

Bâti
Edificio
Building

Outils méthodologiques pour la réhabilitation durable des bâtiments ruraux

Daniela Bosia

Architecte, docteur de recherche, chercheur en Technologie de l'Architecture à l'Ecole Polytechnique de Turin (Il Faculté d'Architecture). Domaines de recherche: réhabilitation de l'architecture traditionnelle pour le développement soutenable, technologies constructives traditionnelles. Chef de projet *Architecture courante et rurale et paysage entre tradition et innovation* financé dans le cadre du Programme européen Culture 2000.

Adresse postale:

Politecnico di Torino, sede di Mondovì
via Cottolengo 29
12084 Mondovì (CN) – Italie

Adresse courrier électronique:

daniela.bosia@polito.it

Telephone:

+39.(0)174.560.823

Texte communication

Le problème de la réhabilitation des bâtiments ruraux, fruit de traditions constructives séculaires désormais oubliées, est un thème de grande actualité. Les constructions humaines à caractère rural sont l'expression d'une tradition de coutumes, de techniques, de matériaux et de respect de l'environnement, riche en solutions technologiques plus ou moins conscientes qui mettent en étroite relation le patrimoine bâti avec le paysage, les usages et le travail de l'homme. Construite au fil du temps par l'homme pour faire face aux difficultés naturelles dérivant du lieu à l'aide des moyens disponibles et des matériaux offerts par le lieu lui-même, cette tradition est aujourd'hui constamment trahie. Le patrimoine rural est fortement menacé non seulement par l'incurie et l'abandon mais aussi par les nouvelles instances de réhabilitation à des fins touristiques. Il faut donc recourir à des outils adéquats – de nature pas seulement technique mais aussi économique et culturelle – pour affronter et contrecarrer les tendances en cours.

La valorisation du patrimoine bâti traditionnel est désormais reconnue comme l'une des principales stratégies visant à la protection du paysage et à la relance du développement économique des territoires ruraux. Certains Plans de Développement Local proposés par les G.A.L. (Groupes d'Action Locale) italiens et financés par la Commission Européenne, ont également inclus, parmi les actions destinées à la promotion du territoire, des interventions de valorisation du paysage, à travers la réalisation de manuels pour la réhabilitation de l'architecture traditionnelle.

Le secteur de la recherche aussi a investi dans la production d'outils méthodologiques et opérationnels de support aux travaux de

réhabilitation en milieu rural, visant à la récupération du patrimoine bâti existant dans l'optique de l'éco-compatibilité et du contrôle de la qualité de l'environnement. Certains de ces outils se caractérisent par leur orientation "opérationnelle" qui tente d'aller au-delà de la simple connaissance de la construction traditionnelle, proposant des indications et des conseils pour les activités de réhabilitation. Il s'agit d'outils de support aux activités de projet et de construction en vue de la réhabilitation de l'architecture et des bâtiments traditionnels, qui se configurent comme des outils normatifs de conseil, avec une étroite référence à la typicité du patrimoine bâti des territoires spécifiques.

Guides pour la réhabilitation de l'architecture rurale

Nous présentons ici les Guides réalisés par deux G.A.L. du nord de l'Italie (G.A.L. Mongioie et G.A.L. Langhe Roero Leader), financés dans le cadre du programme d'initiative communautaire Leader Plus.

Les deux guides, rédigés par le même groupe de recherche¹, se réfèrent à des territoires caractérisés par la même étendue et qui ont en commun des problèmes de dépeuplement et d'abandon. Contrairement aux "manuels" classiques, ces outils sont structurés comme des principes directeurs, comme de véritables guides méthodologiques plus que techniques. En effet, ils ne fournissent pas de listes de solutions techniques spécifiques à chaque cas, mais plutôt des indications méthodologiques pour affronter le problème de l'entretien, de la réhabilitation, de la réutilisation de l'architecture traditionnelle d'un territoire, dans le respect du patrimoine bâti existant et du paysage.

Le point de départ a été la connaissance du territoire et des caractéristiques typologiques et constructives des bâtiments ruraux présents sur le territoire lui-même. L'étude d'un territoire rural et de son architecture ne peut pas exclure l'analyse des matériaux, qui sont toujours d'origine locale, des traditions constructives, qui constituent des éléments fondamentaux pour définir l'identité d'un lieu.

Les outils méthodologiques mis au point devraient être applicables grâce à l'introduction dans les normes des plans d'urbanisme et de la réglementation locale du bâtiment. Les deux Guides sont désormais opérationnels: certaines interventions pilote permettant de "tester" les outils et de fournir des indications pour leur révision éventuelle sont en cours.

Le *Guide pour la réhabilitation des bâtiments ruraux du G.A.L. Mongioie*² est un outil normatif "de conseil", réalisé sur la base de l'étude des traditions constructives du territoire, pour la plupart montueux et collinaire. En effet, le G.A.L. Mongioie comprend une vaste portion du Piémont méridional qui compte 49 communes, à la frontière avec la France, allant des territoires montueux de la Haute Vallée du Tanaro jusqu'aux douces collines de la Langa.

Dans une situation aussi complexe et au prix d'une certaine schématisation, le territoire a été divisé en deux grandes fractions jugées suffisamment homogènes: les "Vallées Alpines" et les "Collines des Langhe". La première comprend la bande de territoire qui s'étend le long des Alpes Liguriennes avec un paysage caractérisé par de fortes hétérogénéités morphologiques, mais à empreinte nettement montagnarde. En revanche, la deuxième présente une bande territoriale aux paysages caractérisés par de doux reliefs collinaires, marqués par les rangs de vignes et les noisetiers.

A travers toute une série de recherches menées directement sur le territoire, de relevés et de photos générales et de détail, l'étude des traditions constructives et du paysage a représenté le point de départ

pour la réalisation du Guide: en effet, la protection et la valorisation du paysage rural doivent être basées sur la reconnaissance des caractères particuliers de l'environnement naturel et bâti qui contribuent ensemble à en définir la configuration. Une importance particulière a été attribuée au relevé géométrique, mais aussi constructif et technologique, des bâtiments existants, avec une référence non seulement à des habitations et à des groupes de bâtiments, mais aussi à des œuvres de service (étables, granges, puits, fours, séchoirs, « ciabot », etc.) et accessoires à l'activité humaine (murs de soutien et de clôture, sentiers et parcours) et tout ce qui contribue à définir l'identité d'un lieu. Ce travail a constitué une base pour identifier, d'une part, les morphologies d'implantation les plus diffuses et, d'autre part, les solutions technologiques adoptées pour les divers éléments de construction. Les études et les relevés réalisés dans les deux zones territoriales ont permis de commencer la rédaction du Guide, considéré dès le début comme un outil méthodologique de support pour orienter les choix de projet et pour affronter de manière correcte une réhabilitation qui sélectionne des matériaux et des techniques d'intervention compatibles avec la protection et la valorisation de l'environnement.

Destiné aux administrations locales du territoire et aux professionnels du secteur, le Guide est structuré par fiches car la fiche a été considérée comme un outil synthétique et souple qui se prête facilement à des intégrations.

Il comprend deux groupes de fiches: l'un des typologies et l'autre des éléments de construction, avec des différences concernant les deux zones territoriales identifiées.

Le vaste appareil iconographique du Guide (croquis de relevés et photos générales et de détail) constitue un atout fondamental et intégratif de l'outil méthodologique.

Les indications purement techniques, quoique présentes, sont toutefois limitées dans la mesure où l'outil ne vise pas à donner des solutions conformes mais plutôt à fournir des critères et des principes directeurs pour réaliser les travaux de réhabilitation.

en "scarified" to provide for more building space. Most of intra-family interactions are now performed in the living room (TV room) and in public parks ("espaces vert"), in upper-standing cases, for social interaction of the inhabitants. Usually the façades of these multi-story housing blocks tend to recreate the ever-evading image of the medina, by the use—almost apologetic and often distasteful —of arcades and green tiles.

Le *Guide pour la réhabilitation de l'architecture traditionnelle du G.A.L. Langhe Roero Leader*³, tout comme celui du G.A.L. Mongioie, il naît dans le cadre du Plan de Développement Local, financé au sein du programme d'initiative communautaire Leader Plus.

Le Guide se réfère à un territoire collinaire qui comprend une cinquantaine de communes des Langhe et du Roero. Il a donc été structuré de manière à fournir des orientations, des conseils plus que des impositions, pour affronter les interventions de réhabilitation de l'architecture rurale de la tradition de cette zone suggestive, célèbre pour la production de grands vins. En effet, un développement plus spécifique et plus restrictif aurait pu s'avérer "dangereux": de fait, les caractéristiques constructives du patrimoine bâti rural peuvent assumer des particularités liées à des milieux locaux même extrêmement restreints, non rapportables à des caractères généraux.

Le Guide est organisé en sections thématiques: Eléments du paysage,

Centres historiques, Matériaux de la tradition constructive, Typologies des bâtiments, Eléments de construction.

La section "Typologies des bâtiments" reporte, pour chaque type de bâtiment identifié (groupes de bâtiments ruraux, bâtiments alignés et isolés, bâtiments de production et de service) une description des caractères généraux et des indications, rédigées sous forme de principes directeurs, pour une réhabilitation du bâti existant compatible avec l'environnement et le paysage.

En revanche, la section "Eléments de construction" est organisée en sous-sections:

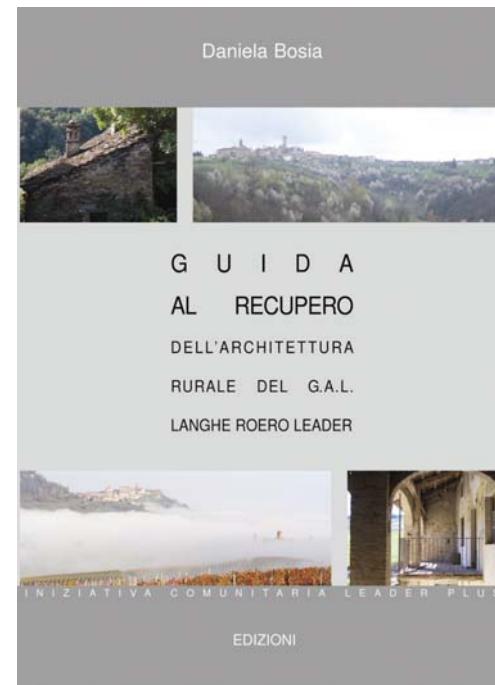
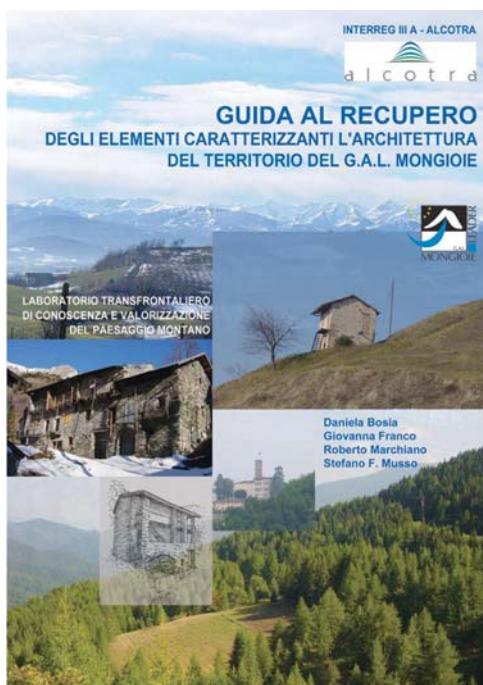
- murs portants avec les diverses connotations constructives;
- couvertures, considérées non seulement comme de simples toits mais comme de véritables systèmes de couverture, caractérisés par la structure de soutien en bois, par la couche de couverture, par des éléments accessoires fonctionnels émergeant de la couverture (cheminées, lucarnes, murs coupe-feu), par des éléments de décoration et de finition tels que les corniches et les lambrequins;
- ouvertures, considérées non seulement comme des embrasures dans le mur mais aussi comme des dormants, des systèmes de clôture, des grilles de protection, des systèmes d'obscureissement;
- éléments de liaison et de distribution tels que les escaliers extérieurs, les coursives et les portiques avec leurs éléments fonctionnels accessoires ou de finition, comme les treillages pour le séchage des céréales et les lambrequins.

Dans le deux Guides, chaque élément identifié comporte la description des variantes de construction présentes sur le territoire, les phénomènes de dégradation les plus diffus et les critères généraux d'intervention. Le développement de chaque élément est complété par des fiches spécifiques de compatibilité des travaux, qui reportent, pour les principales variantes de l'élément présentes sur le territoire, des indications synthétiques sur les travaux jugés admissibles, non admissibles ou critiques par rapport aux instances de protection et de valorisation du bâti, du paysage et de l'environnement.

