1800 - 1900	
3.3. ENTRE 1900 - 1940	
3.4. ENTRE 1940 - 1970	
3.5. POSTERIOR A 1970	

Pulsar F9 — Señalar F10 — No señalar:

## LESIONES EN FACHADAS —MADRID— ENTRADA DE DATOS

4. EXISTENCIA DE LESIÓN	
4.1. SIN LESIONES	
4.2. UNA LESIÓN	
4.3. MÁS DE UNA LESIÓN	

Pulsar F9 — Señalar F10 — No señalar:

## LESIONES DE FACHADAS —MADRID— ENTRADA DE DATOS

5. NIVEL DE CONTAMINACIÓN	
5.1. SO <sub>2</sub> ALTO	
5.2. SO <sub>2</sub> MEDIO	
5.3. SO <sub>2</sub> BAJO	

Pulsar F9 — Señalar F10 — No señalar:

## LESIONES EN FACHADAS —MADRID— ENTRADA DE DATOS

6. ORIENTACIÓN	
6.1. NORTE	6.5. SUR
6.2. NORESTE	6.6. SUROESTE
6.3. ESTE	6.7. OESTE
6.4. SURESTE	6.8. NOROESTE

Pulsar F9 — Señalar F10 — No señalar:

## LESIONES DE FACHADAS —MADRID— ENTRADA DE DATOS

7. MATERIALES PRINCIPALES	
7.1. LADRILLO VISTO	7.6. PIEDRA MACIZA
7.2. ENFOSCADO	7.7. PIEDRA CHAPADA
7.3. REVOCO	7.8. HORMIGÓN SITU.
7.4. PLAQUETA CERAM.	7.9. HORMIGÓN PREF.
7.5. METAL	7.10. MADERA

Pulsar F9 — Señalar F10 — No señalar:

LESIONES EN FACHADAS —MADRID—

MENÚ PORCENTAJES

<p>ESTADO DE CONSERVACIÓN USO EDAD EXISTENCIA DE LESIÓN NIVELES DE CONTAMINACIÓN ORIENTACIÓN MATERIALES PRINCIPALES COMENTARIOS</p> <p>MENÚ ANTERIOR</p>
--

LESIONES EN FACHADAS —MADRID—

REPARACIÓN: MENÚ PORCENTAJES

<p>LESIÓN CAUSAS INDIRECTAS CAUSAS DIRECTAS RESTAURAC. PRACTICADAS REPARACIÓN PROPUESTA PREVENCIÓN</p> <p>MENÚ ANTERIOR</p>
---

LESIONES EN FACHADAS —MADRID—

MENÚ PORCENTAJES

<p>DATOS DE IDENTIFICACIÓN DATOS DE LESIÓN DATOS DE REPARACIÓN INFORMES SENCILLOS INFORMES COMBINADOS</p> <p>MENÚ ANTERIOR</p>
--

## LESIONES EN FACHADAS —MADRID—

## INFORMES SENCILLOS

ESTADO	USO	EDAD	LESIONES	SO <sub>2</sub>	PART	CO
NUEVA	RES. PROP. HOR.	ANT. 1800	SIN LESIÓN	ALTO	ALTO	ALTO
RESTAURADA	RES. ALQUILADA	1800 - 1900	UNA LESIÓN	MEDIO	MEDIO	MEDIO
BUENA	COMERCIAL	1900 - 1940	2 ó MÁS	BAJO	BAJO	BAJO
MEDIA	OFICINA	1940 - 1970				DESC.
MALA	ENSEÑANZA	POST. 1970				
PÉSIMA	INDUSTRIA					
	MIXTO					
	SINGULARES					
ORIENT. 1	ORIENT. 2	ORIENT. 3	MATERIAL 1	MATERIAL 2	MATERIAL 3	
NORTE	NORTE	NORTE	LADRILLO VISTO	LADRILLO VISTO	LADRILLO VISTO	
NORESTE	NORESTE	NORESTE	ENF. + PINT.	ENF. + PINT.	ENF. + PINT.	
ESTE	ESTE	ESTE	REVOCO	REVOCO	REVOCO	
SURESTE	SURESTE	SURESTE	PLA. CER.	PLA. CER.	PLA. CER.	
SUR	SUR	SUR	METAL	METAL	METAL	
SUROESTE	SUROESTE	SUROESTE	PIEDRA MAZ.	PIEDRA MAZ.	PIEDRA MAZ.	
OESTE	OESTE	OESTE	PIEDRA CHA.	PIEDRA CHA.	PIEDRA CHA.	
NOROESTE	NOROESTE	NOROESTE	HORM. IN SITU	HORM. IN SITU	HORM. IN SITU	
			HORM. PREF.	HORM. PREF.	HORM. PREF.	
			MADERA	MADERA	MADERA	
			SALIR			

