

REPARACIÓN DE FACHADAS DEL HOSPITAL “SON DURETA”

REPAIR OF THE FAÇADES OF THE “SON DURETA” HOSPITAL

Juan Monjo Carrió
director.ietcc@csic.es

Resumen

La presencia de fisuras y desprendimientos de los chapados de piedra y de mosaico cerámico, de las fachadas del hospital “Son Dureta” (Palma de Mallorca), motivó la redacción de un primer informe sobre estas lesiones en mayo de 1999. Siendo la causa principal el deterioro de los elementos de unión entre la estructura (vigas, pilares y forjados) y el cerramiento hecho con ladrillo hueco, además de la falta de juntas de dilatación del cerramiento, de los acabados, y de la propia estructura. La reparación de las fachadas se llevó a cabo durante 2002, y en este artículo se explican el proceso patológico y las soluciones de reparación adoptadas.

Summary

In May 1999 a first report about the pathology of the façades of the “Son Dureta” Hospital (Palma de Mallorca – Spain) was made as a consequence of several detachments of external pieces, as well as general cracking of the façade. The main pathology, was due to the poor bonding between structural elements (beams, columns and horizontal slabs) and façade walls, and the lack of jointing seams for the walls and for the external veneers, beside the structural ones. The repair of the façades has been carried out during 2002. This article explains the pathology of the façades of the building, detachments and cracking, and the different solutions being used.

1. Introducción

Se trata de un conjunto hospitalario formado por una serie de edificios construidos entre los años 1956 y 1980, normalmente a base de una estructura de pilares y vigas de acero y forjado de viguetas y bovedillas, y un cerramiento de fachada de ladrillo hueco con acabado exterior de mosaico cerámico combinado con franjas de chapado de piedra natural, especialmente en embocaduras de ventanas y balcones, zócalos y cornisas.

1. Introduction

The hospital, composed by several buildings ranging from 1956 (the older) to 1980 (the newest) consists of a steel structure (columns and beams) and a brick closing wall, with a ceramic mosaic veneer as cladding, and natural stone pieces which define some lines, like window and balcony borders, and upper cornices.

Las principales lesiones a reparar eran:

- Desprendimientos de:
 - Frontes de chapado de piedra en balcones circulares.
 - Embocaduras de piedra en ventanas.
- Fisuras y desprendimientos del mosaico cerámico
- Grietas en fachadas:
 - Horizontales, en coronaciones y zonas centrales
 - Verticales, en esquinas y zonas intermedias

Para ello se llevaron a cabo las actuaciones de reparación que se indican a continuación.

2. Desprendimiento del chapado de piedra en frentes de balcones circulares

2.1. Lesiones observadas

- Desprendimiento de algunas de las piezas del chapado.
- Fisuración circular en el pavimento de algunos balcones.
- Fisuras verticales entre piezas del chapado.

Estas lesiones aparecían como combinación de tres procesos simultáneos:

- Aumento de la longitud del frente circular del balcón como resultado de la expansión por temperatura y humedad
- Filtración del agua de lluvia por las fisuras
- Hidroxidación de los anclajes metálicos.



The main failures to be repaired were:

- *Detachments of:*
 - *stone borders in circular balconies.*
 - *stone pieces in window frames.*
- *Fissures and detachments of ceramic mosaic veneer*
- *Cracking in façades:*
 - *Horizontal, at the top and central areas*
 - *Vertical, at the corners and middle zones*

As a consequence, the repair actions were developed as follows.