- 1 LE GROUPE DE RECHERCHE EST COMPOSÉ DE : DANIELA BOSIA DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE TURIN, ROBERTO MARCHIANO, ARCHITECTE PROFESSIONNEL, STEFANO F. MUSSO ET GIOVANNA FRANCO DE L'UNIVERSITÉ DE GÈNES.
- 2 Cfr. Bosia D., Franco G., Marchiano R., Musso S.F., Guida al recupero degli elementi caratterizzanti l'architettura del territorio del G.A.L. Mongioie, Tipografia Bologna, 2004.
- 3 Cfr. Bosia D., Guida al recupero dell'architettura rurale del G.A.L. Langhe Roero Leader, Blu Edizioni, Torino, 2006



Guide du G.A.L. Mongioie: une des fiche sur les « ouvertures »



Guide à la réhabilitation des éléments caractérisant l'architecture du G.A.L. Mongioie

: Guide à la réhabilitation de l'architecture rurale du G.A.L. Langhe Roero Leader

Les apports de l'archéologie du Bâti au diagnostic : le Palais Debbané à Saida (Liban) entre mémoires et quête d'identité.

Yasmine Makaroun Bou Assaf

Architecte, archéologue professionnelle, Dr Yasmine Makaroun Bou Assaf exerce en libérale au Liban comme consultante en restauration, en réhabilitation de monuments et en aménagement de sites archéologiques. Enseignante et chercheur universitaire, elle collabore à de nombreux séminaires, colloques et missions internationales sur le patrimoine culturel et a à son actif de nombreuses publications.

Adresse postale:

BP : 55 658 – Sin El Fil – Beyrouth – (Liban)

Adresse courrier électronique:

ymakaroun@idm.net.lb

ymakaroun@gmail.com

Téléphone:

+961 1 510 297/8 bureau +961 1 510 304 Télécopie
+961 3 623 559 Mobile

Dans les études préalables à la réhabilitation d'un monument, l'archéologie du bâti tient une place de choix pour la précision de sa méthode et la qualité de ses résultats. Une approche pluridisciplinaire (archéologique, historique) du bâti permet en effet de mettre en corrélation les informations issues des sources documentaires et les indices et témoignages laissés par les différentes phases d'intervention. Rigueur, méthodologie et patience sont les règles de base de cette approche ; l'étude de cas présentée ici vient illustrer ce propos. Le Palais Debbané, monument historique majeur sur le littoral libanais, classé en 1968, a été fondé par un notable sidonien, Ali Agha Hammoud en 1721-22 : ce monument a le privilège de témoigner de l'histoire du Liban sur les trois derniers siècles. La famille Debbané acheta cette propriété vers le début du XIX^e siècle et la rénova en ajoutant deux niveaux en 1917-20 au goût de l'époque dans un style levantin néo-classique (fig.1).

La fondation Debbané, qui gère aujourd'hui ce monument, a collaboré avec l'Institut allemand des études Orientales de Beyrouth (Dr Stefan Weber, Ralph Bodenstein), dans son projet de recherche sur le patrimoine urbain de Saida et initié diverses études archéologiques, généalogiques et historiques sur le palais et ses occupants successifs (mémoire indirecte pour les Hammoud et mémoire quasi directe pour les Debbané).

Situé en périphérie de la médina de Saida (Sidon), un des rares exemples de centre historique préservé du côté est de la Méditerranée, le palais Debbané ex Hammoud s'inscrit dans le développement urbain ottoman de cette ville portuaire florissante (1516-1918).

Les recherches documentaires dans les archives ottomanes et consulaires ont permis de retracer l'histoire ancienne des fondateurs sur trois générations au moins à Saida durant la première moitié du XVIII^e siècle.

Les Hammoud, perceuteurs de taxes, exerçaient un contrôle économique, politique et urbanistique sur la ville ottomane de Saida (période de la construction des principaux bâtiments de la famille durant une large période de prospérité : khans, souqs, maisons, mosquée, hammams...)

Le palais Debbané/Hammoud est un excellent exemple pour illustrer le fonctionnement d'un *waqf* (fondation familiale) comme entité urbaine au sein d'une ville ottomane.

La maison est intimement reliée aux souqs et aux khans comme une unité plurifonctionnelle (siège d'un pouvoir économique et politique). Elle revêt une importance régionale à plus d'un titre :

- agencement et décors exceptionnellement préservés : mosaïques, boiseries peintes, plafonds incrustés, incrustations murales..(fig.3)
- faisant partie intégrante de la dimension urbaine par sa disposition sur les souqs et l'emprise des remparts
- permettant une lecture aisée des étapes constructives sur trois siècles au moins
- datée par une inscription fondatrice (situation rare).

La maison est typique de la maison arabe traditionnelle à cour. Son accès principal se fait par les souqs à travers un porche d'entrée ouvrant sur un escalier étroit et raide. Ce dernier débouche au premier étage sur la cour, élément central à l'origine à ciel ouvert, qui groupe les fonctions périphériques, accueille et distribue les circulations. Généralement au RDC, le cas des villes côtières est une exception au développement des cours à l'étage de part la densification urbaine traduite par une extension verticale du bâti. Agrémentée de fontaine et de bassins, la cour est le point central du concept intérieur/extérieur ou *barrani / juwani* de la maison traditionnelle qui se structure en espaces privés, semi-public ou public suivant les usages.

De la morphologie de la maison du XVIII^e siècle, il ne reste que les espaces de réception : la '*qaa*, (fig.2) où la majorité des éléments de décor se trouvent concentrés (fig.4), le *iwan*, espace extérieur couvert par un grand arc protégeant du soleil et de part et d'autre du *iwan*, deux pièces latérales ou *murabba'* à usage plus intime. La partie privée du palais le *haramlek* (par opposition aux espaces de réception *salamlek*, terminologie ottomane) a été oblitérée par une propriété adjacente au XIX^e siècle.

Après maints travaux et changements, au cours du XIX^e siècle telle une extension du r.d.c *extra-muros*, la transformation majeure va se lire dans le projet du début XX^e siècle par une extension verticale du palais et son couvrement par un toit en tuiles à quatre pans. L'innovation du projet architecturale de 1920 réside dans le génie de la transformation d'un espace extérieur en un espace intérieur couvert qui garde toute sa force d'usage grâce à une galerie supérieure et une continuité stylistique par un décor mural inspiré du *ablaoq* (alternance d'assises de pierres de couleurs différentes, typique de l'architecture islamique). Des pièces indépendantes telle la *tiyara* viendront s'ajouter sur la terrasse du deuxième étage à une phase ultérieure donnant au palais une nouvelle dimension urbaine à partir d'une position privilégiée en hauteur, surplombant les toitures-terrasses de la vieille ville et le littoral.

Un relevé détaillé du palais, a servi de support à une cartographie

poussée des matériaux, des techniques de construction ainsi que des désordres. Des analyses typologiques et chronologiques ont pu être élaborées sur la base de ces supports graphiques. Des inventaires systématiques des décors, des menuiseries et l'interprétation des styles a permis d'établir des comparaisons avec des bâtiments contemporains. Des sondages ponctuels ont fourni des indices très précieux pour l'interprétation des phases chronologiques du monument ainsi que pour l'identification des matériaux sous-jacents.

La présence insoupçonnée de poutres encastrées dans les murs du deuxième étage découverte lors de la réalisation de sondages, a révélé un indice important pour l'hypothèse de la couverture initiale de la 'qaa, à savoir une toiture plate surhaussée, et une partie supérieure éclairée par des ouvertures latérales.

Des reprises imperceptibles de prime abord dans les enduits et dans la maçonnerie de pierre de taille ont livrés des informations sur différentes campagnes de travaux au cours du XIX^e siècle.

L'analyse détaillée des techniques de constructions de la pierre de taille en parement intérieur, mise en corrélation avec des demeures damascènes contemporaines telles Beit Akkad, Beit Jabri, entre autres a permis des interprétations nouvelles aux historiens de l'architecture ottomane impliqués dans le projet.

Mémoire vivante, mémoire estompée dans les murs et les décors d'autan, le monument vibre encore aujourd'hui de toutes ces voix. Le souvenir récent de la famille qui occupa les lieux jusqu'en 1975 vient alimenter toutes les réflexions sur le devenir de cette grande maison, aujourd'hui vide de ses occupants.

Fusion de deux mondes, ambiguïté entre l'objet réel et sa représentation, une nouvelle identité s'impose progressivement : la *maison musée*. Elle retrouverait sa fonction historique de lieu d'accueil en se donnant au visiteur à travers une exposition originale : vivre le musée comme une maison en observant son architecture monumentale et en s'appropriant ses divers lieux, ses souvenirs, son histoire.

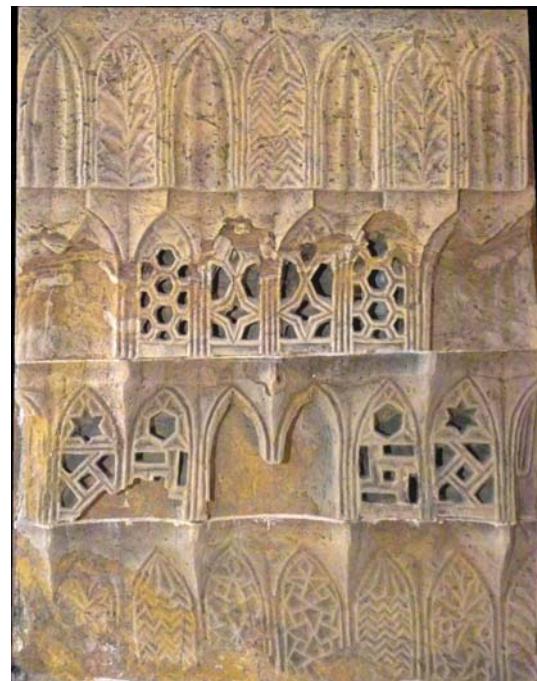
Le palais Debbané ne serait pas seulement un lieu pour héberger un musée historique mais il s'exposerait lui-même comme un chef-d'œuvre de l'architecture civile arabo-ottomane.

BIBLIOGRAPHIE

- KEENAN B., *Damascus Hidden Treasures of the old city*, Thames & Hudson, Londres, 2001.
- MORTENSEN P., *Bayt al-'Aqqad, The History and Restoration of a House in Old Damascus*, Proceedings of the Danish Institute in Damascus IV, 2005.
- ROBINE G., *Palais et demeures de Damas au XVIII^e siècle*, Ministère du Tourisme / IFEAD, Damas, 1990.
- WEBER S., Bodenstein R., *A House, two families and the city, The qasr Debbané and the ottoman city of Saida*, OIB/Fondation Debbané, sous presse.



Éléments de décor intérieur : incrustations murales et mosaïques



Détail d'un chapiteau sculpté le *muquarnas*



plans du palais Debbaré



vue panoramique de la salle officielle la 'qaat'

Les habitudes constructives et les modes de conservation d'après les manuscrits *ḥabūs ottomans*

Samia Chergui

Maître assistante, chargée de cours en histoire de l'architecture à l'université Saad DAHLAB de Blida, ayant le grade de docteur en histoire de l'art et archéologie islamiques de Paris IV- Sorbonne. En parallèle des activités pédagogiques et de recherche, je mène et j'ai déjà finalisé en tant qu'architecte restauratrice des projets de restauration dans le vieil Alger (Grande Mosquée d'Alger 1997-9, des palais comme Dar al-suf, Mustafa Pacha 1998-2002, le palais d'été de Djenane Lakhdar, Dar Aziza et le hammam de la citadelle en cours d'étude)

Adresse postale:

14, rue RICOUR Omar, Ben Aknoun, Alger

Adresse courrier électronique:

chergui-s@yahoo.fr

Téléphone:

0021371975198 ou 0021321912373

Si le XVIIe siècle symbolise sans conteste une période propice à un véritable développement urbain de la ville d'Alger, rarement égalé jusqu'alors, il en sera tout à fait différemment aussitôt après¹. Les XVIIe et XVIIIe siècles vont manifestement être marqués plus par une perpétuelle sauvegarde du cadre bâti existant et son incessante amélioration que par d'inattendues édifications.

Il ressort que le cadre institutionnel des *ḥabūs* avait été plus que déterminant dans le domaine de la conservation et de la réhabilitation des bâtiments anciens. A chaque instant ses représentants, institutions et préposés compris, devaient en effet veiller scrupuleusement à leur préservation par un recours permanent à des pratiques courantes d'entretien primaire.

