

Metodología de rehabilitación de patrimonio histórico en la ciudad de Skikda, Argelia

Methodology of rehabilitation of historical heritage in the city of Skikda, Algeria.

Montserrat BOSCH GONZÁLEZ¹, Joan Ramon ROSELL I AMIGÓ², Oriol MARÍN GORDI³, Albert ALBAREDA VALLS⁴, Jordi MARISTANY CARRERAS⁵

¹ Dep. Construccions Arquitectòniques II, Universitat Politècnica de Catalunya, España, montserrat.bosch@upc.edu

² Dep. Construccions Arquitectòniques II, Universitat Politècnica de Catalunya, España, joan.ramon.rosell@upc.edu

³ Dep. Construccions Arquitectòniques II, Universitat Politècnica de Catalunya, España, oriol.marin@upc.edu

⁴ Dep. Tecnologia de l'Arquitectura, Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona, España, albert.albareda@upc.edu

⁵ Dep. Tecnologia de l'Arquitectura, Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona, España, jordi.maristany@upc.edu

Resumen: Este texto tiene por objetivo presentar las experiencias de colaboración vividas en el proyecto de intervención para la rehabilitación de un conjunto de edificios en la ciudad costera de Skikda (Argelia), a partir de la colaboración Universidad/Empresa.

El proyecto ofrece ciertas singularidades y puede servir como ejemplo de una metodología de actuación cuando se acometen trabajos de cierta envergadura. En este caso, los trabajos han consistido en elaborar toda la documentación necesaria para la elaboración de los proyectos de intervención, estableciendo además una serie de relaciones entre profesionales, el desarrollo de trabajos de investigación, y el diseño e impartición de programas de formación en rehabilitación específicos para los técnicos locales.

Estos trabajos, liderados por el personal docente e investigador (PDI) de la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC), han consistido en la impartición de un curso de formación en rehabilitación de 4 meses de duración para los estudiantes de Máster en Arquitectura y técnicos locales; la asesoría técnica para la puesta en marcha de un laboratorio local para la caracterización de materiales de construcción; la asesoría y realización de la campaña de ensayos sistemática de caracterización de materiales; asesoría en la aplicación de normativa internacional para el cálculo estructural; la investigación y redacción de un estudio histórico de la ciudad; y un Plan de color de las fachadas para la posterior propuesta de intervención cromática del conjunto.

Toda la información generada se ha puesto a disposición de la administración local y de los profesionales encargados de intervenir en el patrimonio arquitectónico de la ciudad, para que así puedan elaborar sus propuestas de rehabilitación sobre unas bases científicamente documentadas.

Consideramos que esta experiencia puede ser replicable en otros proyectos internacionales similares, ya que el conocimiento que se genera desde la Universidad aporta rigor metodológico, herramientas de análisis y transferencia de conocimiento hacia la sociedad, además de añadir valor a los trabajos de diagnosis y rehabilitación de edificios históricos y patrimoniales. La colaboración universidad/empresa y la implicación de estudiantes, profesionales, tanto locales como externos, enriquece los proyectos, ayuda al progreso del conocimiento y refuerza las relaciones entre culturas y sociedades.

Abstract: This text aims to resume the experience of collaboration between the University and the Private Sector (AQUIDOS office) in the context of a project of rehabilitation of several damaged blocks in the coastal city of Skikda, in Algeria.

The project shows different singularities and it is a clear example in terms of methodology of intervention, when dealing with urban projects and heritage. In this case, the works consisted in preparing all the necessary previous documentation in order to elaborate the specific projects of intervention, in stablishing at the same time a relationship between different professionals, carrying out different research studies and in designing and teaching a specific rehabilitation program oriented to local practitioners.

All these works, leaded by different researchers and professors of the Universitat Politècnica de Catalunya (UPC), consisted in: teaching a specific course about rehabilitation techniques during 4 months oriented to Mater Program Students and local practitioners; in a technical assessment to start up a new local Laboratory

of Construction Materials and a continuous assessment and experimental campaign about the mechanical characterization of the materials; in a entire structural assessment about implementing international and local standards and, finally, in researching about the history of the city of Skikda and elaborating a specific plan of color of the facades to decide the final intervention.

All the documentation coming from this project is in hands of local Administration and those professionals who are in charge of the real project, in order that they can define the final solutions based on scientific experiments and real data.

We truly consider that this experience can be repeated in other similar international projects, since the knowledge provided by the University in these cases is a source of methodological rigor, analytical tools and know-how transfer to the society, as well as an added value to any project involving heritage. The active collaboration between University and the Private Sector, the implication of students and practitioners (both local and foreigners), always enriches these projects and pushes the progress of knowledge and the relationships between different cultures.

Palabras-clave: Rehabilitación, investigación, transferencia de conocimiento, internacionalización,

Key words: Rehabilitation, research, transfer of know-how, internationalization.

1. Introducción

A partir de un convenio marco firmado entre la empresa AQUIDOS Arquitectos Técnicos y Gestión SLP y la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC), se formaliza un convenio específico a por el que la empresa manifiesta su interés en la colaboración de la UPC para el desarrollo de un conjunto de tareas y proyectos de diagnóstico y rehabilitación de edificios situados en la Rue Didouche Mourad de la ciudad de Skikda, Argelia.

La ciudad de Skikda está ubicada en la costa mediterránea de Argelia y es un buen ejemplo de ciudad con un pasado de más de 2000 años que ha sufrido distintos avatares hasta su consolidación actual como ciudad portuaria, con el tercer mayor puerto comercial de Argelia después de Argel y Oran y con una intensa actividad social. La ciudad, de unos 160.000 habitantes, conserva todavía algunos restos de edificios de época romana, (en su momento llamada Rusicade), aunque el elemento patrimonial arquitectónico más destacable es el conjunto de edificios correspondientes a la época de refundación de la ciudad por los franceses, en 1838, como campamento militar (renombrada Philippeville). Este conjunto conforma la actual Rue Didouche Mourad, que articula la ciudad de Norte a Sur sobre la antigua vía de Philippeville a Constantine.

Los trabajos realizados y liderados por el personal docente e investigador (PDI) de la UPC han consistido en: la impartición por parte de profesorado de la UPC de un curso de formación en rehabilitación, en Skikda, para estudiantes de Máster en Arquitectura y técnicos locales; la asesoría por parte del Laboratori de Materials de la UPC para la puesta en marcha de un laboratorio local destinado a la caracterización de materiales de construcción; la asesoría y realización de una campaña de ensayos sistemática, por parte del personal del Laboratori de Materials de la UPC y la participación de técnicos locales, en la diagnosis y caracterización de materiales para la validación de los sistemas estructurales (muros de piedra, cerámica, estructuras horizontales de madera, hormigón y acero); la asesoría por parte del PDI de la UPC en la aplicación de normativa internacional para el cálculo estructural, determinación de coeficientes de seguridad estructural, y propuestas de actuación aplicadas al caso concreto de los edificios a rehabilitar; la investigación y posterior redacción de un estudio histórico del espacio urbano; y la investigación y posterior redacción de un Plan de color de las fachadas de los edificios para la posterior propuesta de intervención cromática del conjunto.