2. Detachments of stone pieces at the borders of circular balconies

2.1. Failures observed

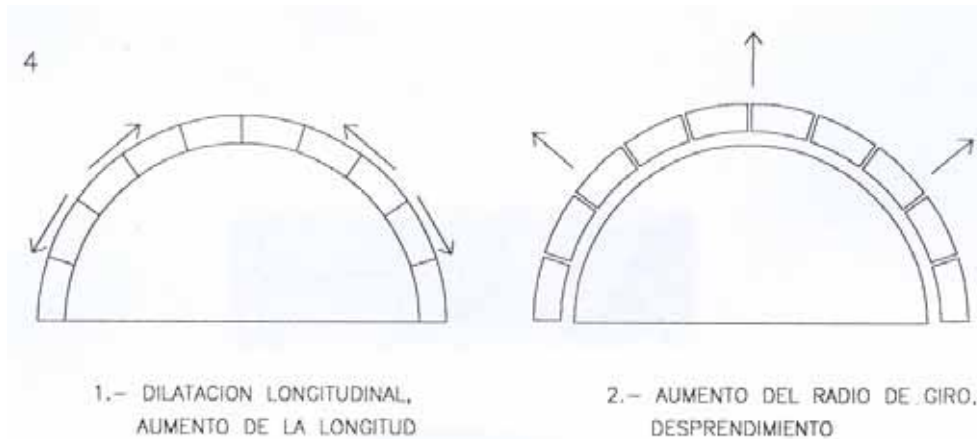
The specific failures observed were:

- *Detachment of some border pieces*
- *Circular cracking in the upper surface (pavement).*
- *Vertical cracking in between stone pieces*

The failures occurred due to the combination of three processes:

- *Increase of the circular size of the border as a result of temperature and moisture expansion*
- *Rain water infiltration through the cracking in the upper part*
- *Corrosion of the steel clamping.*





2.2. Actuaciones de reparación

Actuaciones que se llevaron a cabo:

- Apertura de juntas de dilatación, para evitar nuevas fisuras
- Anclaje del chapado de piedra
- Moldeo de nuevas piezas ("in situ" o a pié de obra) con morteros especiales

El proceso de reparación se desarrolló con los siguientes pasos:

2.2.1. Reparación del frente circular

Teniendo en cuenta los procesos mencionados más arriba (expansión, fisuración, filtración e hidroxidación) la reparación consistió en:

- Retirada de todas las piezas del chapado
- Colocación de una pletina de aluminio (30 x 2 mm) para establecer una independencia y asegurar una junta de dilatación circular entre el pavimento de los balcones y el chapado de piedra de los frentes.
- Anclaje de las piezas de piedra originales recuperadas (<30%) mediante dos pernos pasantes (10/30) para cada una
- Colocación de las nuevas piezas necesarias para completar el chapado (70%) con dos variantes:
 - Moldeo "in situ" de nuevas piezas mediante morteros especiales armados con malla de acero inoxidable anclada al frente de la losa horizontal del balcón.

2.2. Repair activities

The repair activities carried out consisted of:

- *Opening jointing seams, in order to avoid new cracks*
- *Fixing the existing stone pieces*
- *Fitting new pieces ("in situ" or on site) with special precast mortars*

The process of reparation included the following steps:

2.2.1. Circular border repair

According to the failure problems mentioned above (expanding, cracking, infiltration and corrosion) the reparation consisted on:

- *Taking out all the stone pieces*
- *Introducing an aluminium lath (30x2mm) to establish circular jointing seam between pavement and stone border.*
- *Placing new anchorage of original stone pieces with stainless steel bolts (10/30) through them.*
- *Casting "in situ" new stone pieces out of special reinforced mortar with stainless steel mesh anchored to the concrete slab*
 - *Precasting new pieces on site with the same special mortar and mesh reinforcement, anchoring them to the concrete slab with bolts.*

- Prefabricación de nuevas piezas a pié de obra con los mismos materiales, para su posterior colocación en los frentes circulares, ancladas con los mismos tornillos que las piezas de piedra natural.
- Apertura de juntas de dilatación vertical (juntas radiales) entre piezas, para evitar nuevas fisuras.

2.2.2. Protección contra la filtración del agua de lluvia

Dicha protección supuso:

- Sellado de las nuevas juntas (circulares y radiales) con silicona neutra.
- Impermeabilización de las superficies del pavimento de los balcones mediante imprimación mineral especial.
- Imprimación impermeable especial de los techos de los balcones de última planta con pinturas transparentes de silicona.