Notre exploitation des différents registres comptables attestant une pareille gestion du cadre bâti, laquelle semble donc strictement inhérente aux institutions du *ḥabūs* comme Sharikat al-Djāma' al-Adh'am, Sharikat al-Haramayn al-Sharīfayn ou Subul al-Khayrāt, a été à l'origine de l'accumulation de nombreux renseignements d'un intérêt réel².

Elle a permis, dans une vision relativement synthétique d'appréhender la procédure de construction autant que le processus de conservation des édifices notamment sacrés ; l'un et l'autre offrent, à juste titre, un support inéluctable aux modes et procédés techniques abondamment admis, en cette époque, où le domaine spécifique du bâtiment était caractérisé par un dynamisme certain.

En dépit du nombre de documents d'archives consultés, jusqu'ici, nous réalisons que nous n'avons fait qu'aborder quelques aspects relatifs à cette épingleuse question ; celle-ci est à placer certainement sous l'éclairage d'une gestion étroitement liée aux mosquées et à leurs biens-

fonds. Il est important de faire remarquer que ce type inédit de fonds archivistique *ḥabūs*, à lui seul, nécessite un travail de dépouillement systématique qui est loin d'avoir été entrepris à une grande échelle. Aussi, aujourd'hui, il peut paraître évident que les entreprises ponctuelles de construction, tout comme les actes répétés d'entretien et de conservation, se seraient attachées en fait à reconduire des pratiques probablement ancestrales. A l'issue de l'analyse de plusieurs états comptables, tenus par les institutions *ḥabūs*, se dégage, à première vue, leur extrême variété, que, tout compte fait, l'on a rarement soupçonnée jusqu'alors.

Ces multiples actions qui avaient permis d'enrichir le cadre bâti religieux d'un nombre incalculable de bâtiments avaient pour le reste grandement participé au processus de leur propre préservation, et par conséquent aidé à maintenir en état de fonctionnement optimal une proportion élevée de biens immeubles fondés en *ḥabūs*, à leur seul profit. Ces opérations de sauvegarde sont basées, avant tout, sur l'emploi de matériaux anciens de provenance locale ou étrangère à la Régence d'Alger, ainsi que sur l'adoption de techniques constructives traditionnelles ayant fait largement leur preuve autrefois.

Nous sommes parvenus à y distinguer, par ailleurs, les mécanismes qui semblent d'une nécessité absolue à toute démarche d'entretien préventif comme le badigeonnage à la chaux des surfaces, la réparation des parties délabrés des murs, et en particulier des enduits dépériss ou enfin la réfection des toitures. L'identification et le classement de ces premières actions de nature spéciale déterminent tout simplement un mode de conservation recherchant à prémunir, en permanence, les édifices religieux ou toute autre forme de constructions des dégradations éventuelles.

D'autres pratiques ancestrales se rapportant également à l'entretien développent des actions de nature rénovatrice. Celles-ci visaient la réparation, la consolidation, la reconstruction, mais en plus, très souvent, la rénovation et la restauration de pans entiers de bâtiments à la suite de leur destruction ou de leur délabrement partiel. En effet, ce type d'actions conjoncturelles n'était envisagé que dans le cas de destructions globales ou localisées³.

Contrairement aux pratiques inhérentes à l'entretien de pure conservation, il a été possible de démontrer, là spécialement, que ces dernières ne recherchaient nullement la prévention de dégradations, mais aspiraient surtout et encore à restituer aux œuvres architecturales, mutilées par les destructions sans cesse recommandées, leur état initial. De part la nature de ce mode de conserver, il n'intervenait qu'épisodiquement. La fréquence de ses actions, révélées par les états des dépenses, demeure tout à fait irrégulière et se trouve ainsi dépendantes de certaines circonstances aggravantes, à l'image de catastrophes naturelles ou d'attaques maritimes.

L'étude des habitudes constructives, à travers le regard croisé que nous avons tenté de porter à la fois sur les documents d'archives ottomanes et sur les vestiges architecturaux, a permis de mettre en évidence deux types de connaissance à propos de ce second aspect purement matériel. Les renseignements que ces sources fournissent ne sont pas certes toujours comparables, mais ils demeurent, jusqu'à un certain degré, complémentaires.

Les registres de comptabilité apportent des éclairages significatifs sur la nature, la provenance, la quantité et le coût des matériaux destinés à la fois à la construction et à la conservation. Ils ne manquent pas non plus de documenter les aspects concernant leur fabrication, voire leur préparation, et leur mise en œuvre⁴. Quant aux investigations

archéologiques, elles ont permis, dans la mesure du possible, de voir comment les dispositifs tant techniques qu'artistiques ont imprimé de manière indélébile leurs propres images aux peu d'œuvres architecturales ottomanes, encore conservés aujourd'hui.

Pendant ces opérations renouvelées de reconstruction, de restauration ou de rénovation, le chantier avait fait usage, jusqu'au milieu du XIX^e siècle, de matériaux et de techniques qui étaient peut-être identiques à ceux présents à l'origine même de la construction initiale ; une pratique courante qui rend ardu toute lecture précise des réparations consécutives.

Tâchons maintenant de revenir plus sommairement sur certains des matériaux les plus en vue. La terre, dont l'emploi était prédominant autant dans la construction que dans la conservation, était abondante⁵.

A vrai dire, les poteries, établies au nord de la ville, ne se bornaient pas uniquement à alimenter les chantiers de quantités considérables de briques. Il s'avère qu'en dehors de ce matériau de base abondamment et diversément utilisé, la terre cuite se manifeste autrement ; les pièces cylindriques en poterie pour les chutes d'eau que les fouilles archéologiques avaient révélées encastées à l'intérieur des murs de pourtour en fournissent un exemple de production assez significatif. Néanmoins les nouveaux apports techniques des Andalous au domaine de la fabrication de terre émaillée s'étaient révélés insuffisants puisque, des quantités considérables de carreaux de céramiques avaient été importées notamment de Tunis ou de Delft. La même remarque est valable pour le marbre venant d'Italie ou pour le bois de cèdre et le bois de noyer acquis auprès des pays du Nord de l'Europe, comme la Hollande, à titre de commande ou de tribut.

Quant à l'emploi de la chaux, il était considérablement répandu dans la ville. Car, ce matériau, ordinairement obtenu de la calcination de pierre calcaire dans les mêmes fours à briques, est non seulement indispensable à la fabrication de mortier et d'enduit mais constitue, sous sa forme liquide de lait, la plus importante forme de protection des appareils de maçonneries, dans le cadre de la pratique perpétuelle de badigeonnage de leurs surfaces.

D'une manière globale, nous ne saurions parler des modes de construire et de conserver sans nous référer à la main d'œuvre spécialisée qui en détenaient le savoir-faire. En effet, tout au long de la période ottomane, nous avons détecté une diversification poussée des métiers du bâtiment, lesquels avaient satisfait certainement les besoins techniques en matière de construction et de conservation.

La mise en œuvre des divers matériaux que nous avons inventoriés revenait de la sorte à la dextérité de nombreux hommes, majoritairement mobilisés dans le cadre corporatif. La comptabilité salariale, tenue par les institutions du *habūs*, compte parmi les rares initiatives de gestion qui avait permis, durant au moins trois siècles consécutifs, de consigner, quoique par intermittence, les plus amples détails sur le profil distinctif de l'ensemble de ces intervenants⁶.

Les Andalous tout autant que les communautés minoritaires juives et chrétiennes avaient collaboré, chacun à sa manière, à donner un essor vigoureux à l'activité constructive. Cependant, la compétence technique avérée d'Ahl al-Andalus et des chrétiens d'Europe semble devenir un critère suffisant pour leur sélection à la tête de la direction d'un nombre considérable de chantiers. D'ailleurs, qu'ils soient musulmans de statut libre (*bannā' muslim*) ou esclaves de confession chrétienne (*ns'āra al-Baylik*), simplement loués au chantier, ils semblent destinataires d'un salaire souvent équivalent. Si, du point de vue géographique, Djmā'at al-Bannā'īn, l'une des plus influentes corporations de métiers, liées

au bâtiment, comptait parmi ses membres une majorité de maçons citadins de souche (*baldī-s*), dont des Andalous, certains autres seraient des immigrés récents, venus de contrées voisines (la Régence de Tunis en était de loin le premier pourvoyeur).

Les manœuvres aussi bien que les tâcherons sont, pour une large part, doublement affiliés, à la fois à leur communauté d'origine et à leur corps de métier ; ils sont assimilés aux nouveaux arrivants (*barrānī-s*), qui sont originaires, soit des montagnes environnantes (Kabylie), soit des régions du Sud (Biskra). Une main d'œuvre servile de lignée européenne devait renforcer le rang de ces ouvriers très peu spécialisés.

La finition, au point de vue strictement esthétique, de qualité bien déterminée de matériaux, à l'instar des blocs de marbre d'importation ou de tuf de provenance locale, mais aussi des éléments en bois de cèdre et de noyer, paraît avoir été, ainsi, l'apanage des deux communautés extra musulmanes. Nous avons décelé, à travers un examen approfondi des états comptables, d'une part que certains captifs chrétiens excellaient dans la taille de pierre et dans la peinture sur boiserie, d'autre part que des ouvriers, de confession juive, se spécialisaient dans la sculpture de bois ciselé et la découpe de verre.

Sur le plan des finances, la question des coûts et des salaires, pratiqués dans le domaine de l'entretien, mérite de connaître le plus d'approfondissement possible. Des efforts de recherche pourraient être entrepris à ce sujet, lequel n'a été que superficiellement approché par l'étude de L.Merouche, mais également lors de notre exploitation du rôle de chantier enregistrant la plupart des détails comptables propres à l'édification la Nouvelle Mosquée⁷.

1. Assez nombreuses sont les publications sur l'histoire urbaine d'Alger. Il ne s'agit pas ici de donner une bibliographie exhaustive ; cf. A.Devoulx, «Alger : Etude archéologique et topographique», RA, t.19, 1875, pp.289-332, 385-428, 497-542 ; t.20, 1876, pp.57-74, 145-163, 245-256, 336-351, 470-489; R.Lespes, *Alger, Etude de géographie et d'histoire urbaines*, Alger, 1930 ; E.Pasquali, *La Casbah d'Alger*, thèse de doctorat, Alger, 1951 et récemment F.Cresti, *Contribution à l'histoire d'Alger*, 1993.

2. Un fonds très intéressant est conservé aux archives nationales algériennes dans 194 boîtes contenant chacune plusieurs dizaines de registre et d'actes de valeur inégale, couvrant une période de trois siècles (1001/1592-3 à 1272/1856-7) ; N.Saidouni, « Les archives algériennes relatives aux waqfs et leur utilisation dans l'histoire économique et sociale de l'Algérie ottomane », *Collection Turcica*, vol. VIII, 1995, pp.59-65.

3. Les dommages, que le cadre bâti de la ville a subi, sont survenus, soit à la suite de catastrophes naturelles (séisme, foudre, ...etc.), soit après des attaques maritimes meurtrières (les canonades françaises, espagnoles et anglaises étaient des plus destructrices).

4. Se référer également à des études similaires menées sur le cas du Caire et de Tunis ; Cf. N.Hanna, *Construction work in ottoman Cairo (1517-1798)*, Le Caire, 1984 et A.Saadaoui, *Tunis, ville ottomane, trois siècles d'urbanisme et d'architecture*, Tunis, 2001

5. Les marnes sahéliennes d'El-Biar et les argiles alluvionnaires de la vallée inférieure d'El-Harrach se sont constamment prêtées à divers modes de façonnement, R.Lespes, 1930, p.55.

6. Outre les registres comptables exploités au niveau du Centre National des Archives

d'Alger (CNA), la lecture du manuscrit conservé sous la cote Ms.670/1378 à la BN d'Alger et rédigé par al-Shwīḥad 'Abd Allāh Muḥammad Ben al-Ḥādj Yūsaf sous le titre de *Kitāb Qānūn bil-Djazā'ir 'alā al-aswāq* ('wāyad al-sūq), au XVI^e siècle.

7. L.Merouche, *Recherches sur l'Algérie ottomane : monnaies, prix et revenus 1520-1830*, Paris, 2002 ; S.Chergui, *Construire, gérer et conserver les mosquées en Al-Djazā'ir ottomane*, thèse de doctorat, 3 vol., 834p, Paris IV, Paris, 2007.



Chapiteau sculpté d'un croissant

Análisis de la construcción y función de los espacios interiores de la masía en Catalunya (s. XIV-XVI)¹

Assumpta Serra i Clota

Historiadora, arqueóloga y especialista en el mundo rural catalán de los siglos X-XVI. Investigación a partir de las fuentes arqueológicas, documentales y trabajo de campo. Profesora de la Universidad de Barcelona durante el período 1983-2003.