El proyecto de rehabilitación de la Rue Didouche Mourad, con un total de 127 edificios sobre los que intervenir, ha sido impulsado por la administración estatal (*Ministère de l'Habitat, de l'Urbanisme et de la Ville*) y dirigido por el despacho de arquitectura de Barcelona AQUIDOS Architectes, Tècnics i Gestió, SLP. , en agrupación con el organismo técnico público de control de la construcción Argelino *Organisme de Contrôle*

Technique de la Construction (CTC). La experiencia previa de AQUIDOS en Argelia les proporcionaba una información de las posibles necesidades y dificultades que un proyecto de esta envergadura podía suponer, por lo que consideraron que era apropiado vincular a la universidad para la realización de algunos trabajos transversales.

2. La ciudad de Skikda y el Boulevard Didouche Mourad

La arteria urbana más importante en la actualidad del Centro Histórico de la ciudad de Skikda es la Rue Didouche Mourad o “calle de las arcadas”, proyectada en 1839, poco después de la decisión del Gobierno francés de construir, en el mismo territorio ocupado por la antigua ciudad romana de Stora (o Rusicade), la ciudad de Philippeville (Skikda).

El crecimiento de la ciudad fue muy rápido: en 7 años estaban construidas casi la totalidad de las parcelas a ambos lados de la Rue Didouche Mourad y la ciudad, además de convertirse en un centro militar importante aconteció, en los primeros años, uno de los puertos de pasajeros más utilizados. Una década después pasó a ser el puerto clave de mercancías conjuntamente con Orán y Argel. La llegada de la línea de ferrocarriles y el desarrollo de la zona de la Kabilia y Constantine acabaron por consolidar, a nivel comercial, la ciudad de Skikda.



Figura 1 Alzado fotográfico y planta de la Rue Didouche Mourad

El proyecto de la calle contempló desde el inicio la realización de los porches con arcadas que la caracterizan y el trazado se articuló en torno a dos grandes espacios abiertos: en el lado de mar la Plaza de la Marina, con la aparición de los primeros hoteles, y en el lado interior el espacio donde se encontraba la antigua Puerta de Constantine. En el recorrido central, y aprovechando la ubicación de los edificios romanos más representativos, también se articularon, a nivel institucional, dos grandes plazas que han sufrido diversas modificaciones a lo largo del tiempo.

A nivel arquitectónico y formal los edificios responden a un modelo occidental de factura académica sencilla y utilizado ampliamente por los franceses, tanto en las ciudades de nueva planta del Magreb como en las intervenciones que se realizaban en otras ciudades existentes. La decisión de una calle principal con soportales monumentalizaba al tiempo que facilitaba la circulación y potenciaba los espacios comerciales, lo que consolidó la Rue Didouche Mourad, durante décadas, como el espacio más representativo de la ciudad y su fachada urbana más reconocida.

Durante los casi dos siglos pasados se han realizado en las edificaciones de esta calle, intervenciones, ampliaciones, actuaciones de distinta naturaleza y también nuevas construcciones. Esta actividad constructiva permanente ha derivado en muchos casos hacia edificios de una arquitectura procesual (realizada en diferentes procesos) y alejada de la arquitectura proyectual. Podemos encontrar, por ejemplo, que parte de un edificio date de 1840 pero que tenga actuaciones de 1860, 1870 y 1930, un ejemplo que se repite en más del 50% de los edificios objeto de estudio.

Aun encontrándonos con esta realidad de la ciudad como palimpsesto, para el correcto desarrollo de los trabajos se ha intentado hacer un primer análisis de las características estructurales y constructivas de los 127 edificios, que se han podido caracterizar en dos tipologías principales: la mayoría son edificios de construcción tradicional, correspondientes a la primera parte del período de colonización francés (desde 1837 hasta la introducción del hormigón armado por parte del arquitecto francés Charles Montaland durante la construcción del Teatro en 1913); otros son edificios que ya incorporan el hormigón armado en los sistemas estructurales, adquieren más altura (hasta 5 plantas), y se realizan durante los años finales de la ocupación francesa hasta la actualidad.

En general, y dada la trama urbana, las edificaciones se disponen en manzanas de 4 o 5 edificios entre medianeras, con fachadas a dos calles paralelas: las fachadas principales encaradas a la avenida Didouche Mourad, con el paso bajo arcadas que funciona a modo de galería comercial, y que en algunos edificios disponen de una interesante profusión de detalles ornamentales que responden a las distintas modas estilísticas; las fachadas posteriores, de factura más sencilla, en general se encuentran más deterioradas por la falta de mantenimiento, en concordancia con la mayoría de los edificios del centro histórico de la ciudad.

3. Metodología aplicada para el desarrollo de los trabajos

Dada la magnitud del proyecto (90.000m² techo, aproximadamente), la brevedad del contrato (15 meses), la idiosincrasia i la falta de experiencia local en la materia, desde el primer momento se consideró la necesidad de conformar un equipo pluridisciplinar que trabajase de manera coordinada. Por un lado estaba el despacho de arquitectura AQUIDOS conformado por un equipo de arquitectos con amplia experiencia en rehabilitación y que ha participado en diversos proyectos a escala internacional. La planificación, la coordinación, la gestión económica y las directrices arquitectónicas de todo el proyecto las ha liderado AQUIDOS, desde las sedes de Barcelona y Skikda.

Por la parte local, diversas entidades gubernamentales han planteado las necesidades proyectuales y han supervisado toda la documentación así como los procesos de desarrollo de los proyectos arquitectónicos. También han asesorado en cuanto a las realidades locales y han mantenido una comunicación constante con los diferentes equipos de trabajo.

Por su parte, la UPC ha trabajado en todos aquellos procesos transversales que se han presentado en los párrafos anteriores y que se detallarán más adelante. Para ello se creó un grupo de trabajo formado por más de 10 profesores universitarios especialistas en diferentes campos: arquitectos, ingenieros, geólogos, historiadores, arqueólogos y humanistas.

El grupo de expertos de la UPC desarrolla su actividad investigadora desde diversos grupos de investigación: el Grup Interdisciplinar de Ciència i Tecnologia a l'Edificació (GICITED (Gicited, 2016) y el Laboratorio de Innovación y Tecnología en la Arquitectura (LiTA). También colaboran o han colaborado con diversos organismos y entidades en el desarrollo de metodologías de rehabilitación en el ámbito del Mediterráneo) (RehabiMed, 2016) y han participado en múltiples publicaciones sobre diagnosis y técnicas de intervención (Bellmunt, 1998) (Casanovas, X., 1995) (Casanovas, X., 1993) (Genescà, J.M., 1997) (Paricio, A., 1999).