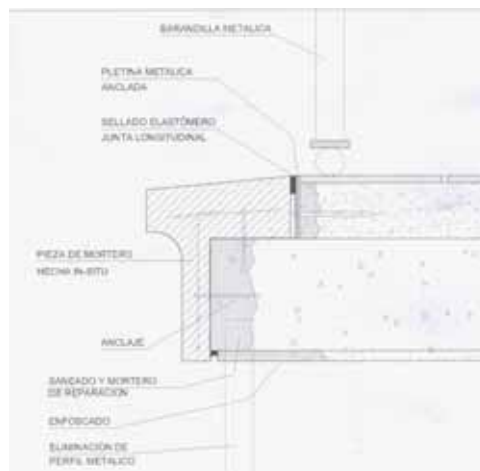
- Precasting new pieces on site with the same special mortar and mesh reinforcement, anchoring them to the concrete slab with bolts.

- Opening vertical jointing seams (radial) in between the border pieces, in order to avoid new cracking

2.2.2. Protection against rainwater infiltration

The reparation included:

- Sealing all new jointing seams (circular and radial) with neutral silicone.
- Waterproofing of pavement surface with special mineral priming.
- Special priming of top balconies with elastic transparent painting.



3. Desprendimiento de los chapados de piedra en las emboaduras de las ventanas

3.1. Problemas observados

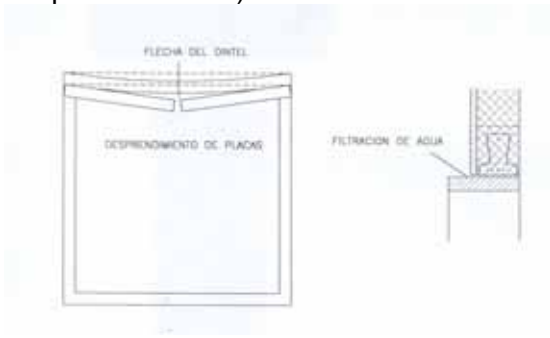
- Filtración de agua de lluvia a través de los dinteles de piedra.
- Corrosión de los anclajes originales.
- Fisuración y desprendimiento de las placas de piedra de los dinteles.

3. Detachments of stone pieces at the windows external frames

3.1. Failures observed

- Rain water infiltration through the lintel stone pieces.
- Corrosion of original clamping.
- Detachment and cracking of lintel stone pieces.

Por otra parte, se observó un nuevo problema durante las obras, a saber, los dinteles estructurales en uno de los edificios estaba resuelto con perfiles metálicos continuos, afectados por un alto nivel de corrosión debido a la filtración del agua de lluvia. En definitiva, los problemas observados se debían a la filtración y sus consecuencias (corrosión y desprendimientos).



3.2. Actuaciones de reparación

Las actuaciones de reparación consistieron en:

- Reparación de los dinteles estructurales.
- Reanclado de las placas de piedra.
- Completar las piezas faltantes.
- Sellado e impermeabilización de la parte superior de los dinteles para evitar la filtración.

Para ello se siguieron los siguientes pasos:

In addition, a new problem was observed when working; that is, the structural lintels in one of the buildings were made of continuous steel profiles and were damaged with a high degree of corrosion because of water infiltration. These failures were due to the rainwater infiltration and its consequences (corrosion and detachments).



3.2. Repair activities

The repairing activities basically consisted on:

- *Repairing of structural lintels*
- *Fixing existing stone pieces*
- *Adding new stone pieces*
- *Sealing again the upper side of stone lintels to prevent water infiltration*

In order to achieve all this, the following steps were carried out:

3.2.1. Limpieza y reparación de los dinteles metálicos

Esta operación incluía:

- Levantado del mosaico cerámico sobre los dinteles metálicos. Para ello, se fijó previamente dicho mosaico con malla de fibra de vidrio adherida con pintura de silicona transparente para facilitar su reposición.
- Limpieza de los perfiles metálicos hasta eliminar todo resto de hidróxido y posterior aplicación de un "convertidor" para protegerlo de futuras oxidaciones y posibilitar la colocación del nuevo mosaico.
- Corte de los perfiles metálicos cada 6 m para prevenir dilataciones excesivas.
- Reposición del mosaico exterior.