Dirección postal:

c. Pere Ballús nº 10
08530 La Garriga

Dirección de correo electrónico:

todonya@hotmail.com

Teléfono:

938718538

Presentación

Dada la situación actual del mundo agrario catalán, se puede considerar que su edificio más emblemático está perdiendo su funcionalidad. Una muestra es la nueva casa destinada a matrimonios jóvenes que mantienen la explotación familiar. Los elementos que configuran esta nueva vivienda no difiere de los que integran una del núcleo urbano o de una urbanización. Los espacios necesarios para el trabajo se instalan en edificios anejos. La vivienda, ha dejado de ser considerada en su forma integral.

Otro fenómeno actual es la despoblación del campo, a causa del cambio de la agricultura que conlleva la dificultad de poder vivir de ella una familia. Como consecuencia, una parte de sus habitantes se trasladan a pueblos o ciudades a trabajar en otros sectores manteniendo parte de las tierras de labranza y algunos animales para el propio consumo. Entre estas familias, tiene gran éxito el "turismo rural", siendo otra variedad las casas adaptadas para "colonias" escolares o para familias en días festivos o vacacionales. En estos casos, la vivienda puede experimentar grandes cambios. Unos porque la misma administración los impone y otros para adaptar pequeños "apartamentos" dentro o fuera de la casa.

Finalmente quedan aquellos mansos que son segundas residencias por parte de personas que viven y trabajan en el núcleo o ciudades.

Así pues la masía se encuentra en un proceso de transformación o abandono. Por esta razón se aplauden las iniciativas que permiten mantenerla, aún cuando se transforme para adaptarla a las nuevas funciones.

Considerando que la masía es producto de una evolución que parte del s. XI y se va adaptando a las necesidades y capacidades de cada momento, forma parte de la identidad del territorio agrario catalán: *Cada espai tradicional representa una arquitectura específica que reflexa la funció per la que es va crear. La rehabilitació ben estudiada pot donar*

una altra vida a un espai sense fer-li perdre la seva identitat. (*Entrevista a Mustapha Houcine* en Rehabimed, n. 6, abril 2006, p.3)

Reconociendo pequeñas diferencias según la zonas geográficas, la masía presenta una gran uniformidad en el conjunto territorial, fruto de una misma cultura que se ha fraguado a lo largo de los siglos. Igualmente, todo edificio es un testimonio histórico y sus modificaciones y ampliaciones responden siempre a las necesidades y posibilidades tecnológicas del momento. Por esta razón es necesario conocer su historia para comprender el significado de sus espacios y saber mantener aquellos que son inherentes al edificio.

Orígenes y evolución del manso

Los espacios comunes y básicos son : cocina, comedor, entrada, dormitorios, sala y granero. Antes de la crisis de la "filoxera", casi en todas las masías tenían una pequeña bodega. Estas estancias se encuentran repartidas en dos o tres pisos.

Orígenes, s. XI

El edificio del manso, de tres habitáculos dedicados a cocina, establo y entrada (aves de corral y cocina cuando el tiempo lo permitía) y construido con piedra, se inició a partir de la segunda mitad del siglo XI y se generalizó en el s. XII. Aún siendo un edificio pequeño, contenía todos los elementos necesarios para vivir una familia.

Destaca su forma constructiva:

Paredes:

- exteriores 70 cm. ; interiores, 60 cm
- pared seca;
- doble cara,
- alternancia con piedras transversales ocupando el ancho de la pared. (sistema muy útil para ligar la pared),
- forma hiladas con piedras de mayor dimensión en la parte inferior y superior (zócalo y cubierta de losas).

Estos edificios o bien se apoyaban en grandes rocas, desniveles del terreno o bien aprovechaban cavidades naturales. (Fig.1,1)

Esta forma constructiva fue tan eficiente que ha permanecido, en los establos o partes bajas de muchas masías actuales.

s. XII

Siendo el s. XII época de grandes construcciones, en los mansos continua la misma técnica del s. XI, mejorando el corte de las piedras. Se añaden nuevos cubículos manteniendo el rectángulo y los espacios interiores cambian su utilidad. Relacionado con la ampliación del cultivo de cereales, aparece el horno.

Se construye la torre para defender el manso de las rátzias de los musulmanes (llegando al Vallés o el Bages) y de los señores feudales. (fig.2,1) En las zonas de Lleida o el Segre, (recién conquistadas a los musulmanes) se adaptan las torres defensivas construidas con piedra y cal, para ser utilizadas como mansos.

s.XIII

El siglo XIII representa un gran cambio en la construcción del manso:

1. Aparece por primera vez el edificio de dos cuerpos;
2. Se construye en vertical.

Estas novedades, que serán trascendentales, se deben a la influencia del gótico con sus espacios amplios y abiertos y la implantación, en todo el territorio, de la cal y las tejas. Estos dos elementos permitieron la esbeltez del edificio, al cambiar las gruesas paredes por argamasa y el pesado techo por tejas. Las paredes dejarán de formar hiladas claras y estarán cubiertas de cal.

1. Se construye un nuevo cubículo a lo largo y paralelo a la parte existente. Gracias a ser mucho más amplio pasará a ser el centro de la vivienda, albergando la cocina - comedor. (Fig.1,2)
2. Las construcciones en vertical, o bien corresponden al manso-torre(fig. 3 parte central de la sección), primeros mansos de dos pisos o las "domus". Destaca, la diferencia conceptual entre una torre militar y el manso torre, dado que el edificio del manso, sea cual sea su composición, satisface las necesidades de una familia que vive de la tierra, el bosque y la ganadería. El manso vertical busca un lugar en altura para guardar los cereales.

La formación de la masía

s. XIV

Así pues, mientras el edificio de dos cuerpos tuvo su momento entre finales del s. XIII y principios del S. XIV, el de dos o tres pisos se generalizará a partir del s. XV.

Es en el s. XIV cuando la ampliación del manso apoyado en una roca o desnivel, se desarrolla en la parte superior de esta roca. El desnivel se supera con escaleras, pero aún no se construye sobre del primer edificio. En el nuevo espacio se traslada la cocina-comedor, bastante evidente para la salida de humos y un suelo resistente al fuego y el peso.

Debido a la gran mortandad de la peste negra del 1348, tuvo lugar la reordenación del espacio agrario con el abandono de mansos de montaña, propios del s. XI y la ocupación de los vacíos de la llanura.

Sin embargo, aquellos con un emplazamiento entre la montaña y la llanura y una producción diversificada, pero no suficiente, fueron abandonados y recuperados a partir del s. XVI.

s. XV

Se puede considerar que es en el s. XV cuando culminarán los dos procesos, resultando un edificio estructurado y coherente con las necesidades para las que ha sido construido.

El edificio se estructura en dos cuerpos paralelos y dos pisos (Fig. 2,2), con espacios diferenciados que se disputan el protagonismo la cocina y el comedor, ahora ya separados. La cocina sigue siendo el centro de las actividades familiares pero el comedor se utiliza en los días festivos y señalados.

s. XVI

La novedad entre el edificio del s. XV y el del XVI es la inclusión de un gran espacio como es la sala, símbolo de una economía en pujanza. La sala, a partir del siglo X, formó parte de los edificios pertenecientes al grupo dirigente, civil o eclesiástico, del mundo rural. La sala es un espacio único y amplio, utilizado para el interior de una iglesia o lugar de recepción de un castillo.

Posteriormente, la sala aparece en mansos señoriales. Sin embargo, mientras la cocina o el comedor tienen consolidado su simbolismo dentro del edificio, la sala tardará bastantes años en encontrarlo. Puede situarse en la planta baja o en el segundo piso pero relegado a un

segundo plano, después del comedor.

En la planta ideal se encuentra en el centro de la casa y el mismo espacio se repite en la planta baja o entrada y en el planta superior o granero. En la casa de dos cuerpos se le añade un rectángulo de tres pisos. (Fig.n.3, plantas) Longitudinalmente ocupa el espacio de dos habitaciones contiguas

Esta construcción se generalizó a partir de finales del siglo XVI. Unas veces se construía la masía según esta planta y se abandonaba la casa anterior. Otras se le añadía el cuerpo de la sala en la parte contigua (fig. 4), manteniéndose la cocina, bodega o alguna habitación del primer edificio o también se construían los tres cuerpos en la parte anterior dando la apariencia de un gran edificio.(Fig. 3, sección) Fue frecuente empezar los trazos para renovar la masía con un gran edificio y quedarse a medias. Aún cuando es evidente que se construye en un momento de pujanza económica, la razón de que algunas construcciones no llegaron a buen término indica que la economía no continuó con el mismo ritmo. Así mismo cabría pensar que la razón de este espacio único, dentro de la casa rural, podría deberse a la influencia del individualismo renacentista, en un momento de pujanza.

BIBLIOGRAFÍA

1. Entrevista a Mustapha Hocine en Rehabimed, n. 6, abril 2006.
2. Entrevista a Paul Oliver en Rehabimed, n. 7, julio 2006.
3. V.V.A.A.: *La masia catalana, Evolució, arquitectura i restauració* col. Arquitectura tradicional, vol. 1, Ed. Brau, 2005.
4. SERRA I CLOTA, ASSUMPTA (1990): *La comunitat rural a la Catalunya Medieval: Collsacabra (s. XIII-XVI)*, Editorial Eumo, Vic
5. SERRA I CLOTA, ASSUMPTA (1993): *Análisis de la distribución espacial en la subcomarca del Collsacabra: Tavertet i Sorerols (Osona) en los siglos X-XV*, a IV Congreso de Arqueología Medieval Española, vol. II, Alacant, 1993, pp. 467-484
6. SERRA I CLOTA, ASSUMPTA (1995) *La forma constructiva en el mundo rural catalán (siglos XIV-XVI)*, a "Actas del Segundo Congreso Nacional de Historia de la Construcción". A Coruña, pp 465-474.
7. SERRA I CLOTA, ASSUMPTA (1998) *L'hàbitat i els seus elements constructius a Catalunya dels ss. X-XIV*, en Homenatge al Professor M. Riu, 35 pp, inédito
8. SERRA I CLOTA, ASSUMPTA (2001) *Analisi del procés de la vil·la al mas*, en Ferrer, M.T; Mutjé, J i Riu, M. eds." El mas català durant l'Edat mitjana i la moderna (segles IX-XVIII)", CSIC, Annex 42 del Anuario de Estudios Medievales, Barcelona, pp.325-428.
9. SERRA I CLOTA, ASSUMPTA (2004): *Excavacions arqueològiques al mas de Sa Palomera: Tavertet, Osona* en Actes de les Jornades d'Arqueologia i Paleontologia 2001: Comarques de Barcelona 1996-2001. coord. Por Margarida Genera, Vol. 3, pags. 945-951
10. SERRA I CLOTA, ASSUMPTA (2006): *l'anàlisi del territori a la Catalunya central: dos models d'assentament entre la muntanya (Collsacabra) i la plana (terme del castell de Voltregà) als segles XI-XIII a Tribuna d'Arqueologia 2004-2005*, pags. 289-313
11. SERRA I CLOTA, ASSUMPTA (2006) : *Les novetats constructives en els masos "horizontals"*, entre els segles XIII-XIV, a la Catalunya central, en V Congrés ACRAM, 15 pp. en prensa
12. SERRA I CLOTA, ASSUMPTA (2006): *La forma constructiva del manso en la Catalunya del S. XII: un panorama diverso* en Boletín de Arqueología Medieval, en prensa 45 pp.

¹ Este trabajo ha sido elaborado a partir de mis propias investigaciones, aún en proceso de estudio y publicados y presentadas en congresos que se citan al final del artículo.