Además, la UPC ha puesto a disposición del proyecto los laboratorios de materiales radicados en Barcelona, que han dado soporte técnico y científico. Consideramos que esta colaboración ha sido especialmente relevante, ya que ha permitido poner a disposición del proyecto, toda la infraestructura de un laboratorio

universitario, y disponer de maquinaria y equipos de ensayo muy específicos y difícilmente asequibles para la mayoría de empresas (EPAU/UPM, 2013).

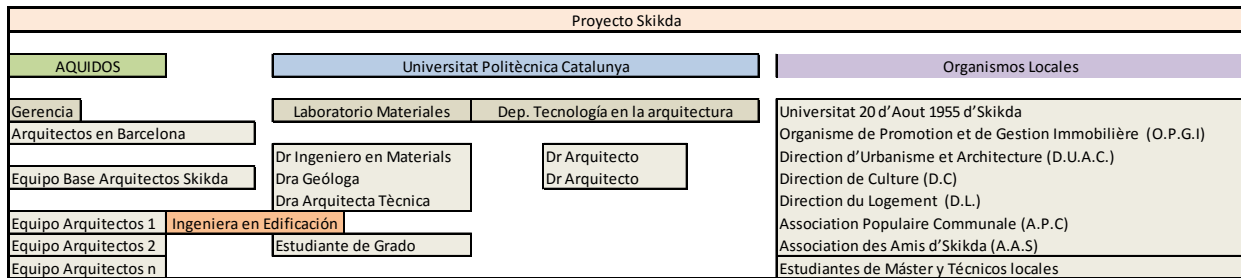


Figura 2 Cuadro organizativo de entidades y profesionales vinculados al proyecto

3.1 El curso de formación en rehabilitación para técnicos locales

En el marco del presente proyecto, la Universidad Politécnica de Cataluña, ha colaborado con AQUIDOS en diversas tareas de formación y en transferencia de conocimiento para técnicos y estudiantado local. La colaboración en formación y transferencia de conocimiento tenía los siguientes objetivos:

- Promover la rehabilitación de los edificios existentes y el desarrollo sostenible en Skikda.
- Impulsar la investigación y la formación en la rehabilitación, la sostenibilidad y la mejora social, económica, ambiental y cultural del patrimonio construido a través de la formación, en colaboración con una red de expertos internacionales.
- Difundir una metodología de trabajo multidisciplinario para la rehabilitación y mantenimiento de edificios incluyendo tanto aspectos tecnológicos como los relacionados con la legislación y la gestión de recursos.
- Crear sinergias entre todos los actores involucrados en el proceso de rehabilitación y revitalización urbana sostenible.
- Aumentar la capacidad de gestión de las autoridades locales y regionales en la rehabilitación urbana sostenible.
- Contribuir a la mejora de las condiciones de vida de la población a través de la rehabilitación de los edificios existentes.
- Promover las actividades de catalogación, revalorización y revitalización del centro histórico de Skikda.
- Mejorar la comprensión mutua y el diálogo entre culturas, generaciones y géneros mediante el conocimiento y la preservación de la identidad histórica y cultural común y del patrimonio arquitectónico material e inmaterial.
- Estimular la conciencia general de la población en cuanto a la importancia de salvaguardar el patrimonio construido como un factor de desarrollo social y económico sostenible.
- Trabajar directamente con las autoridades para el desarrollo de planes de gestión integrada.

Para la implementación del programa de formación se definieron 6 módulos: La rehabilitación del patrimonio construido; El levantamiento gráfico; Los estudios históricos; Patología y diagnosis; Técnicas de intervención; y Especialización en estructuras e intervención. Cada uno de los módulos fue impartido por un profesor de la UPC especialista en el tema, que impartió una semana de clase teórica más actividades de campo en Skikda. En paralelo, una profesora de la UPC ha estado permanentemente en la ciudad durante los 4 meses que ha durado la formación, de manera que se alternaban las semanas de clases teóricas impartidas por el profesorado externo con semanas de trabajo de campo y de desarrollo de trabajos por parte del estudiantado y siempre acompañados por la profesora residente. Esta metodología docente basado en los *living labs* ha resultado muy eficaz y altamente valorada por el estudiantado, así como una experiencia gratificante para el propio profesorado.

Durante todo el programa de formación, se han realizado las siguientes actividades:

- Elaboración e implementación de un Plan de formación diseñado específicamente en el Marco del proyecto de rehabilitación de la Rue Didouche Mourad, para profesionales y estudiantes argelinos. En este sentido, y a partir de la amplia experiencia docente en edificación, patología y rehabilitación de edificios del profesorado de la UPC, se iniciaron las relaciones institucionales con la Universidad 20 de Aout 1955 de Skikda para definir un programa docente específico de apoyo a la diagnosis y al proyecto de rehabilitación de la Rue Didouche Mourad, y que significara una formación de calidad que capacitara a los técnicos y profesionales locales para participar con mayor relevancia en futuras intervenciones en el patrimonio edificado.
- Formación aplicada sobre el terreno, a partir de unas clases prácticas de reconocimiento de las realidades construidas en Skikda que sirviera para consolidar el conocimiento teórico adquirido durante las clases impartidas por los expertos de la UPC, en la Universidad.
- Un plan de visitas guiadas por la ciudad que permitiera a los estudiantes universitarios valorar el patrimonio histórico y arquitectónico de la ciudad y adquirir nuevos conocimientos sobre el valor patrimonial de los restos romanos, el trazado urbano de la ciudad, las obras singulares del periodo de arquitectura Moderna, etc.
- Formación específicamente técnica en cuanto al estudio de los sistemas constructivos y a la caracterización de materiales mediante la creación de un Laboratorio de Ensayos en las oficinas de AQUIDOS que permitiera a un grupo reducido de estudiantes y profesionales adquirir experiencia en el uso de maquinaria de laboratorio, protocolos de elaboración de ensayos, codificación de muestras, análisis de las muestras y la elaboración de los informes correspondientes.



Figura 3 El grupo de estudiantes con parte del profesorado de la UPC desplazado a Skikda

Para el correcto desarrollo del curso de formación se decidió considerar dos edificios como *bâtiment école*. El formato *living lab* permitió trabajar con los estudiantes en grupos reducidos y consolidar los conocimientos teóricos adquiridos durante las clases sobre ejemplos reales. Los edificios escuela se han elegido de manera que son representativos de diversas variables tipológicas, diferentes sistemas constructivos, y porqué han sido objeto de ampliaciones, modificaciones, remotes, y actuaciones en diferentes épocas. Estos edificios también han sido elegidos porqué permitían garantizar en todo momento las medidas de seguridad necesarias para la integridad del estudiantado participante.