3.2.2. Reparación de la embocadura de piedra

La reparación incluía:

- Reanclado individual de las piezas existentes, tanto en dinteles como en jambas, con dos pernos por pieza (10x110).
- Reposición de piezas rotas con otras nuevas del mismo origen.

3.2.3. Impermeabilización de los dinteles de las embocaduras

Como quiera que la ausencia de impermeabilización en esas zonas era la causa original de los problemas patológicos observados, resultaba necesario impermeabilizar el encuentro superior entre la fachada y la embocadura de las ventanas.

Para ello se dieron los siguientes pasos:

- Apertura de la junta superior horizontal.
- Sellado de la misma con silicona neutra.
- Hidrofugación de la parte superior mediante imprimación de polisiloxanos.

3.2.1. Cleaning and repair of steel structural lintels

The operation included:

- *Taking off the ceramic mosaic over the steel lintels. In order to cut it, a previous fixing with glass fibre mesh and elastic paint was applied.*
- *Cleaning steel profiles to eliminate all rust, and protecting them against corrosion with "oxide converter" to prevent corrosion and help adherence of new ceramic mosaic.*
- *Cutting steel profiles every 6 m to prevent excessive expansion.*
- *New ceramic mosaic.*

3.2.2. Repair of stone pieces

The reparation included:

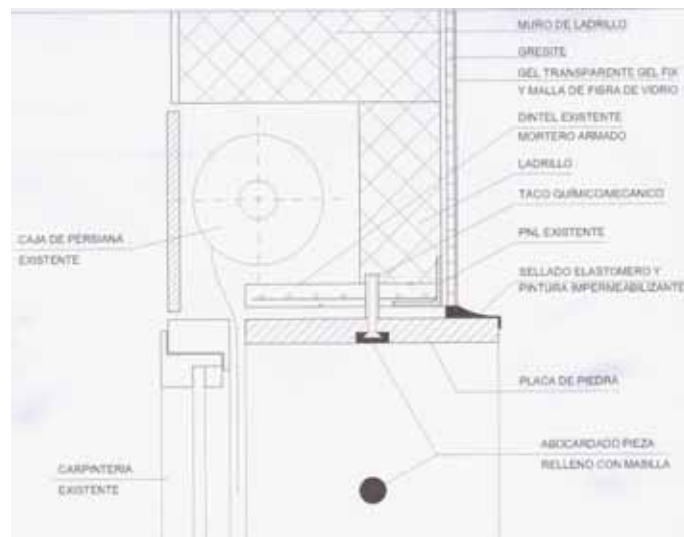
- *Individual anchorage for all existing pieces, lintels as well as jamb pieces, with two bolts each (10x110)*
- *Replacing all broken or fallen pieces, using the same stone type*

3.2.3. Waterproofing of lintels pieces

As the lack of waterproofing had been the original cause of the pathological problem, it was necessary to waterproof the joint between the lintel pieces and the façade.

In order to do so, the following operations were performed:

- *Opening up the horizontal joint.*
- *Sealing it with neutral silicone.*
- *Waterproofing the upper side of the lintel using polysiloxane coating.*



4. Fisuración y desprendimiento del mosaico cerámico

4.1. Problemas observados

Presencia de fisuras generalizadas debidas a:

- Retracción del mosaico por variaciones de temperatura y humedad
- Movimientos generales del cerramiento de fachadas
- Filtración de agua de lluvia

Estos problemas afectaban, especialmente, a las partes altas de las fachadas, aunque no provocaban desprendimientos, en general.