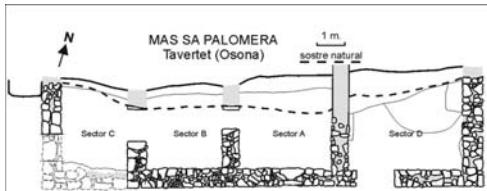
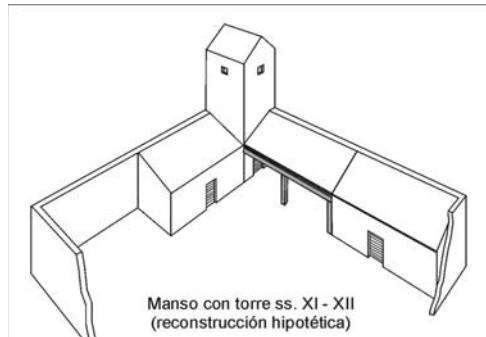


Figura 1.1

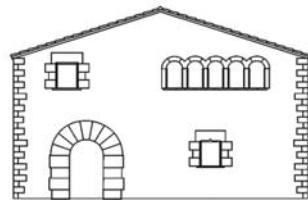


Figura 1.2



Manso con torre ss. XI - XII
 (reconstrucción hipotética)

Figura 2.1



Manso hipotético de dos cuerpos
 (según la descripción del manso Spanyol)
 2ª mitad s. XIV - s.XV

Figura 2.2

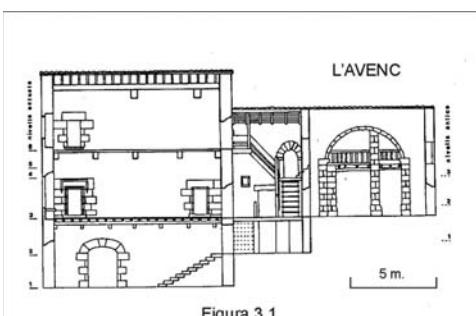


Figura 3.1

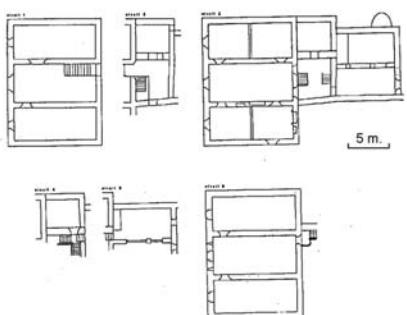


Figura 3.2

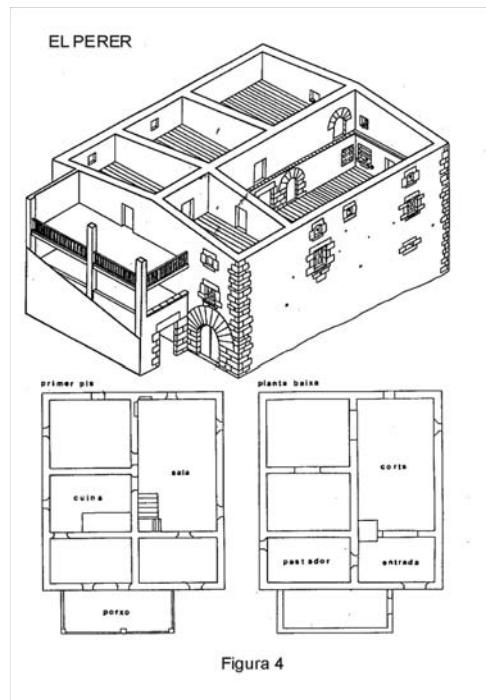


Figura 4

La arquitectura tradicional de Menorca desde la Edad Moderna

Llucia Pons

Dirección de correo electrónico:

siapons@hotmail.com

Teléfono:

649988910

Blancas paredes de piedra, rojas cubiertas de tejas a dos aguas, verdes batientes de ventanas y puertas, las casas tradicionales de Menorca se presentan contundentes marcando hitos en una tierra fértil gracias al trabajo de muchos años.

Su pasado es aun presente, descubrir su historia es más que emocionante, las vivencias de todas las personas que las han habitado a lo largo de tantos años se desvelan en cada rincón.

Son, en conjunto, una muestra exclusiva y original de esta isla que, rodeada de agua por todas partes, se ha ido forjando a su manera, encontrando las soluciones en la necesidad de supervivencia y en el ir y venir aprendiendo de otros pueblos que están cerca y lejos al mismo tiempo gracias al mar. ¿Cómo volver atrás para comprender como tratarlas en la actualidad? De dos formas se ha hecho en este trabajo: estudiando las casas, específicamente las rurales, que han sabido conservarse con autenticidad sin violarse a si mismas; luego con el testimonio más que valioso de antiguos documentos que no solo nos enseñan como eran las casas en tiempos más antiguos sino que también nos muestran su cotidianidad, son los inventarios de Protocolos Notariales.

Las casas de campo de Menorca son hoy el resultado de las circunstancias agrícolas y ganaderas que se han ido sucediendo a lo largo del tiempo. El sistema de la propiedad es el que propicia la vivienda rural aislada, debido a que las fincas, llamadas Ilocs, son relativamente grandes haciendo la opción de la casa dentro de la misma propiedad la más idónea. Por otra parte el tipo de agricultura i ganadería también ha influido, obviamente, en las características de la construcción rural: el cultivo del cereal, trigo y cebada, y la ganadería ovina fueron la dedicación principal hasta el siglo XX, cuando la ganadería vacuna absorbe todo el protagonismo hasta hoy.

Construidas con piedra, tal y como se encuentra al natural o cortada en canteras, emblanqueadas con cal, por fuera y por dentro, las casas tradicionales de Menorca, como en el resto del mundo, se construyeron con los materiales propios del entorno.

Estas casas siempre han sido construidas con piedra. Se distinguen fácilmente dos técnicas diferentes que, aunque con excepciones, cronológicamente se suceden una a la otra:

gruesas paredes de piedra y mortero, paredes más finas de piedra cortada en cantera.

Piedras irregulares, más o menos pequeñas, son las que componen las paredes de piedra y mortero, mortero formado por tierra y materiales aglutinantes como la cal i el sablón. Su grueso oscila entre 60 cm. y 1

metro, muestran una textura irregular y las aberturas son generalmente escasas y pequeñas, a veces inexistentes en las fachadas traseras o laterales a excepción de pequeños huecos para ventilación. Las casas de piedra y mortero muestran paredes más bajas y habitaciones independientes comunicadas, casi siempre, desde el exterior. Las cubiertas son de bigas de leña, de cañizo y de losas de piedra siendo también la bóveda de arista frecuente, más en la parte de Poniente que en la de Levante. Algunas están datadas en el siglo XVII, siendo en el siglo XVIII corrientes como nos asegura John Armstrong, inglés que escribió sobre la isla.

La casa fue creciendo añadiendo nuevos espacios que permitían que cada habitación fuera adquiriendo una función más específica. El crecimiento orgánico no contemplaba, en principio, una estética exterior unitaria, así la forma de la casa se nos presenta irregular, con volúmenes añadidos con tejados de inclinaciones diferentes a veces carentes de lógica respecto a la recogida del agua de la lluvia.

La piedra cortada en cantera ofreció más posibilidades. En la mayoría de los casos integra, de distinta forma, el núcleo anterior de piedra y mortero. Con la nueva técnica se consiguen paredes más finas, más altas y con mayor número de aberturas y más grandes.

Si bien la comunicación de las distintas partes de la casa continua siendo básicamente por el exterior, se consiguen nuevos logros como las habitaciones encadenadas en el interior.

El porche, con dos o tres arcos de medio punto rebajados, se crea como espacio de circulación que da cobijo a la entrada de las habitaciones. Más adelante, hacia finales del siglo XIX, muchos de estos porches se cerraran dejando una puerta y varias ventanas en los antiguos huecos, ando así mayor cobijo a este espacio que queda integrado como uno más del interior de la casa. El porche, en menorquín sa porxada, es uno de los elementos emblemáticos de nuestra arquitectura. A su función práctica se le une haberse convertido un ambiente agradable donde se reúne la familia, en los atardeceres de verano especialmente. Las payesas los llenan de plantas y flores que embellecen así este espacio que es la entrada a la casa.

Con la piedra cortada de marés, la casa rural logra una estética unitaria que podemos resumir como un volumen cúbico cubierto por tejado a dos aguas inclinado hacia los laterales o este-oeste. Nunca es simple, a veces toma forma basilical y siempre tiene construcciones añadidas, entre las que destacan las dedicadas a la ganadería y agricultura que en definitiva forman un todo.

La casa tiene delante el patio, donde encontramos el horno, cuyo aspecto es original de la isla; la cisterna; unas escaleras de piedra para subir a los equinos y plantas sembradas. El patio es el núcleo de comunicación que no sólo da acceso a la casa sino que también con frecuencia ordena todos los trayectos posibles de la finca.

Si bien podemos leer las paredes, volúmenes i apariencias para descifrar la esencia de la arquitectura tradicional, para profundizar en su evolución hemos de atender a la vida en la casa a lo largo del tiempo, que es la que en definitiva realmente le da forma atendiendo a las distintas necesidades humanas. Los inventarios post mortem suponen un autentico tesoro porque nos informan de las habitaciones que tenían las casas en cada momento y de toda la cultura material: mobiliario, vestuario, alimentación, herramientas, etc.

Con todo ello lo que parecen simples listados de objetos nos permiten deducir como las habitaciones han ido adquiriendo funciones específicas, como la intimidad se ha ido haciendo más necesaria y

como la comodidad y el confort se han ido consiguiendo en pequeñas dosis.

Los inventarios conservados en el Archivo Histórico Provincial de Menorca abarcan desde el año 1599 hasta el 1848, es así como el estudio que se presenta empieza en el siglo XVII y gracias al trabajo de campo realizado con las casas rurales, especialmente, termina en la actualidad. A lo largo de estos dos siglos y medio la casa aumenta el número de habitaciones, de tres en el siglo XVII pasamos a una media de cinco en el siglo XIX. El núcleo principal estaría compuesto por: la cocina, una habitación, llamada cambra, y otra habitación más que o bien podía situarse en un primer piso, llamada entonces cambra de dalt, o bien podía ser otra habitación en planta baja con una función más concreta, por ejemplo servir como lugar donde hacer el pan, llamada entonces el pastador, o bien donde se molía la harina, el molí. La cocina se presenta como la heredera de la casa de habitación única. Es donde, no solamente se cocina y come la familia, sino también donde se hace el pan (con todos los utensilios, incluida la pastera); el queso (con los recipientes, la salera y la prensa); donde se hila (con el huso y la lana) y donde también se guardaban las herramientas para trabajar en el campo.

La necesidad de mayor espacio para definir la función de cada habitación y conseguir más intimidad, favoreciendo el descanso, parecen ser las razones principales que hacen que la casa crezca en número de habitaciones.

Las habitaciones se especializan y esto se hace evidente por ejemplo con la desaparición de la cama en la cocina en el siglo XVIII, al mismo tiempo que los alimentos o las herramientas que se guardaban en la habitación donde había la cama, se trasladan o bien al piso de arriba o a otras habitaciones cerca de la cocina. La única habitación que ya aparece especializada en el siglo XVII es la que se encuentra en el primer piso donde se guardan los cereales y utensilios varios del trabajo del campo.

Una mayor intimidad viene garantizada cuando la casa crece y lo hace, especialmente, invirtiendo los nuevos espacios a favor del descanso, es así cuando a las distintas habitaciones dedicadas al descanso se les va dando un repertorio de nombres diferentes en función de su tamaño y función específica.



REFERENCIAS

ARMSTRONG, John, Historia de la isla de Menorca, (1756), Editorial Nura, Colección Pauta, Menorca, 1990.

PONS OLIVES, Lucía, Ca nostra des del segle XVII, Centre d'Estudis Locals d'Alaior, Menorca, 2003.

La información extraída de los inventarios post morten ha sido tratada con diferentes fórmulas estadísticas que son las que nos permiten hacer estas afirmaciones.

Casa Pallarès de Talarn, del XVII al XIX

Josep Coll i Miró

Esta comunicación resume el estudio pluridisciplinar, morfológico y documental, desarrollado en un edificio del Prepirineo Catalán conocido como "Casa Pallarès" y situado en el núcleo de Talarn (Lleida). Este estudio confirma las posibilidades que nos ofrece la documentación notarial, básicamente los Inventarios Post-mortem, al contrastarla con el estudio morfológico en los edificios, de manera que nos permite conocer la evolución arquitectónica y la de su entorno inmediato. El punto de partida es una publicación sobre la familia Pallarès titulada "*Els Pallarès de Talarn, Petita Noblesa Rural*" de la Sra. Magda Miravet, en la que se analiza tanto la vida cotidiana, como el nivel económico y patrimonial, o la política matrimonial de esta familia, utilizando diversa documentación entre la que se encuentran tres Inventarios Post-Mortem fechados en los años 1.690, 1.717 y 1.741.

Estos tres inventarios contienen una importantísima información descriptiva y detallada de los bienes muebles e inmuebles, del avituallamiento de la casa, así como del estado de los negocios familiares.

La metodología utilizada consiste en la reconstrucción del recorrido por el interior del edificio descrito por el notario, profundizando en el conocimiento de las diferentes dependencias de la casa, identificando cada una de las trazas y determinando como cambia su morfología y su relación con el crecimiento de la población en cada uno de los momentos históricos.