De esta manera, los conocimientos adquiridos durante las clases teóricas impartidas en la Universidad por el profesorado experto de la UPC, se alternaban con las clases prácticas sobre los *bâtiment école*. Para poder

trabajar de manera provechosa, se distribuyeron los estudiantes entre los dos edificios y se organizaron en grupos de trabajo.

El estudiantado debía llevar su propio material para la realización de los ejercicios prácticos (papel, lápices de colores, pequeño utillaje, herramientas, etc.) y durante la primera media hora se contaba a todo el grupo el objetivo del tema del día, para que a continuación, cada grupo pudiera trabajar en su correspondiente *bâtiment école*. Durante toda la mañana, el profesorado hacía el seguimiento del trabajo: aunque se trabajaba en grupos de 3 miembros, se hacían correcciones particulares a cada uno de los estudiantes, de manera que al finalizar la clase, cada uno entregaba su trabajo individualmente. Para consolidar los conocimientos que iban adquiriendo, no se explicaban los objetivos de las clases prácticas de manera global si no que se iban introduciendo nuevos conceptos y nueva información a medida que los propios estudiantes se encontraban con las dificultades del trabajo de campo.

Podemos considerar que esta forma de trabajar, sobre *bâtiments école*, ha permitido a los estudiantes, entre otras cosas, aprender a organizarse, a hacer una distribución equitativa del trabajo y a autogestionarse como grupo; también les ha permitido aprender a trabajar en la calle y ser cuidadosos y atentos con los habitantes de los edificios sobre los que actuaban. Los estudiantes han aprendido de manera individual conceptos como la autoexigencia, la valoración y consideración adecuada de la autoría del trabajo hecho, presentar los trabajos bajo la presión de una entrega en tiempo limitado, y se han hecho responsables de su propio aprendizaje. Finalmente, podemos decir que esta forma de trabajar también ha facilitado la comunicación estudiante / profesorado, ya que en un ambiente más distendido que el propio de la clase teórica, los estudiantes hacían más preguntas y adquirían el conocimiento de manera más personalizada, en la línea de los sus propios intereses.

Parte de las tareas de formación se han realizado en el laboratorio de apoyo a la diagnosis y caracterización de materiales en las oficinas del Bureau de AQUIDOS en Skikda. Con las posibilidades de esta infraestructura, se han podido realizar diferentes tareas propias de un laboratorio de materiales de edificación, que se listan a continuación:

- Recogida de muestras
- Codificación de muestras
- Realización de ensayos en laboratorio
- Elaboración de Informes

La formación se ha intensificado para 5 estudiantes becados, que han trabajado realizando tareas de laboratorio durante un mínimo de dos meses y, en algunos casos, 4 meses. Estos estudiantes han realizado trabajos concretos pero diversos, siempre con unas indicaciones previas de metodología, y continuamente tutelados, lo que ha permitido que pudieran adquirir conocimientos mucho más específicos.

Algunos estudiantes también han trabajado intensamente en el estudio del color de las fachadas de la Rue Didouche Mourad, realizando ellos mismos la recogida de muestras bajo los criterios indicados, el análisis organoléptico de las muestras y el posterior análisis en laboratorio. Han aprendido a organizar las muestras mediante sistemas de procesamiento de datos, a clasificarlas y a identificarlas de manera sistemática, a observar y hacer uso de herramientas como el microscopio, y finalmente a realizar los correspondientes informes.

Otros estudiantes han colaborado en las tareas de caracterización de materiales de los porches en todo su proceso: desde la extracción de muestras con el utillaje específico, la identificación y clasificación de las muestras para su posterior relación con los proyectos, los ensayos en laboratorio necesarios para la identificación de materiales, y finalmente la redacción de los informes correspondientes.

Un tercer grupo de estudiantes ha hecho una labor de inspección de los edificios a partir de la definición de los diferentes sistemas constructivos, lo que significa definir un sistema metódico de identificación, toma de medidas, elaboración de croquis y detalles constructivos, toma de muestras para la relación de técnicas y materiales, y realizando inspecciones en los edificios para conseguir información histórica de elementos puntuales como las tejas y ladrillos (a partir también de la investigación documental de los procesos de

fabricación, marcaje de piezas para la identificación de las diferentes empresas fabricantes, cronología de los elementos constructivos, etc.)

Por otra parte, se ha proporcionado formación en tareas de laboratorio a diferentes profesionales del CTC (18 en total) más 5 profesionales más de otras instituciones. Estos profesionales han podido adquirir conocimientos diversos: realización de inspecciones en los edificios objeto de estudio de la Rue Didouche Mourad; identificación y definición de medidas de urgencia; identificación de lesiones; identificación de los lugares más adecuados para tomar muestras suficientemente representativas; detección de metales y armaduras en elementos de hormigón mediante diferente utillaje; sistemas diversos de extracción de muestras; clasificación y organización de probetas; ensayos de resistencia de materiales; ensayo de definición de color mediante lectura comparada; ensayos de carbonatación; determinación de la porosidad de los materiales; caracterización de materiales; identificación y medición de procesos de corrosión, identificación y análisis de asentamientos diferenciales; etc.

3.2 La puesta en marcha del laboratorio local

Dentro de la propuesta de colaboración UPC-AQUIDOS, se consideró necesario un plan de asesoría y de formación para el personal del laboratorio CTC-ESTE, en Skikda. En este sentido, el Laboratorio de Materiales de la UPC disponía de una extensa experiencia en el establecimiento de protocolos y metodologías de ensayo, y en el uso de herramientas, utensilios y material de laboratorio para diagnosis en edificación.

Los trabajos desarrollados han consistido en:

- Identificación del equipamiento disponible en el laboratorio CTC-EST.
- Reconocimiento sobre el terreno de las diferentes tipologías edificatorias objeto de rehabilitación e identificación de los ensayos necesarios para la correcta diagnosis.
- Asesoramiento en la compra de equipamiento necesario para los planes de ensayo de las tareas de laboratorio que se pudiesen realizar en Skikda.
- Formación de los técnicos del laboratorio CTC-EST, establecimiento de protocolos de ensayo y de interpretación de resultados.
- Intercambio de personal especializado de laboratorio con estancias de personal del Laboratorio de Materiales UPC en Skikda, y estancias de los técnicos del Laboratorio CTC-EST en el Laboratorio de Materiales UPC.
- Identificación de las posibles tareas y ensayos que debían realizarse en el Laboratorio de Materiales UPC.
- Encargo por parte de AQUIDOS al Laboratorio de Materiales de la UPC de ensayos, informes técnicos, etc. para análisis muy específicos que precisaban de maquinaria y utillaje de precisión y que no estaba disponible en el laboratorio local.