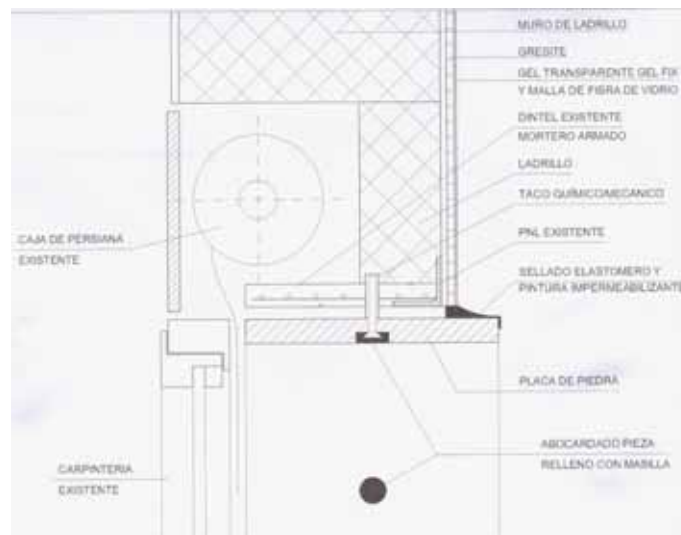
4. Fissures and detachment on ceramic mosaic

4.1. Failure observed

The building presented extended and uniform fissures due to:

- *Shrinking as a consequence of temperature and moisture variation in the mosaic*
- *General movements of the façade envelope*
- *Rain water infiltration*

Mainly, these failures affected the upper part of façades but did not produce detachments.



4. Fisuración y desprendimiento del mosaico cerámico

4.1. Problemas observados

Presencia de fisuras generalizadas debidas a:

- Retracción del mosaico por variaciones de temperatura y humedad
- Movimientos generales del cerramiento de fachadas
- Filtración de agua de lluvia

Estos problemas afectaban, especialmente, a las partes altas de las fachadas, aunque no provocaban desprendimientos, en general.

4. Fissures and detachment on ceramic mosaic

4.1. Failure observed

The building presented extended and uniform fissures due to:

- *Shrinking as a consequence of temperature and moisture variation in the mosaic*
- *General movements of the façade envelope*
- *Rain water infiltration*

Mainly, these failures affected the upper part of façades but did not produce detachments.

4.2. Actuaciones de reparación

- Refuerzo superficial
- Impermeabilización

4.2.1. Refuerzo superficial

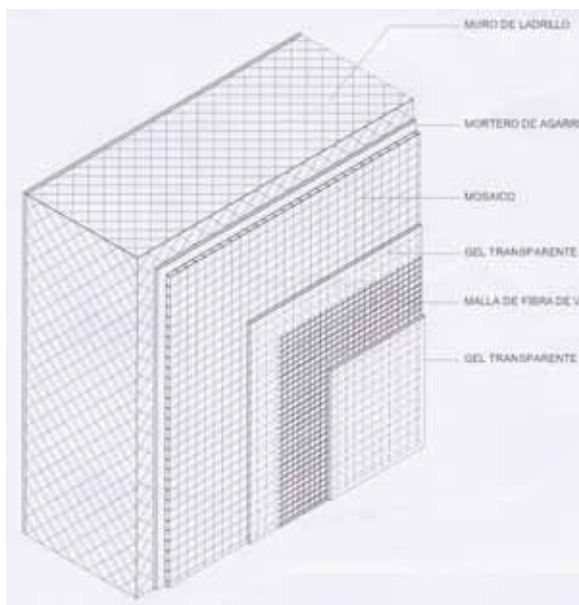
Se aplicó sobre las zonas más expuestas (coronaciones y esquinas) así como en las partes de las fachadas coincidentes con elementos estructurales con posibles movimientos elásticos (pilares, vigas y forjados) con las siguientes acciones:

- Hidrolavado a presión con un 20% de detergente neutro.
- Protección con gel elástico de silicona.
- Refuerzo con malla de fibra de vidrio.
- Nueva capa de gel elástico de silicona.