Este análisis permite plantear un modelo de transformación de "Casa Pallarès" que va ligado íntimamente con el modelo de evolución y crecimiento del núcleo urbano de la población de Talarn a lo largo del periodo analizado.

Modelo de transformación de "Casa Pallarès"

El núcleo de Talarn estaba cerrado por murallas. La transformación se explica en base a la relación **casa-muralla** que nos permite plantear la hipótesis de crecimiento articulada en 4 fases:

PRIMERA FASE, la casa está separada de la muralla por una calle o paso

o paso

Abarca un periodo de tiempo que va desde la construcción de la muralla de cerramiento, aproximadamente siglo XIV, hasta finales del siglo XVII, planteándose dos hipótesis:

- A. La casa está separada de la muralla por una calle o paso.
- B. La casa crece en anchura adicionando una casa contigua.

A-LA CASA ESTA SEPARADA DE LA MURALLA POR UNA CALLE O PASO

El análisis de los signos morfológicos del edificio actual, juntamente con el primer inventario de 1.690, parecen confirmar que la casa no limitaba con dicha muralla, sinó con una calle a la que daba cara su fachada posterior, con una profundidad del edificio entre 18 y 18,50 m desde la fachada principal de la "Plaça Major". Esta calle posterior

o paso, de unos 3 m aproximadamente, situándose entre la casa y la muralla.

Esta hipótesis se confirma por:

1. Las referencias que hacen los inventarios de 1.690 y 1.717 a diferentes dependencias "*la cambra del solà*", "*la cambra del solà de damunt*" o "*lo cuarto prop lo solanet*", que indican la reminiscencia de la palabra "*solà*" o "*solanet*" (espacio abierto o con galería).
2. Las líneas de las paredes medianeras que presentan un cambio brusco a partir de esta línea de fachada posterior, situada entre los 18 m y los 18,50 m de profundidad. (PI-1)
3. El cambio de dirección de los forjados a partir de esta línea de fachada posterior y la sustitución de esta por jácenas de madera. (PI-2)
4. El cambio de material detectado en la medianera norte que es de tapial hasta esta línea de fachada posterior y a partir de esta hasta la muralla es de mampuesto de piedra irregular. (PI-3)
5. La situación de la cumbre de la cubierta de la propia "Casa Pallarès" y contiguas, que están centradas con la profundidad de 18 a 18,50 m. (PI-4)
6. El análisis de la propia muralla existente en el interior del edificio y contiguos. Construida a base de grandes mampuestos de piedras horizontales con ataluzado en su parte inferior, con un grueso de entre 0,80 m y 1,20 m, que obedece a una construcción claramente defensiva tanto por la forma como por la tecnología, y no a la fachada posterior de una casa. Esta propia importancia justifica la existencia de un paso franco para acceder a la muralla.

El carácter de la muralla y su importancia defensiva hasta entrado el siglo XVIII (tercer inventario de 1741), se refuerza al enmarcar el núcleo dentro del contexto histórico de la región. Cabe recordar que entre 1.701 y 1.714 la zona está en guerra (Guerra de Sucesión) y que el pueblo de Talarn toma posición a favor de las fuerzas borbónicas, convirtiéndose a partir de 1.716 (Decretos de Nueva Planta) en la capital del Corregimiento de Pallars.

B-La casa crece en anchura adicionando una casa contigua

Esta hipótesis se confirma por:

1. La descripción que hace el inventario de 1.690 de la existencia por duplicado de algunas estancias, como "*en la cuina*" y "*en la cuina vella*", dos estancias dedicadas a cocina situadas ambas en planta primera. Por la descripción de dos escaleras una que arranca de la sala y otra que articula todo el edificio. Y por la utilización la expresión "*en lo perxe de dellà*" para describir una de las estancias de bajo cubierta, expresión que indicaría de la otra casa.
2. Las diferencias constructivas y formales que existen entre los forjados de ambas casas, tanto en la planta baja como en la primera. Y que consisten en la diferencia de nivel entre forjados; la diferencia topológica de los forjados de planta sótano y la diferencia de solución constructiva del forjado de planta baja que es de bóveda de unos 3,80 m de anchura en una y de vigas de madera en la otra.
3. Los restos de elementos existentes en el edificio actual a los que hace referencia el inventario de 1.690 como son el marco superior de la escalera de la sala "*al pujant de l'escala de la sala*", que quedó tapiada dentro del tabique de la sala; o los restos de la campana y de la chimenea del hogar.

SEGUNDA FASE, la casa se amplia hasta la muralla

Abarca el periodo de tiempo que va desde la segunda mitad del siglo XVII al primer cuarto del siglo XVIII. En este periodo la casa experimenta un crecimiento en profundidad superando la fachada posterior; posiblemente llega a tocar en parte a la muralla.

Esta ocupación se realiza de forma progresiva, en un primer momento en planta semisótano a través de la construcción de un cobertizo utilizado como corral y de la ampliación del "celler" o bodega.

Esta ocupación se justifica por:

1. La situación de las dependencias en planta semisótano, baja y parte de la primera en el inventario de 1.690 confirman este límite parcial con la muralla sin sobrepasar-la. Así se deduce del ejercicio de colocar los objetos y animales descritos en el inventario dentro de las dependencias identificadas en planta semisótano, "*lo celler de fora*" y "*l'estable*".
 2. Las referencias que hacen al "*solà*" o "*solanet*" los inventarios de 1.690 y 1.717 entendiéndose como espacio abierto o con galería. Referencias que desaparecen en el inventario de 1.741 en el que aparecen varias estancias con aberturas al "*vall*" o foso.

Estas referencias, juntamente con la relevancia que adquiere el núcleo de Talarn en este periodo, por tanto con la necesidad de una muralla importante, indican que la fachada posterior de la casa da a un espacio abierto pero interior a la muralla hasta después de 1.717.

TERCERA FASE, la muralla conforma la fachada de la casa.

Esta fase se sitúa a desde el primer cuarto hasta final del siglo XVIII. En este periodo la "Casa Pallarès" crece tanto en profundidad como en altura. La muralla pasa a ser utilizada como fachada posterior de la casa con una profundidad de 21,50 m desde la fachada principal de la "Plaça Major", con sus correspondientes balcones y ventanas. La altura del edificio pasa a tener tres plantas en la fachada posterior a línea de muralla.

Esta hipótesis se confirma por:

1. La constatación en el inventario de 1.741 de diferentes dependencias que tienen aberturas, ventanas o balcones, al "vall" o foso.
 2. Las dependencias que cita el inventario de 1.741 indican la existencia de planta segunda en la fachada principal y por tanto tercera en fachada posterior

Además en este periodo los núcleos de población de esta zona experimentan un fuerte crecimiento demográfico y económico. La población de Talarn pasa de 350 habitantes en el año 1.718 a 691 habitantes en el año 1.787. Este crecimiento provoca una densificación urbana a través de la ocupación de los espacios libres interiores del núcleo tanto en planta como en altura.

CUARTA FASE. la casa ocupa el foso de la muralla

Esta se sitúa entre finales del siglo XVIII y finales del siglo XIX, donde la presión demográfica es tan fuerte que se autoriza el crecimiento del núcleo fuera muralla ocupando el "vall" o foso. En 1.830, la población de Talarn alcanza su techo demográfico máximo con 787 habitantes.

Esta ocupación no se ha podido contrastar con los inventarios ya que no existe ninguno posterior al de 1.741, para ello se ha recurrido a la documentación existente en otros pueblos de la comarca con una

estructura urbana similar a la de Talarn. Así en el caso concreto de Salàs de Pallars existe un Decreto de 1.758, otorgado por el Excelentísimo Señor Marques de La Mina, Capitán General de Lérida, en que,

"se dio facultad al Común y Universidad de la expresada Villa de Salas para poder vender la riba o pendiente del parage nombrado lo Vall desde las casas confrontantes con el hasta cierta linea que se tiró, prefiriendo a los Dueños de las casas confinantes".

Possiblemente este tipo de decreto fuera común en la mayoría de pueblos fortificados del Pallars.

En este periodo se construyen los tres pilares exteriores dentro del foso que sustentan los balcones de planta primera y segunda en la fachada posterior. También se construye la pared de cerramiento hasta la altura de planta baja que permite la ocupación total y definitiva del "vall" o foso.

Como conclusión destacar la valiosísima aportación de los documentos notariales a este estudio pluridisciplinar que nos han permitido profundizar en el conocimiento del edificio y su entorno, conocimiento necesario y imprescindible para plantear una intervención con garantías.

Talarn abril 2007

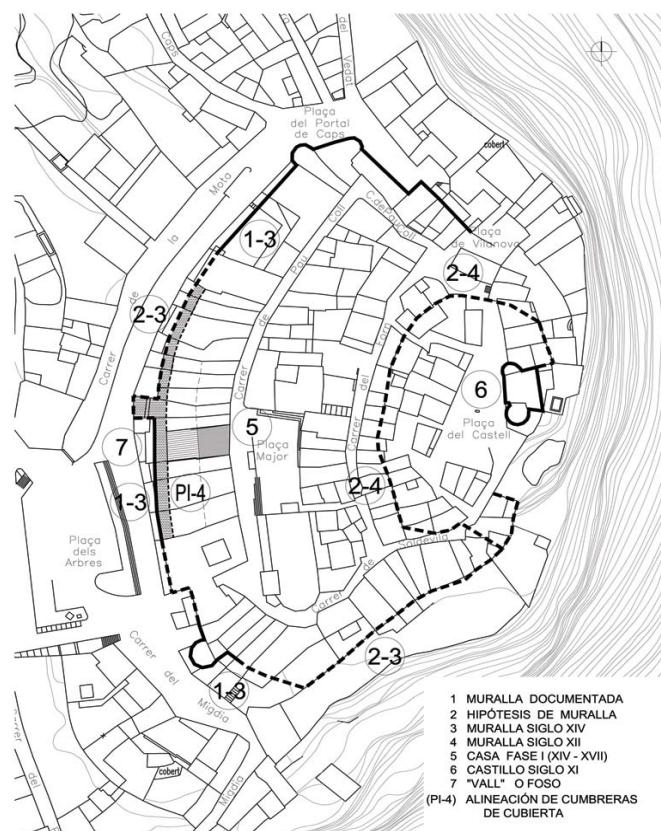
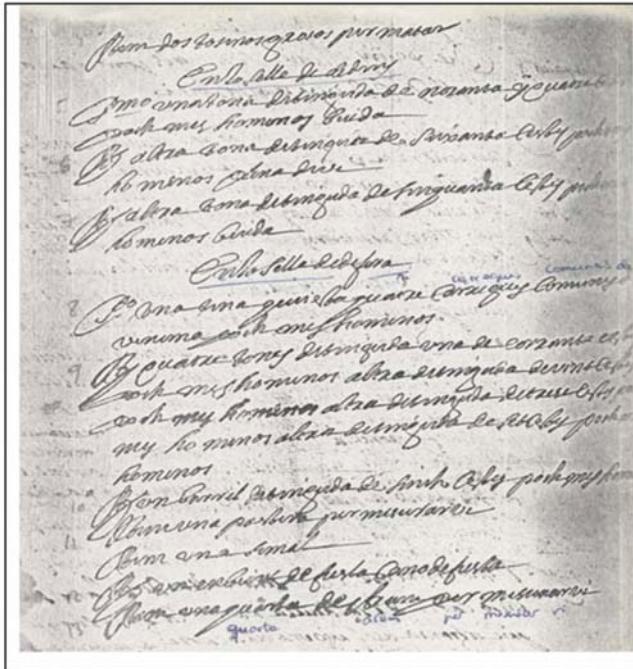


Fig. (1) RECONSTRUCCIÓN URBANÍSTICA DE LA SITUACIÓN DE "CASA PALLARÈS" DE TALARN



--- "dos tosinos grosos per matar"

En lo selle de dedins

- "una tona de tinguda 94 cesters poch mes homenos buida"
- "altra tona de tinguda de seixanta cesters poch mes homenos plena de vi"
- "altra tona de tinguda de sinquanta cesters poch mes ho menos buida"

En lo selle de defora

- "una tina.....de quatre carreges comunes de verema poch mes homenos"
- "quatre tones de tinguda una de coranta cseters poch mes homenos altra de tinguda 20 cesters poch mes homenos altra de tinguda tretza cesters mes ho menos altra de tinguda set cesters mes ho menos"
- "un barril de tinguda de sinh cesters poch mes ho menos"
- "una pastera per mesurar vi"
- "una samal"
- "un embuit de fusta cano de fusta"
- "una quarta de aram per mesurar vi"

Fig. (2) Inventario de 1.690, descripción estancias planta semisotano

El análisis histórico-arqueológico en los procesos de rehabilitación de la arquitectura tradicional

Isidre Pastor i Batalla

Arqueólogo e Historiador del Arte, centra su actividad profesional en la proyección y gestión de Intervenciones Arqueológicas así como en la ejecución de actuaciones de recuperación y puesta en valor del patrimonio arquitectónico, tanto de bienes catalogados como en relación a elementos representativos de la arquitectura tradicional.