3.3 Campaña de ensayos en laboratorio y caracterización de materiales

Dado que la tipología constructiva de los edificios objeto de estudio era muy similar, se optó por realizar una identificación y análisis global de los materiales. Los sistemas constructivos y los materiales que se identificaron son los propios de la época en la que se construyó la calle: la mayoría de ellos entre 1839 y 1847. Son sistemas constructivos tradicionales, basados generalmente en muros portantes de mampostería o cerámica, estructuras unidireccionales de madera con algunos elementos metálicos, cerchas de madera para la formación de cubiertas y revestimientos de mortero de cal con elementos ornamentales de factura diversa. También hay algunos edificios de hormigón armado, correspondientes a una época más actual.



Figura 4 Catalogación de muestras de materiales cerámicos extraídas de los muros portantes

En una primera etapa se hizo una campaña de extracción de probetas en los pilares, arcos y muros de la zona de las arcadas. Los resultados, en los que se indicaba el material y el espesor de todas las capas que conformaban cada elemento, llegaban al Laboratorio de la EPSEB en varios documentos Excel. Esta documentación debía traducirse a formatos que permitieran a todos los equipos de trabajo, poder interpretar la información de manera clara y sencilla, por lo que se realizó un juego de planos Tipo para una identificación gráfica de materiales. Esta tarea de síntesis ha obligado a hacer uso de diferentes herramientas de expresión gráfica, a hacer un tratamiento de datos metódico y a proponer y discutir entre diferentes actores una manera de proporcionar la información profesional y al mismo tiempo válida para todos los interlocutores (Laboratorio de materiales locales, arquitectos, técnicos, etc.).

Se hizo también una campaña de extracción de muestras y de caracterización de las piedras y ladrillos de los muros y otros paramentos verticales: por ejemplo ensayos de porosidad y resistencia a compresión que permitían determinar los valores de cálculo de los muros, a través de valores bibliográficos y asignados según los resultados de las inspecciones visuales. En estos trabajos fue básica la experiencia de los expertos del Laboratorio de Materiales en la realización del diagnóstico y en el conocimiento de los materiales de construcción, así como de las diferentes técnicas de ensayo disponibles para identificar sus propiedades (Instituto Eduardo Torroja de la Construcción y del Cemento, 1971).

En cuanto a la madera, se determinaron las especies utilizadas en la construcción de los edificios a través del análisis al microscopio de diversas muestras, con la voluntad de tener unos valores de referencia y poder determinar posteriormente la especie de madera utilizada en cada edificio.

3.4 Asesoría para la diagnosis, cálculo y propuestas de intervención estructurales

El estado actual en el que se encuentran los edificios a rehabilitar es francamente precario: prácticamente en ningún edificio estudiado se cumplen, en su integridad, la mayoría de las instrucciones y normativas actuales de obligado cumplimiento y oficiales del lugar.

Las causas son variadas:

- Localmente se han producido deterioros de los materiales constructivos originales (oxidación en el acero, hongos y enfermedades en la madera, fisuras excesivas en el hormigón, etc.) que ponen en cuestión su correcto funcionamiento.

- La tipología constructiva empleada originalmente no cumple con los mínimos requisitos establecidos por la instrucción oficial actual.
- En el transcurso del tiempo desde que fueron construidos los edificios no se han adaptado los esquemas resistentes originales a los nuevos requerimientos de las normativas actuales.
- Bastantes de las intervenciones constructivas empleadas hasta el momento (apoyos de cerchas mediante cuerdas, apuntalamientos provisionales de forjados mediante troncos de madera, uniones provisionales deficientes de muros con forjados y que se han consolidado con el tiempo) no resisten una comprobación mínima de los estados límites últimos (ELU) ni de los estados límite de servicio (ELS).
- Al no existir una normativa oficial obligatoria ni normativas de referencia cuando se construyeron muchos de estos inmuebles, éstos se construyeron atendiendo solamente a lo que entonces se describía como “normas de buena construcción”, como sucedía en buena parte del mundo.
- La consecuencia inmediata es que prácticamente todos los casos analizados sufren lesiones y disfunciones importantes que requieren una intervención, a nuestro entender urgente.

Resumiendo, en su mayor parte se trataría de edificios que, aplicando nuestra legislación actual, se situarían claramente en el rango de lo que la normativa define como “Ruina técnica estructural”.

Asimismo, antes de proponer el catálogo de soluciones de reparación o sustitución estructural ha sido necesario consensuar con los responsables y técnicos locales cual debía ser la normativa a aplicar. En el caso que nos ocupa, la normativa argelina se despliega en las conocidas *Documents Techniques Réglementaires* (DTR), que se inspiran en las normas francesas aunque con algunas limitaciones: es una normativa parcial, incompleta para algunas situaciones y con un orden particular que obliga, en muchos casos, a consultar otro tipo de instrucciones más generalistas. Y aunque no cubre todos y/o cada uno de los casos más habituales que encontramos en la realidad construida, tiene la ventaja de estar adaptada a las costumbres constructivas de la zona.

La realidad, no obstante, es que en prácticamente ningún edificio de los analizados, se cumplían en su integridad las actuales instrucciones y normativas oficiales y de obligado cumplimiento locales. Esto provocaba, en el cuerpo técnico que debe actuar, una sensación de provisionalidad constante y cierta indefensión jurídica.

Aún en estas condiciones, los expertos en estructuras de la UPC han analizado y considerado las acciones sísmicas; cargas de nieve, sobrecargas de uso, peso propio de los distintos cerramientos y contribución del viento. Los Sistemas de cálculo utilizados, las resistencias adoptadas y la obtención de los coeficientes de mayoración de cargas se describen en la ponencia también presentada en este Congreso, bajo el título *Estudio, diagnosis y caracterización de sistemas estructurales en un conjunto de edificios históricos de Skikda, Argelia*.

3.5 Estudio Histórico

El Estudio Histórico de la calle Didouche Mourad tenía como objetivos fundamentales analizar e interpretar los hechos y contextos que determinaban la secuencia histórica de la configuración de la calle y los edificios desde la fundación de Philippeville hasta la actualidad. Este estudio, realizado por una historiadora, se ha desarrollado como parte de los estudios previos del plan de actuación global en la calle y vinculado de forma directa con las rehabilitaciones a realizar, aportando información y conocimiento en torno al espacio construido.



Figura 5 Conjunto de restos de época romana conservados en el museo al aire libre de la ciudad

El período cronológico de la configuración del conjunto a estudiar (1838-1962) es un tiempo histórico clave en el cambio de mentalidades y revolucionario en cuanto a los materiales y técnicas de construcción, realidades que, sin duda, no podemos desvincular del conocimiento y de los contenidos de un Estudio Histórico.