4.2.2. Impermeabilización.

Se aplicó una impermeabilización general, incluidas impostas de mortero, con:

- Imprimación general con polisiloxanos.
- Sellado de los bordes superiores de los paños de mosaico mediante silicona neutra.



4.2. Repair activities

- Surface reinforcement
- Waterproofing

4.1.1. Surface reinforcement

Applied over the most exposed zones (top lines and corners) as well as on the parts of the façade covering structural elements with possible elastic movements (beams and slabs) the operations carried out were:

- High pressure water cleaning with 20% detergent
- Elastic gel coating
- Reinforcement with fibre glass mesh
- Final elastic gel coating

4.1.2. Waterproofing.

General waterproofing, including mortar lines, was applied using:

- Polysiloxane general coating
- Sealing of panel borders with neutral silicone.



5. Grietas horizontales

Se observaron dos tipos de grietas horizontales, según su localización:

- En la coronación de los edificios, donde las fachadas se unen a la estructura horizontal de última planta.
- En puntos intermedios de los muros, en los encuentros con vigas y forjados.

5.1. Problemas observados

Lesiones clasificadas en función de su localización:

- En coronación,
 - Grietas horizontales coincidiendo con la cara inferior de los forjados.
 - Desplazamiento de los petos hacia el exterior.
-
- En zonas intermedias,
 - Grietas horizontales, coincidentes normalmente con la cara superior de los forjados.

Como causa principal de esos problemas, una combinación de cuatro procesos patológicos simultáneos:

- Una unión excesivamente rígida entre estructura y fachada, con reducción del espesor de esta última y, en consecuencia, aumento de su vulnerabilidad.
- Dilatación de la estructura horizontal de coronación.
- Dilatación y contracción de las fachadas en las partes altas.
- Movimientos elásticos de la estructura.

5.2. Actuaciones de reparación.

La reparación consistirá en:

- Convertir las grietas en juntas de dilatación
- Fijar la fachada a la estructura horizontal.
- Apertura de nuevas juntas de dilatación verticales.

5. Horizontal cracking

Two different types of cracks have been observed depending on the location:

- *at the top of the building, where the façade joins with the top structural slab and*
- *in the middle area of the walling, where the façade joins with middle structural slabs*

5.1. Failures observed

The failures found, depending on the location, were:

- *At the top of the building,*
 - *Horizontal cracking, normally coinciding with the bottom part of the slab.*
 - *Upper part of the façade moving towards the outside.*
- *In the middle area,*
 - *Horizontal cracking, normally coinciding with the top side of the slab.*

The main reason for the whole problem was the result of a combination of four processes:

- *A too rigid joint between structure and façade, diminishing the thickness of that one and, therefore, increasing its feebleness*
- *Structural elastic movements*
- *Expansion of horizontal structure at the upper lines*
- *Expansion and shrinkage of façade at the top parts*

5.2. Repair activities.

In both cases the reparation consisted on:

- *Converting the cracks in jointing seams*
- *Fixing the façade to the horizontal structure*
- *Opening new vertical jointing seams*

5.2.1. Convertir las grietas en juntas de dilatación

- Obtención de la "línea horizontal media" de las grietas, coincidente normalmente con la cara inferior del forjado en las zonas de coronación, y con la cara superior en las zonas intermedias.
- Corte de todo el espesor del cerramiento a lo largo de cada fachada afectada.
- Fijación de la fachada a la estructura horizontal mediante pletinas de acero inoxidable (60 x 40 mm) colocando dos por cada módulo de fachada.

5.2.2. Apertura de nuevas juntas de dilatación verticales

Nuevas juntas verticales de dilatación en los petos de coronación cada 10 m, aproximadamente, para reducir la dilatación horizontal de los mismos y, en consecuencia, las tensiones de tracción.