Adreça postal:

Calàbria, 125, 2on – 3a 08015 BARCELONA

Adreça de correu electrònic:

ipastor@tinet.cat

Telèfon:

649 587 317

Durante las últimas décadas se ha generalizado la concienciación social en relación a la salvaguarda y puesta en valor del concepto Patrimonio; entendido este como el término que se refiere a los bienes que poseen un interés social común. Así, por ejemplo, en relación al patrimonio natural se ha conseguido un grado de sensibilización lo suficientemente alto como para reivindicar, desde cualquier campo, ámbito o manifestación, la defensa medioambiental. Por otra parte, en relación al patrimonio cultural, en el concepto amplio del término, y en concreto lo que se refiere al patrimonio inmueble, aún se está lejos de alcanzar los niveles de sensibilidad que se requieren para la concienciación social generalizada a favor de la protección de estos bienes comunes. Solo con este reconocimiento, tanto por parte del conjunto de la sociedad, pero sobretodo, por parte de todos aquellos agentes implicados en las actuaciones que los afectan, se garantizaría la salvaguarda y preservación de los valores de este patrimonio inmueble.

En este sentido, cualquier actuación que comporte un reconocimiento y puesta en valor de un bien inmueble, precisa de la correcta identificación y compresión de los valores intrínsecos que lo identifican como elemento patrimonial, en relación al marco social del que forma parte. Por tanto, cualquier actuación material sobre estos elementos requiere tanto del análisis y estudio de sus formas como de su propia evolución histórica.

Atendiendo a estos planteamientos cada vez se tiene más en consideración el reconocimiento de los valores culturales que detiene la llamada arquitectura tradicional, como muestra de la cultura material propia de toda sociedad. Llegándose esta ha identificar, incluso, como un patrimonio propio y común de un marco territorial determinado. En este sentido, cada vez son más las iniciativas y actuaciones, generalmente impulsadas desde la sociedad civil, que promueven o fomentan el reconocimiento de los valores patrimoniales que tiene

esta arquitectura. Algunas de estas propuestas, como por ejemplo las que hacen referencia al hábitat tradicional y a la técnica constructiva de la piedra seca, han logrado cierta repercusión mediática, más o menos generalizada. En este mismo sentido, actualmente, se puede constatar la existencia de la sistematización de proyectos centrados en la recuperación y el reconocimiento de su valía patrimonial.

En su conjunto, los elementos y técnicas de la arquitectura tradicional constituyen un testimonio inequívoco de la coyuntura histórica de la actividad humana que los genera y, por tanto, como tal, son susceptibles de ser considerados -total o parcialmente- un bien cultural común. Los elementos representativos de esta arquitectura poseen una relevancia o singularidad como bien patrimonial, tanto por su valor histórico, artístico, arquitectónico, arqueológico, científico o técnico, en relación al ámbito del que forma parte. Independientemente de que estén o no catalogados oficialmente. De este modo, la identificación y el reconocimiento de los valores culturales que detienen estos elementos, constituye un primer paso hacia la preservación de su entidad patrimonial. Es en este sentido, que hay que destacar la importancia de los trabajos que se llevan a cabo en relación al inventario, catalogación y rehabilitación de la arquitectura tradicional, de un marco territorial concreto, que abogan por su reconocimiento y recuperación.

Si se considera que las muestras de esta arquitectura son susceptibles de poseer un cierto valor cultural, estas requieren, en consecuencia, de un análisis histórico que determine la entidad y alcance de su significación como bien patrimonial. Es por ello, que los procesos de rehabilitación, entendidos como el conjunto de actuaciones que conllevan la recuperación de la apariencia original de un elemento y su adaptación a los requerimientos actuales, precisan de un análisis de la evolución histórica constructiva de este. A la vez, la incidencia directa que estos procesos suelen tener sobre el elemento material en sí, constituyen una oportunidad inmejorable para la profundizar en el conocimiento de su evolución crono-estructural, tanto técnica como formal.

Los elementos de la arquitectura tradicional en su mayoría, no están sujetos a ningún tipo de protección legal determinada que garantice su entidad cultural ni su integridad. Al margen de las prerrogativas que recoge el marco normativo vigente al respecto, todo programa de rehabilitación, tendría que considerar la necesidad de ser respetuoso con la propia entidad patrimonial del elemento sobre el que se actúa. I no desestimar-se la oportunidad de llevar a termino un análisis histórico-arqueológico del edificio objeto del proyecto.

Así mismo, la adjetivación del término arqueológico, ha de ser concebida tanto por el uso del método de registro arqueológico, en los análisis de la evolución histórica constructiva de los elementos arquitectónicos, como por el hecho que la mayoría de proyectos de rehabilitación conllevan una afectación total o parcial del subsuelo.

Los estudios históricos aplicados a la arquitectura tradicional permiten analizar al elemento construido en base a unas pautas sociales y culturales que aportan un conocimiento de los factores que han impulsado y condicionado su evolución. A la vez, estos posibilitan profundizar en el conocimiento de las soluciones arquitectónicas, sus componentes y de las propias técnicas constructivas de carácter tradicional. La elaboración de estos estudios, realizados en base a un rigor científico sistemático, se centra en un análisis de sus valores históricos, artísticos y arqueológicos con la finalidad de aportar el máximo de datos relativos a su evolución histórico-constructiva, tanto cronológica como estructural.

Con todo, hay que matizar que el alcance y envergadura de estos estudios ha de ser proporcional a la entidad patrimonial propia del elemento a estudiar. Teniendo presente que en muchos de los casos los valores patrimoniales de este tipo de arquitectura recaen más en el conjunto que conforman los elementos que en su propia relevancia individual. No descartando que quizás sea este uno de los motivos por los cuales se está acelerando que cada vez queden menos muestras de este tipo de arquitectura.

Las líneas de análisis a partir de las que se articular los estudios de carácter histórico suelen considerarse, esencialmente, a partir de dos campos de actuación concretos; el estudio documental y el estudio de la realidad material del edificio. En primer lugar, es obvio que las tareas de investigación documental y bibliográfica son esenciales para poder llevar a cabo una adecuada aproximación histórica del contexto del que forma parte el edificio. Con todo, la envergadura de este trabajo, tendrá que ser considerada en función de la entidad y relevancia del elemento sobre el que se actúa. En todo caso, esta investigación histórica siempre constituirá la esencia sobre la que se desarrollara el estudio y, a la vez, tendrá que ser considerada como un referente histórico para la contextualización de las intervenciones de rehabilitación.

En relación al análisis material del edificio que se contempla en el marco de los estudios histórico-arqueológicos, las tareas que se llevan a cabo tienen como finalidad aportar datos sobre el marco cronológico y estructural relativo a su evolución constructiva. De esta manera, el análisis formal del elemento se centrará tanto en la lectura estructural y parietal como en el análisis de los materiales y acabados formales y decorativos.

La optimización de estos resultados pasa, sin lugar a dudas, por la aplicación de un sistema de registro centrado en identificar y documentar las partes y elementos del conjunto, así como su descripción detallada, aplicable tanto para las estructuras arquitectónicas como, en el caso que se requiera, para los restos arqueológicos.

En base a estos planteamientos, es fácil apreciar como la investigación histórica de un estudio de estas características posibilita tanto profundizar en el conocimiento de la evolución arquitectónica y su evolución crono-cultural como en el análisis de las propias técnicas constructivas. Así mismo, los resultados que aporta el estudio histórico-arqueológico posibilitan una definición y un análisis de las relaciones físicas y estructurales de los componentes arquitectónicos de la obra de fábrica, factores esenciales tanto para el planteamiento de una completa interpretación histórica como una propuesta de rehabilitación.

Los resultados obtenidos aportan datos que pueden ayudar a concretar la definición del proyecto de rehabilitación, como marcar las pautas de la puesta en valor de aquellos aspectos patrimoniales más significativos y relevantes que caracterizan el elemento sobre el que se actúa. A su vez, la importancia de los datos que aportan estos estudios también adquiere una singular trascendencia en relación al conocimiento que proporcionan en relación al marco colectivo y territorial en el que se emplazan.

La realización de un análisis histórico-arqueológico de un elemento arquitectónico, incide directamente sobre el conocimiento y compresión de este. Al igual que cualquier tipo de estudio previo a la redacción de un proyecto arquitectónico, aporta datos que ayudan a una mejor proyección de la actuación de rehabilitación.

Así pues, la sistematización de la aplicación de un método de análisis histórico del elemento, objeto del proceso de rehabilitación arquitectónica, proporciona el poder disponer unos antecedentes que

no solo sirven para contextualizar históricamente el elemento sino que aportan una información que repercute en las definiciones de los criterios arquitectónicos.

A partir de estos criterios básicos, es un valor añadido el hacer convivir el respeto por las soluciones originales y funcionales de esta arquitectura tradicional con los requerimientos de adaptación y funcionalidad actual. En este sentido, el conocimiento histórico ha de ser considerado como un instrumento que facilite el uso del edificio y su integración a las necesidades de la sociedad actual, evidenciando que una de las mejores maneras de preservar el patrimonio inmueble es dotarlo de funcionalidad propia.



Conjunto de viviendas unifamiliares de planta baja mas piso. (L'Hospitalet de Llobregat)



Barraca de viña. (Rodonyà).



Pueblo y cercados. (Cañada de Benatanduz).

Spatial changes in the ottoman housing tradition in galata-pera in the second half of the 19th century

Figen Kafescioglu*, Ayçe Derin**

* Historiadora, arqueóloga y especialista en el mundo rural catalán de los siglos X-XVI. Investigación a partir de las fuentes arqueológicas, documentales y trabajo de campo. Profesora de la Universidad de Barcelona durante el período 1983-2003.

** Address:

Meclisi Mebusan Caddesi, No:24 Fındıklı, 34427 İstanbul Turkey

E-mail address

kafesci@msu.edu.tr

derinoncel@yahoo.com

Telephone:

+90 212 2521600-286

Ottoman Empire had many administrative, social and spatial changes in the 19th century because of the Westernization movements. Galata, being an important port of the Mediterranean trade since the first days of Istanbul city, has evolved in a unique way during the period.

The unique evolution of Galata can be defined by the following factors; the development of the physical/spatial structure as a trade city within city walls, the particular demographic structure of the district since the conquest of Constantinople by the Ottomans. The consecutive administrative reforms beginning from the midst of the 19th century that have caused a new and rapid urban restructuring in Galata and Pera because of the social and cultural changes have also been effective in the diversion of house types in the area.

Main interest of this work is the examination of the new spatial structure which is generated by the changing Ottoman life style in Galata at the end of the 19th century and in the beginnings of the 20th century and the adaptation of this evolution to the existing physical and social structure. The family-houses belonging to the period prior to the apartment blocks are examined in the study to chase the preliminary traces of this new kind of housing.

The boundaries of the research area in Galata-Pera is so described that it includes densely one-family house buildings that have survived until today with their original plans¹.

The preliminary evaluation of the examples of the family-houses that have saved their original plans show that the house types can be globally classified according to their functions (dwelling, dwelling+trade, collective dwelling, collective+trade) and the income level of the owner. A detailed examination of twelve family-houses and two mansions (kâgir konak) that are works of masonry shows that these classifications can be diversified by the construction dates of the buildings, sizes and the morphology of the building lots. The coherent formation of life styles and spatial structure will be more accurate if all of the variables are evaluated together

Type 1 includes the earliest examples of this study. The buildings in this group don't have trade facility. All of the four buildings are built on big building lots. The mansions (konaks) which do not exist today stood in gardens. The building on Aga Hamam street 12 has back and front yards. The entrance of Kumbaradji Street 88 is directly from the road and it is adjacent to another house on the left, but it has a garden surrounding both on right side and back. These all four houses have cisterns. Ref: Fig. 2

Type 2 has only one example. This house on Medrese Street no. 840 has similarities with the houses in Type 1 having propingual plan scheme and position in the building lot. This house² is in vicinity of the houses in Type 1. Ref: Fig. 2

Type3 all of the four examples in this group are in adjacent lot order without gardens. In spite of their initial usage as one-family houses they are separated into smaller flats later. Two of the buildings Camondo Street 12, and Esther 23 have trade facilities on ground floors. Ref: Fig. 2, Fig.3

The similarity of plan schemes, functional state of the houses, the sizes of the buildings and the professions of the residents lead us to think that the inhabitants are members of upper-middle class in the first three groups³.