La metodología seguida se ha basado en la búsqueda y gestión de la documentación histórica directa (documentos militares y administrativos, proyectos urbanos y arquitectónicos, relatos de viajeros, grabados, fotografías, etc.) e indirecta (proyectos similares de los mismos autores en otros lugares y coincidentes en el tiempo, publicidad, etc.) sobre el objeto a estudiar. Los fondos consultados para la elaboración de este estudio han sido: *Service historique de la Défense (SHD)*; *Cité de l'architecture et du patrimoine/Archives d'Architecture du XXe siècle (ACAP)*; *Fonds Hennebique (CNAM/SIAF)*; *Bibliothèque Nationale de France (BNF)*; Documentos cartográficos y la Biblioteca Nacional de España.

Además, y con el fin de poder contrastar la información de archivo, ha sido necesario conocer, cuando ha sido posible, el espacio urbano y los edificios existentes en detalle.

Los contenidos incluidos en este estudio han sido:

- Skikda, Territorio, ciudad y arquitectura
- *Rusicade*. La civilidad en tiempo de los romanos
- *Plilippeville*. Construir una nueva ciudad sobre las bases romanas: los límites de la ciudad francesa; el tejido urbano; los espacios militares versus espacios civiles; El eje vertebrador de la *Rue Nationale*
- *La Rue Nationale*, ámbito urbano. Análisis de la configuración de la calle y plazas; la configuración parcelaria; los espacios públicos; los espacios de transición; los espacios privados; la evolución del espacio urbano desde 1838 a 1962
- *La Rue Nationale*, Arquitectura. Análisis de las diferentes tipologías en base a la configuración de los edificios; Edificios de servicios, administrativos, lúdicos, de comercio y habitacionales; Evolución de la arquitectura desde 1838 a 1962; Materiales, técnicas constructivas, técnicas de acabado y elementos ornamentales.
- *La Rue Didouche Mourad*. Intervenciones en el ámbito urbano y arquitectónico de 1963 a la actualidad.

3.6 Plan de color e hipótesis cromáticas

Habitualmente, cuando se trabaja en proyectos de rehabilitación de edificios históricos se puede encargar a un Laboratorio cualificado, como trabajos previos, el análisis y la caracterización de los materiales constructivos y de los revestimientos y acabados para poder hacer, posteriormente, las hipótesis cromáticas de cómo sería el edificio en origen. Para intervenir en un conjunto de edificios tan importante como el que nos ocupa, y dadas las condiciones de proyecto, era imposible hacer un estudio minucioso de todos y cada uno de los edificios. Por este motivo se tomó la decisión de hacer una recogida de muestras selectiva, de un conjunto bastante representativo en relación a los diferentes momentos en que se ha ido construyendo la actual fisonomía de la calle, y que pudiera proporcionar una información fiable, coherente y adecuada.

La metodología utilizada para la realización del Estudio de Color de la Rue Didouche Mourad, de Skikda, se ha desarrollado a partir de dos tipos de actividades: por un lado la lectura de los edificios durante el trabajo de campo y por otra los análisis estratigráficos realizados en laboratorio.

El trabajo de campo ha consistido en el estudio de los edificios actualmente existentes para conocer su transformación a lo largo de los años e identificar las diferentes intervenciones y los momentos arquitectónicos y tipológicos a que correspondían. Primeramente ha sido necesario observar en conjunto las fachadas, con una cierta interpretación del estilo de la época, del orden compositivo arquitectónico, y localizar aspectos disonantes que podían encaminar en la interpretación; por ejemplo aperturas fuera de orden o de dimensiones modificadas, remotes, balcones añadidos, elementos desaparecidos, etc. En este tipo de trabajos siempre es importante dedicar tiempo, incluso es aconsejable poder mirar la fachada a diferentes horas del día, con la luz incidente y con la luz más rasante, si es posible con lecturas hechas por diferentes personas (ya que diferentes ojos detectan detalles diversos), y también con el uso de las técnicas de reproducción gráfica actuales que permiten acercar el ojo en la fachada desde la cota de calle.

Las características formales que nos han servido para desarrollar la clasificación tipológica de los edificios han sido las siguientes:

- El esquema compositivo general del conjunto de la fachada. Esta característica va ligada tanto a la época de construcción como a cuestiones funcionales, sociales, estilísticas, etc. lo que permite definir un esquema tripartito: base - cuerpo principal y remate. La existencia de este esquema compositivo unitario para toda la fachada, es característica de la arquitectura clásica academicista del siglo XIX.
- Este esquema se mantiene en la transición al eclecticismo y no se ve superado hasta la irrupción de la arquitectura moderna con la entrada del hormigón y una nueva composición de fachadas, con la desaparición de elementos ornamentales o la ampliación de los agujeros de aperturas. Skikda, Territorio, ciudad y arquitectura
- La disposición de los huecos en fachada. Efectivamente, la disposición de huecos en fachada, su tratamiento formal y constructivo, los elementos ornamentales vinculados a ellas, incluso las dimensiones y su composición son características identificativas clave para la clasificación tipológica.
- La existencia o no de elementos formales y ornamentales. Dado que cada estilo arquitectónico dispone de su propio repertorio de elementos formales comunes, hay que analizar el uso de elementos decorativos, el encuadre de aperturas, o la existencia de impostas, ménsulas bajo balcones, cornisas, aleros, remates de fachada, frisos, frontones, etc.

El análisis de características de los 127 edificios de la Rue Didouche Mourad objeto de este estudio, ha permitido, finalmente, definir 5 tipologías edificatorias que cubren la totalidad de los proyectos de intervención realizados y que identificamos como

T1 Tipología comercial, artesanal o de servicios

T2 Tipología vecinal clásica

T3 Tipología Ecléctica

T4 Tipología Nouveau, Decó o Néó Mauresque

T5 Tipología Movimiento Moderno

Esta clasificación coincide, en cuanto a la definición estilística, con la realizada por la Dra. Chabi Ghalia, en su Memoire de Magister "Contribution à la lecture de patrimoine colonial 19ème te debut 20ème siècles, cas d'étude: Quartier Didouche Mourad, en Argel" (Universite Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, 2012) (Ghalia).

Ya a partir de las primeras visitas cristalizó un cierto consenso en cuanto a que los colores de las fachadas de los edificios no siempre habían sido blancos, que es como se muestran hoy en día. En los documentos que nos proporcionaba el Estudio Histórico, se podía ver como en algunas de las imágenes históricas, la mayoría fotografías coloreadas, se veían fachadas de colores terrosos. También dudábamos que las balconeras y la carpintería en general hubieran sido originalmente del color azul intenso actual.