5.2.3. Acabado de las juntas.

Sellado de las juntas con silicona neutra, distinguiendo dos sistemas según la localización y el tipo de acabado:

- En el mosaico cerámico,
 - Refuerzo del mosaico con malla de fibra de vidrio y gel elástico de silicona.
 - Corte de la nueva junta horizontal.
 - Reparación de los bordes del mosaico
 - Sellado de la junta con silicona neutra.
- En las franjas de mortero entre paneles de mosaico,
 - Corte de las nuevas juntas horizontales.
 - Reparación de los bordes del mortero.
 - Sellado de la junta con silicona neutra.

5.2.1. Converting the cracks in jointing seams

- *Finding the middle horizontal line, normally coinciding with the bottom part of the slab.*
 - *Cutting the whole thickness of the façade all along the façade.*
 - *Fixing the façade to the horizontal structure with stainless steel laths 60x4 mm (two per façade module).*

5.2.2. Opening new vertical jointing seams

New vertical jointing seams were opened at the top part of the façades, after the last structural slab, every 10 m, in order to avoid horizontal stress when expanding or shrinking.

5.2.3. Finishing the joints.

Sealing up the new jointing seams with neutral silicone; differentiating two different processes, according to the location and the type of finishing:

- *In the ceramic mosaic,*
 - *Reinforcing the mosaic with fibre glass. mesh and elastic gel coating.*
 - *Cutting the new horizontal joint.*
 - *Repairing the mosaic borders.*
 - *Sealing new joints with neutral silicone.*
- *In mortar lines between mosaic panels,*
 - *Cutting the new horizontal joint.*
 - *Repairing the mortar borders.*
 - *Sealing new joints with neutral silicone.*

- Unión excesivamente rígida entre estructura y fachada, con reducción del espesor de esta última y, en consecuencia, aumento de su vulnerabilidad
- Movimientos elásticos de la estructura vertical (pandeo).
- Dilatación y contracción horizontal de las fachadas, debida a cambios de humedad y temperatura.

6.2. Actuaciones de reparación

- Convertir las grietas en juntas de dilatación.
- Fijar la fachada a la estructura vertical
- Apertura de nuevas juntas de dilatación verticales.

6.2.1. Convertir las grietas en juntas de dilatación

- En las esquinas,
 - Abertura de las esquinas desde arriba hasta abajo, llegando hasta el elemento estructural, reforzando previamente el mosaico afectado mediante malla de fibra de vidrio y gel elástico de silicona transparente.
 - Fijación de los paños de fachada a la estructura vertical mediante pletinas de acero inoxidable de 60 x 40 mm, dos por cada altura.
 - Limpieza de las esquinas y adquisición de forma.
 - Hidrofugación del diedro resultante con pintura elástica de silicona, reforzada con fibra de vidrio.
- En zonas intermedias,
 - Refuerzo del mosaico con malla de fibra de vidrio y gel elástico de silicona.
 - Obtención de la "línea vertical media" de las grietas, coincidente normalmente con uno de los lados del pilar.
 - Corte del espesor del cerramiento en toda la vertical de la fachada.
 - Fijación de los paños de fachada a la estructura vertical mediante pletinas de acero inoxidable de 60 x 40 mm, dos por cada altura.

- *A too rigid union between structure and façade, normally diminishing the thickness of the façade and, therefore, making it more feeble.*
- *Elastic movements of structure ("bulging").*
- *Horizontal expansion and shrinkage of the façade due to variation of temperature and moisture.*

6.1. Repair activities

- *Converting the cracks in jointing seams*
- *Fixing the façade to the vertical structure*
- *Opening new vertical jointing seams*

6.2.1. Converting the cracks in jointing seams

- *At the corners,*
 - *Opening up the corner from bottom to top, cutting the façade to make an opening, and reinforcing previous the ceramic mosaic with fibre glass mesh and elastic gel coating.*
 - *Fixing the façade to the vertical structure with stainless steel laths 60x4 mm (two per store height).*
 - *Cleaning up and giving form to the new borders.*
 - *Waterproofing the resulting corner (dihedral) with elastic painting reinforced with fibre glass mesh.*
- *In the middle area,*
 - *Reinforcing the mosaic with fibre glass mesh and elastic gel coating.*
 - *Finding the middle vertical line, normally coinciding with one of the sides of the column.*
 - *Cutting the whole thickness of the façade all along the height of the façade.*
 - *Fixing the façade to the horizontal structure with stainless steel laths 60x4 mm (two per store height).*

6.2.2. Apertura de nuevas juntas de dilatación verticales

En las zonas en las que se consideraba necesario por su longitud nuevas juntas verticales, cada 15 m aproximadamente, coincidentes con pilares de la estructura, con el mismo procedimiento indicado en el punto anterior.