Elija opción. Usar &lt;— y —&gt;. Para seleccionar pulsar &lt;ENTER&gt;

## LESIONES EN FACHADAS —MADRID—

## INFORMES SENCILLOS

LESIÓN	CAUSAS DIRECTAS	CAUSAS INDIRECTAS	RESTAURACIONES
HUMEDAD	PROYECTO	LES. PREVIA	NINGUNA
GRIETA	DIS. CONST.	AG. ATMOSF.	NUE. REVEST.
FISURA	EJECUCIÓN	CONTAMINACIÓN	SUSTITUCIÓN
DESPRENDIMIENTO	MATERIAL	ESFUERZO MECÁNICO	REPOSICIÓN
EROSIÓN	MANTENIMIENTO	OTROS	NUEVO ELEMENTO
EFLORESCENCIA			
CORROSIÓN			
SUCIEDAD			
ORGANISMOS			
PROPUESTA/CAUSA	PROPUESTA/EFECTO	PREVENCIÓN	
DIRECTA	REVESTIR	PROYECTO	
INDIRECTA	SUSTITUIR	DIS. CONST.	
	REPONER	EJECUCIÓN	
	NUEVO ELEMENTO	PUESTA EN OBRA	
		MANTENIMIENTO	

SALIR

## LESIONES EN FACHADAS —MADRID—

## INFORMES SENCILLOS

MATERIAL 1	MATERIAL 2	MATERIAL 3	ELEMENTO 1	ELEMENTO 2	ELEMENTO 3
LADRILLO VISTO	LADRILLO VISTO	LADRILLO VISTO	ZÓCALO	ZÓCALO	ZÓCALO
ENF. + PINT.	ENF. + PINT.	ENF. + PINT.	PAÑO CIEGO	PAÑO CIEGO	PAÑO CIEGO
REVOCO	REVOCO	REVOCO	CORNISA	CORNISA	CORNISA
PLA. CER.	PLA. CER.	PLA. CER.	BARANDILLA	BARANDILLA	BARANDILLA
METAL	METAL	METAL	BALCÓN	BALCÓN	BALCÓN
PIEDRA MAZ.	PIEDRA MAZ.	PIEDRA MAZ.	VENT. PUERT.	VENT. PUERT.	VENT. PUERT.
PIEDRA CHA.	PIEDRA CHA.	PIEDRA CHA.	MOLD. VERT.	MOLD. VERT.	MOLD. VERT.
HORM. SITU	HORM. SITU	HORM. SITU	MOLD. HOR.	MOLD. HOR.	MOLD. HOR.
HORM. PREF.	HORM. PREF.	HORM. PREF.	ESTR. VIS.	ESTR. VIS.	ESTR. VIS.
MADERA	MADERA	MADERA	ELEM. SUEL.	ELEM. SUEL.	ELEM. SUEL.
LESIÓN			GENERAL	GENERAL	GENERAL
HUMEDAD	LOCALIZ. 1	LOCALIZ. 2	EXPOSICIÓN		
GRIETA	0 - 4 m	CENTRAL	Ex. -1a		
FISURA	4 - 10 m	LATERAL	Ex. -1b		
DESPRENDIMIENTO	10 -- m	ESQUINA	Ex. -2a		
EROSIÓN	gene. v.	GEN. H.	Ext. -2b		
EFLORESCENCIA					
CORROSIÓN					
SUCIEDAD					
ORGANISMOS					

SALIR

CUADRO 1  
DATOS ESTADÍSTICOS PRIMARIOS SOBRE LESIONES Y SUS CAUSAS

LESIÓN	%	CAUSAS			
		DIRECTAS		INDIRECTAS	
Humedad	14				
Grieta	6	Lesión previa	17	Proyecto	27
Fisura	9	Agente atmosférico	46	Diseño constructivo	23
Desprendimiento	23	Contaminación	14	Ejecución	13
Erosión	8	Esfuerzo mecánico	18	Material	9
Eflorescencia	5	Otras	5	Mantenimiento	28
Corrosión	8				
Suciedad	22				
Organismos	5				