Se hizo una primera campaña de extracción de muestras de los revestimientos de fachadas con personal técnico argelino y se analizaron algunas muestras tanto en el laboratorio de Skikda como el de Barcelona para comprobar si se podía hacer el estudio cromático con los técnicos locales, como parte del plan de formación que se estaba llevando a cabo.

Debido a la diferencia entre los resultados de los dos laboratorios se decidió hacer una nueva campaña de extracción de muestras, en este caso más selectiva y en edificios específicos que podían proporcionar una información más cualificada. Toda la campaña de extracción de muestras la hizo el personal cualificado del Laboratori de Materials, y en total se recogieron y analizaron más de 300 muestras de 11 edificios representativos, que permitían identificar diversas tipologías estilísticas.

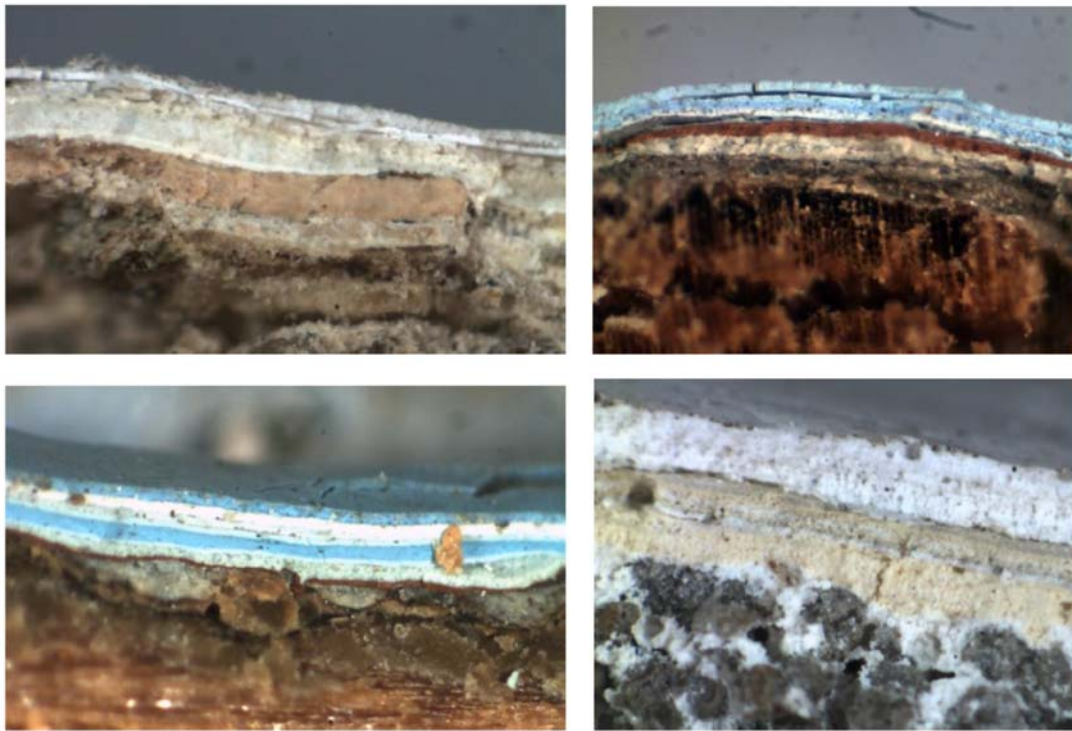


Figura 6 Fotografías estratigráficas de las capas de pintura en muros de fachada y carpinterías

En la fase de extracción de muestras ha sido importante aplicar un cierto rigor metodológico: era necesario tener suficiente criterio para decidir de donde se extraían las muestras; era imprescindible tomar nota del punto de extracción y de su ubicación exacta, tomar fotografías una vez extraídas las muestras y seguir un procedimiento muy meticuloso para su conservación, ya que éstas, en el caso que nos ocupa, debían viajar a Barcelona. Posteriormente había que contextualizar las muestras cuando se hacía el análisis en laboratorio, consistente en la lectura estratigráfica de las diferentes capas de pintura, mediante herramientas diversas: lupas binoculares, uso de disolventes para la limpieza de suciedad, colorímetro, etc.

Una vez analizadas las muestras, identificadas las diferentes capas de pintura y su naturaleza (pinturas minerales o pinturas plásticas) se realizaron los juegos de planos para cada edificio en el que se recogía toda la información disponible. Para este proceso, se han consultado diversos ejemplos de proyectos similares y una extensa bibliografía (García, A., 2005) (García, A., 2010) (García, A., 1995) (Brino, G., 1987) (Ajuntament de Barcelona. Àrea d'Urbanisme, 1990). Asimismo, el diseño del documento y la manera de proporcionar la información, clara y sintética ha sido una aportación al proyecto especialmente valiosa para los equipos de trabajo y se ha considerado plenamente satisfactoria tanto para los equipos de la UPC como para la empresa AQUIDOS.

Con todo este trabajo se comprobó que, efectivamente, las pinturas originales de los paramentos eran minerales, de colores beige y terrosos; las de las carpinterías correspondían a masillas de colores verdes oscuros, grises o beige; y que las barandillas habían sido pintadas, en origen, con pinturas al óleo de varios colores. Se determinaron los colores originales de cada elemento de la fachada y se analizaron posteriormente las gamas cromáticas que pertenecían a cada tipología estilística para poder extrapolar los resultados a los 127 edificios de la calle. De esta manera, todos los edificios fueron clasificados según la tipología previamente definida, a partir de aspectos como la composición de la fachada, la presencia de elementos decorativos, etc.



Ilustración 7 Hipótesis cromáticas de las fachadas según determinación de colores en muestras extraídas

Con todo este conocimiento se hizo el estudio cromático y se elaboraron diferentes hipótesis cromáticas de lo que podían haber sido los colores originales de los edificios así como su combinación. A partir de aquí, la propuesta de intervención y la decisión de recuperar los colores originales o mantener el actual aspecto de la Rue Didouche Mourad de Skikda corresponderá a los redactores de los proyectos, en consenso con las decisiones que tomen los propietarios y promotores de la intervención en su conjunto. Cabe decir en este sentido, que el color blanco actual está fuertemente arraigado en la identidad de los habitantes de la ciudad ya que lo identifican con su cultura, mientras que la posibilidad de recuperar los colores originales choca con la voluntad de borrar el pasado colonial. En nuestra opinión, creemos que sería interesante intentar, que por lo menos, que la calle explique por sí misma su evolución histórica a lo largo de los más de 175 años.

4. Conclusiones

Consideramos que en este proyecto ha sido clave el establecimiento de un protocolo de actuación, previamente definido antes de empezar a trabajar en los proyectos, consistente en la coordinación de diferentes grupos de trabajo, locales, desplazados y localizados en Barcelona, y realizando trabajos de apoyo transversales como los expuestos en esta comunicación.