6.2.3. Acabado de las juntas

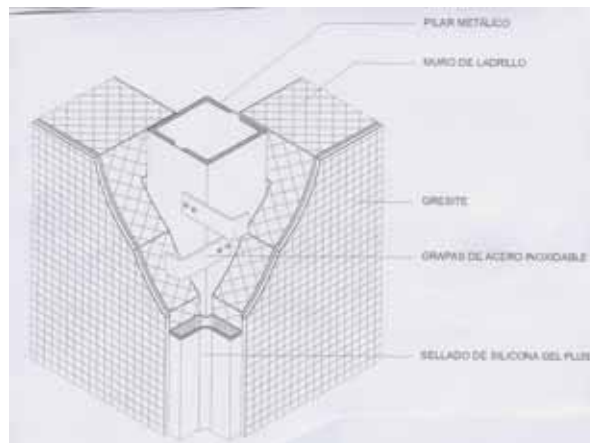
Básicamente, sellado de las juntas con silicona neutra, tanto en esquinas como en zonas centrales, al igual que en las grietas horizontales.

6.2.2. Opening new vertical joint seams

When it was necessary in large façades, every 15 m and coinciding with structural columns, new vertical jointing seams were placed following the same process described above

6.2.3. Finishing the jointing seams

The process consisted of the sealing up of the new joints with neutral silicone. The works were carried out in the two different cases observed, according to the location and type of finishing like in horizontal cracks.



7. Conclusiones

Del análisis de los distintos procesos presentados, se pueden obtener algunas conclusiones básicas:

- **No se deben olvidar las juntas de dilatación propias del cerramiento de fachada, adicionales a las de la estructura a la que se une.**

La distancia entre esas juntas depende, sobre todo, de las condiciones climáticas (temperatura y humedad) a las que va a estar sometido el edificio, así como del material (tipo y espesor) que se utilice.

- **Los acabados superficiales necesitan sus propias juntas de dilatación (retracción) además de las del cerramiento.**

La distancia entre las mismas depende también de las condiciones climáticas y del material y espesor del acabado.

- **La unión entre estructura (vigas, forjados y pilares) y el cerramiento de fachada, no debe ser rígida, y el espesor del cerramiento no se debe reducir al pasar por delante de los elementos estructurales, a fin de no quitarle integridad.**

Juan Monjo Carrió, es Dr. Arquitecto, Catedrático de la Universidad Politécnica de Madrid. Es profesor invitado en diversos cursos y autor de varias publicaciones sobre la patología de cerramientos y acabados. Actualmente es Director del Instituto de Ciencias de la Construcción "Eduardo Torroja".

7. Conclusions

From the analysis of the case study presented some main conclusion can be extracted:

- ***No "closing façade" should be constructed without its own jointing seams, apart from the ones corresponding to the building structure.***

The distance between these seams mainly depends on the climatic conditions (temperature and humidity) to which the building is exposed and the material (type and thickness) being used.

- ***Veneers need their own jointing seams apart from the façade ones.***

The distance between them depends as well on the climatic conditions and materials and thickness of the veneer.

- ***The joint between structural elements (beams and columns) and façade should not be rigid and the thickness of the wall should not be diminished when overpassing the structural elements.***

Juan Monjo Carrió is Doctor in Architecture, Professor of the Universidad Politécnica de Madrid, he is invited teacher in several courses and author of several publications on pathology of closing façades and finishings. Actually he is Head of the Institute of Construction Science "Eduardo Torroja".