ANEJO 2  
DATOS ESTADÍSTICOS  
MÁS SIGNIFICATIVOS

CUADRO 2  
DATOS ESTADÍSTICOS PRIMARIOS DE IDENTIFICACIÓN Y LESIÓN

DATOS DE IDENTIFICACIÓN

ESTADO DE CONSERVACIÓN	%	USO	%	EDAD	%	EXISTENCIA DE LESIÓN	%	NIVEL DE CONTAMINACIÓN			ORIENTACIÓN	%	MATERIALES PRINCIPALES	%	
								SO <sub>2</sub> %	Part %	CO %					
Nueva	3	Residencial (Propiedad)	47	≤ 1800	1	Sin lesión	11				N	13	Ladrillo visto	25	
Restaurada	10	Residencial (Alquiler)	11	1800-1900	14	1 lesión	15	Alto	36	1	4	NE	9	Enfoscado	12
												E	18	Revoco	27
Buena	14	Comercial	4	1900-1940	30	> 2 lesiones	74	Medio	55	31	29	SE	9	Plaqueta cerámica	3
Media	49	Oficina	5									S	14	Metal	13
Mala	20	Dotacional	4									SO	10	Piedra (maciza)	3
Pésima	4	Industria	2	1940-1970	40			Bajo	9	68	10	O	18	Piedra (chapada)	11
		Mixto	27									NO	9	Hormigón in situ	1
				≥ 1970	15			Sin datos	—	—	57			Hormigón prefabricado	2
														Madera	3

DATOS DE LESIÓN

MATERIAL	%	ELEMENTO CONSTRUCTIVO	%	LOCALIZACIÓN	%	NIVEL DE EXPOSICIÓN	%
Ladrillo visto	13	Zócalo	8	VERTICAL		1 a	20
Enfoscado	15	Paño ciego	24	De 0 a 4 m	28	1 b	34
Revoco	31	Cornisa	11	De 4 a 10 m	23	2 a	33
Estuco	4	Barandilla	5	Más de 10 m	18	2 b	13
Horm. "in situ"	2	Balcón	21	General vert.	31		
Horm. "prefabric."	3	Ventana/puerta	2	HORIZONTAL			
Piedra (maciza)	2	Moldura vert.	2	Central	23		
Piedra (chapada)	8	Moldura horiz.	8	Lateral	19		
Plaq. cerámica	4	Estruct. vista	1	Esquina	10		
Pintura	9	Elemen. suelto	2	General hor.	48		
Metal	8	General	10				
Madera	2						

ESTUDIO DE LESIÓN

RESTAURACIONES PRACTICADAS	%	REPARACIÓN PROPUESTA	%	PREVENCIÓN	%
Ninguna	73	SOBRE CAUSA		En proyecto	26
Nuevo revest.	9	Directa	51	En diseño cons.	22
Sustitución	6	Indirecta	49	En ejecución	15
Reposición	7	SOBRE EFECTO		En puesta obra	8
Nuevo elemen.	5	Revestir	31	En manteniemi.	29
		Sustituir	19		
		Reponer	36		
		Nuevo elemnt.	14		

**CUADRO 3**  
**ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE ALGUNOS FACTORES COMPLEMENTARIOS**  
**PARA LA LESIÓN DESPRENDIMIENTO**

POR MATERIAL	%	POR ELEMENTO CONSTRUCTIVO	%	POR LOCALIZACIÓN	%	NIVEL DE EXPOSICIÓN	%
Ladrillo visto	15	Zócalo	6	VERTICAL		1a	21
Enfoscado	16	Paño ciego	22	De 0 a 4 m	27	1b	33
Revoco	31	Cornisa	17	De 4 a 10 m	27	2a	33
Estuco	5	Barandilla	3	Más de 10 m	23	2b	13
Hormigón "in situ"	1	Balcón	22	General vertical	23		
Hormigón "prefabricado"	2	Ventana/puerta	9	HORIZONTAL			
Plástico	—	Moldura vertical	3	Central	27		
Piedra (maciza)	1	Moldura horizontal	9	Lateral	19		
Piedra (chapada)	6	Estructura vista	3	Esquina	15		
Plaqueta cerámica	9	Elemento suelto	—	General horizontal	39		
Pintura	19	General	6				
Metal	4						
Madera	1						

**CUADRO 4**  
**ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS PROCESOS PATOLÓGICOS RELATIVOS A DESPRENDIMIENTOS**  
**Y SUS PROPUESTAS DE REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO**

CAUSAS DIRECTAS		CAUSAS INDIRECTAS		RESTAURACIÓN PRACTICADA		REPARACIÓN PROPUESTA			PREVENCIÓN		
	%		%		%	Sobre la Causa	%	Sobre el efecto	%		%
Lesión previa	33	Proyecto	24	Ninguna	72	Directa	20	Revestir	20	En proyecto	23
Agente atmosférico	44	Diseño constructivo	22	Revestimiento	9	Indirecta	80	Sustituir	28	En diseño constructivo	23
Contaminación	9	Ejecución	19	Sustitución	5			Reponer	40	En ejecución	20
Esfuerzo mecánico	18	Material	14	Reposición	9			Nuevo elemento	12	En puesta en obra	14
Otras	6	Mantenimiento	21	Nuevo elemento	5					En mantenimiento	20

\* \* \*