Este proyecto nos ha permitido comprobar que, cuando se acometen intervenciones en países extranjeros como es en este caso, el conocimiento y la experiencia de los profesionales externos que colaboran es un valor bien considerado.

Por otra parte, la actitud de estos mismos profesionales precisa de una adaptación a las realidades locales, y de una especial sensibilidad sociocultural. En el caso de Argelia, la ciudadanía asume como patrimoniales algunos elementos que deben respetarse, aunque ello contradiga nuestra lógica económica. El éxito en estos casos se basa en la habilidad de cumplir los marcos normativos sin alterar la esencia de las soluciones patrimoniales existentes, ni ser excesivamente intervencionista. El principio moderno de “menos es más” puede aplicarse también en la lógica de las rehabilitaciones extensivas de patrimonio arquitectónico.

La oportunidad de participar en las primeras fases definitivas de este proyecto de rehabilitación urbana, nos ha permitido investigar nuevas fórmulas imaginativas para priorizar en todo momento la proporcionalidad versus la necesidad en cada una de las soluciones propuestas. Escoger bien la estrategia a seguir cuando se dispone de múltiples posibilidades, la dificultad de disponer de un repertorio de normativas distintas, y sin un presupuesto delimitado por parte de la Administración contratante, han sido singularidades de este proyecto.

En el caso de la ciudad de Skikda, también hemos comprobado que existe cierta dificultad por parte de las administraciones locales, para definir los tipos de actuación e intervención en el patrimonio. En el caso que nos ocupa, el conjunto histórico de la Rue Didouche Mourad no está protegido como monumento ni catalogado, por lo que durante años se han realizado intervenciones puntuales o incluso generales, sin un criterio bien definido.



Figura 7 Muestrario de pavimentos cerámicos y de mosaico hidráulico en los zaguanes de escalera

Respecto al color, entendemos que la ruptura con la realidad cromática consolidada es difícil de aceptar por la sociedad Skikdí, que reconoce la calle de las Arcadas por su color blanco para las fachadas y el azul en carpinterías, pero si se pretende realizar una intervención enriquecedora del paisaje urbano de la ciudad, quizás es el momento de intentar proporcionar una lectura de la historia de la ciudad a partir de unas intervenciones cromáticas que, cuando menos, documenten los diferentes períodos de crecimiento de manera sutil pero decidida y sin complejos.

Estamos convencidos que esta experiencia puede ser replicable en otros proyectos internacionales similares, ya que el conocimiento que se genera desde la Universidad aporta rigor metodológico, herramientas de análisis y transferencia de conocimiento hacia la sociedad, además de añadir valor a los trabajos de diagnosis

y rehabilitación de edificios históricos y patrimoniales. La colaboración universidad/empresa enriquece los proyectos, ayuda al progreso del conocimiento y refuerza las relaciones entre culturas y sociedades.

Agradecimientos

La lista de agradecimientos en la redacción de este documento, y más aún de colaboradores que han participado en este proyecto sería extensa. Por ello, preferimos agradecer tan sólo a la ciudadanía skikdí su hospitalidad. Ante las habituales prevenciones hacia las sociedades islámicas, en nuestro caso sólo podemos expresar nuestra particular experiencia, que ha sido productiva, enriquecedora y, por qué no decirlo, feliz.

Referencias Bibliográficas

- Ajuntament de Barcelona. Àrea d'Urbanisme. (1990). Projecte del pla del color de Barcelona. Barcelona: Ajuntament de Barcelona.
- Bellmunt, R., Cervelló, S., González, J.L., Llorens, J.I., Mañà, F., Macareñas, P., Rossi, P.P., Zaldívar, S. (1998). Manual de geotècnia i patologia, diagnosi i intervenció en fonaments (Vol. Manuals de Diagnosi Volum 6). Barcelona: Col·legi d'Aparelladors i Arquitectes Tècnics de Barcelona.
- Brino, G., Rosso, F. (1987). Colore e Città. Milano: Idea Books Edizioni.
- Casanovas, X., Castro, C., Croci, G., Díaz, C., González, J.L., Mañà, F., Molins, C., Paricio, A., Roca, P., Rosell, J., Rosell, J.R. (1995). Manula de Diagnosi i Intervenció en sistemes estructurals de parets de càrrega (Vol. Manuals de Diagnosi Volum 4). Barcelona: Col·legi d'Aparelladors i Arquitectes Tècnics de Barcelona.
- Casanovas, X., Cesari, C., García, S., Gelsomino, L., Graus, R., Lalba, F., Massa, S., Massari, I., Moreno, J.M., Vera, A. (1993). Manual de Diagnosi i Tractament d'Humitats (Vol. Manuals de Diagnosi Volum 1). Barcelona: Col·legi d'Aparelladors i Arquitectes Tècnics de Barcelona.
- EPAU/UPM. (2013). Méthode de réhabilitation d'un centre historique. Diagnostic du quartier Ben M'hidi - Alger. Alger: Les Aternaties Urbaines.
- García, A., Llopis, J., Masiá, J.V., Torres, A., Villaplana, R. (1995). El color del centro histórico. Arquitectura histórica y color en el Barrio del Carmen de Valencia. Valencia: TRASGOS.
- García, A., Llopis, J., Torres, A., Villaplana, R., Sainz, B. (2005). La arquitectura tradicional de Cartagena. El color del Mediterráneo. Valencia: Equipo de Investigación del Color.
- García, A., Llopis, J., Torres, A., Villaplana, R., Serra, J., Cabezos, P. (2010). La arquitectura tradicional de Ontinyent. El color Histórico. Valencia: d'Ontinyent, Ajuntament.
- Genescà, J.M., Rosell, J.R., Bellmunt, R. (1997). Recomanacions per al reconeixement, la diagnosi i la teràpia d'estructures de fàbrica de maó. Barcelona: Institut de la Tecnologia de la Construcció de Catalunya (ITEC).
- Ghalia, C. (s.f.). Contribution à la lecture de patrimoine colonial 19ème te debut 20ème siècles, cas d'étude: Quartier Didouche Mourad, en Argel. Memorie de Magister. Universite Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, Argel.
- Gicited. (2016). Gicited. Recuperado el 25 de Mayo de 2016, de Gicited: <http://gicited.upc.edu/>
- Instituto Eduardo Torroja de la Construcción y del Cemento. (1971). P.I.E.T. 70. Madrid: IETcc.
- Paricio, A., Ratera, J., Casanovas, X. (1999). Estudi de costos orientatius de rehabilitació i manteniment de les façanes de l'eixample. Barcelona: ProEixample.
- RehabiMed. (2016). RehabiMed. Recuperado el 1 de Junio de 2016, de RehabiMed: www.rehabimed.net