Type 4 The buildings in that group have common properties with type 3 like having trade facility in the ground floors and similarities in plan schemes. In spite of these common points, a look at the professions⁴ of the inhabitants and the plain and simple physical appearance of the buildings brings forth the idea that they have been built for low-income families with low budgets and they are occupied by more than one-family. Ref:Fig.3

Type 5 has only one example and new examples are needed for the group to become a type of collective houses. Although this building is one of the earliest examples of the study each floor has wc and big kitchens that they can be used separately. This building is the simplest of all the houses with its bare facade and plain house units. Ref:Fig.3

Type 6 this type has two examples which display different properties of collective dwelling. Whole of the four blocks in Impasse Balkon are the property of one family⁵ composed under two big roofs placed facing each other on two sides of a dead-end street. The blocks have separate entrances from the street. The street ends with a printing house owned by the same family and a passage connecting Balkon Street with Yazidgi Street. A new kind of independency can be defined in the building which has a service shaft that includes kitchens, wc's and stairs Ref.: Fig. 4

The other building in this type is on the corner of Kuledibi and Bereketzade Streets. It is possible to see the name of the architect and the construction date 1870 on the label on one of the entrances of the building on Koule Dibi Street.. The building is composed of three blocks. Each flat in the building has its own service area as wc, and a counter and a chimney which could have been used for a cookstove. Ref: Fig.4

The inhabitants of the houses in Type 5 and Type 6 are middle-income level families.

This research shows that there are many sub types of one-family housing in Galata-Pera district in the period but these types have to be enriched by new examples. These new additions will broaden some of the sub types while some of them will be weakened. The diversity of one- family house types can be seen by the examination of 12 houses and two non existing mansions (konaks).

The effects of living styles to the spatial structure is clearly described in many literary and biographical works.

In the biography⁶ of Yorgo Zarifi, the grandson of Zarifi family⁷, who moved from Fener to Pera in the end of the 19th century tells that the house was designed by "a fine architect from Poli (Constantinople)", and the interior designer had come from Paris for the interior design of this house.

One of the mansions mentioned in type 1 owned by Camondo family⁸ on Camondo Street number 6 is described as a big stone/brick house having an auxillary building with synagogue, hamam and green house. This house⁹ is seen on the panoramic photographs of Galata dating to 1860ies.

If the professions of the inhabitants in the houses are examined it is possible to see that the residents of Type 1 are generally negotiators or bankers. The inhabitants of Type 3 are mostly doctors, tailors, modists or landowners. These professions indicate that these people are generally of upper middle income level people and the physical conditions of the buildings are parallel to that.

The 14 houses examined through this work have mutual plan schemes whether they are inhabited by one-family or rented as flats and the sizes of the house does not effect the plan scheme as defined in Zarifi's novel. The serving places as kitchen, hamam and laundry were placed on basement or on the ground floors. The kitchens were sometimes on the ground floor accomplished by a dining room on the same floor or on the first floor. Generally a guest room took its place on the ground or first floor, and the other rooms on the upper levels and small wc on each floor. The rooms on the front facades of the buildings had generally bay windows ending with a balcony on the last floor. In big mansions the house was sometimes seperated into several suits that smaller units of the large families had the chance to have their private areas¹⁰.

Some of the houses (type 3,6) studied here are the initial examples of apartment blocks in Gümüssuyu, Nisantasi, Tesvikiye, Sisli which were the districts on the lately developed northern axis of the city. The houses in Type 1, 2 bare similarities with the latter mansions in Nisantasi or in suburban villages while the houses in type 4 can be interpreted as the former models of the middle-class family appartments in Aksaray, Kadikoy, Moda, Besiktas. The improvement of the study will clarify these interpretations and some of the types (ex. type 6) will fade away through the evolution process of house types.

This research attempting to enlighten a certain period in Ottoman housing tradition focusing on Galata-Pera district needs to be studied thoroughly and has to be enriched by more examples. The typological and social status indications displayed in this study are hoped to contribute to the works on Ottoman Housing tradition.

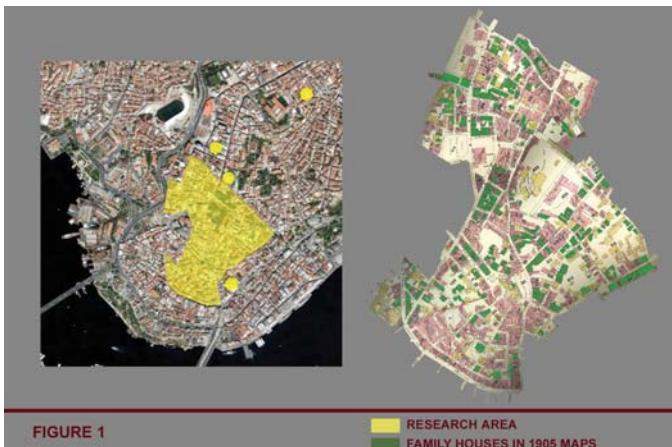
panoramic photographs taken from Bayezit and Galata Towers in 1870ies. On the maps of 1872-74 drawn by H. Gavand who is the responsible engineer of metro construction between Karakoy and Tunel. The building is described as English Embassy and Hospital. On the maps of E. Goad drawn in 1905 the building is shown as masonry type house. Today the building serves as an auxillary building for the Municipality Hospital.

- 3 The information about the professions of the residents of the houses are quoted from *Annuaire Oriental (Ancien Indicateur oriental) du Commerce*, Archives of OBTAM –Osmanlı Bankası Tarihi Araştırmalar Merkezi (Ottoman Bank Historical Research Center)
- 4 The inhabitants of these buildings are mostly workers in the harbour.
- 5 The owners of these four blocks are the Zellich Family, a famous family with their printing jobs, *Annuaire Oriental (Ancien Indicateur oriental) du Commerce*, 1905, p. 1072, Archives of OBTAM –Osmanlı Bankası Tarihi Araştırmalar Merkezi (Ottoman Bank Historical Research Center)
- 6 ZARIFI,Y.L., This house is described in detail in the book. The house was in Stavrodromi (Galatasaray) "looking over the old Byzance, Vosporus (Bosphorus) Pringiponia, Halkidonia (Prince Islands). The outer facades of the house wasn't ornamented. The balcony was the only ornament on the facade".The entrance hall was an elptic one with coloumns. The architect had designed living areas under the first floor using the height of the entrance hall. One of them was dining room which was used in the weekends, feasts. One of the in-between floors belonged to the Grand Grand parents of the author, the low ceiling room faced to the street. There were two rarely used reception halls on the front facade and on the facade facing South there was the main living and dining room. There was a green house on South garden surrounding the house. The wooden staircase connected the other floors with the first floor which had four big rooms. All of the rooms on this floor except the library of Grand mother had *cabinet de toilette*. On the 3rd floor there were the rooms of the children besides the servants rooms. Later a new floor was built for the servants as the fourth one. The kitchen and laundry was in the basement. There was a European equipped bathroom in the house in stead of Turkish hamam. *Hatırlarım, Kaybolan Bir Dünya*, Literatür Yayınları, İstanbul, 2005, p. 117-121, Original edition: *Oi Anamneseis Mou-Enas Kosmos Pou Efyge*, Trohalia, 2002
- 7 Zarifis were one of the Galata bankers who were mostly Orthodox Greek Christians that have administered the bank, La Société Générale de l'Empire Otoman in 1864. ŞENİ, N., *The Camondos and their imprint on 19th century İstanbul*, Int. Journal of Middle East Studies, 26 (1994), USA, p. 664
- 8 Camondos were another banker family of Jewish origin in Galata in the 19th century, ŞENİ, N., op.cit.,p. 664.
- 9 This house was on top of the "art nouveau" Camondo stairs connecting upper and lower neighbourhoods of Galata. On Camondo Street number 6, Nissim's house stands adjacent to the auxillary building which has a synagogue, a green house and a hamam. Moise who was an art sponsor later was born in this house in 1860. ŞENİ, N., TARNEC, S. Le, *Camondolar Bir Hanedenin Çöküşü*, İletişim Yayınları, İstanbul, 2005 p.48, Original edition: *Les Camondo ou l'éclipse d'une fortune*, Actes Sud, 1997

10 ZARIFI, Y.L., op.cit., p. 119

1 In the search of the one-family houses the insurance maps sheets 27,35,36 drawn by engineer E. Goad in 1905 are used. *Plan d'assurance de Constantinople, vo. II, Pera et Galata*. The apartment blocks are indicated as "Apparts" (Apartments) while one-family houses are indicated by "H" (Habitations, habitations)on the drawings. The maps of Goad shows 181 wooden, 422 masonry work 603 one-family houses and 153 apartment blocks.

2 This house is shown as a wooden house in 1858–60 map drawn by G. Cociffi under the supervision of municipality engineer G. d'Ostoya. The building can be seen on the



TYPE 1	KOUMBARADJİ YOKUSU 88	TYPE 1	AGA HAMAM 11
1881	Wülfing (Ö.), chef comptable de la Banque Impériale Ottomane	1881	
1883	Wülfing (Ö.), chef comptable de la Banque Impériale Ottomane	1883	1) Karagheusian (Docrat), négociant 2) Karagheusian (Kirkor), banquier
1889	Vidovich (Joseph), négociant	1889	1) Karagheusian (Docrat), négociant 2) Karagheusian (Kirkor), banquier
1893-94	Vitalli (César), commissionnaire	1893-94	1) Karagheusian (Docrat), négociant 2) Karagheusian (Kirkor), banquier
1896-97	Vitalli (César), commissionnaire, 2) Loucouressis (A.) ménúisier	1896-97	1) Karagheusian (Famille Docrat) 2) Karagheusian (Kircor), banquier
1905	Vitalli (César), commissionnaire.	1905	1) Pépinière Saint-Joseph, dirigé par les Frères des écoles chrétiennes, 2) Karagheusian (Kircor), banquier
TYPE 2	MEDRESE 840 (3)	TYPE 3	VENEDIK 12
1881		1881	
1883		1883	
1889		1889	Eakenazi (S.) médecin
1893-94		1893-94	Eakenazi (S.) médecin
1896-97	1) Hechler (J.), tailleur. 2) Blum (Moses), tailleur. 3) Feuerstein (J.), Münigen (Dr.), dentiste.	1896-97	Sotropulu et Andrikatides, modiste
1905	Karayann (Marco).	1905	Iraakia (T.), dépôt de bière.

FIGURE 2

TYPE 3	IMP. BUYUK DIBET 9	TYPE 3	CAMONDON 12	TYPE 3	ESTHER 23
1881		1881		1881	
1883		1883		1883	
1889		1889		1889	
1893-94		1893-94		1893-94	
1896-97	1) Tazariès (A.), propriétaire. 2) Faraggi (I.), agent de change. 3) N... négociant 4) Kostolberg (Colomb), ouvrier à bord des bateaux	1896-97		1896-97	
1905	Priasmant (Giuseppe), tailleur	1905	Birn kaydi degi 3	1905	Kareyanji (Marco).
TYPE 4	HODJA ALI 7	TYPE 4	HODJA ALI 2	TYPE 5	KOULÉ KAPOU 16
1881		1881		1881	
1883		1883		1883	
1889		1889		1889	Nomicos (C.), médecin.
1893-94		1893-94		1893-94	1) Nomicos (C.), médecin 2) Dzavashvili (François), peintre
1896-97		1896-97		1896-97	3) Alikiradis (D.), menuisier 4) Marcule (Moses), tailleur
1905	Tacouras (Yosef), employé à bord des bateaux	1905	1) Kostolberg (Colomb), ouvrier à l'Arsenal, 2) Kostolberg (Colomb), ouvrier à l'Arsenal	1905	

FIGURE 3

TYPE 6	BALKON 4	TYPE 6	KOULE DIBI 15-17
1881		1881	
1883		1883	
1889	Zelich (A.), et Fils, imprimeur.	1889	
1893-94	Zelich (Henri), et Fils, imprimeur	1893-94	
1896-97	Zelich (Henri), et Fils, imprimeur	1896-97	1) Grec (Français), employé. 2) Garin (D.), épicer. 3) Sammuth (G.), marbrier.
1905	Zelich (Henri), et Fils, imprimeur	1905	15a-1) Zarb (L.), facteur à la poste anglaise. 15a-2) Grech (Francesco), sauveur préposé des bateaux. 15b-1) Alberti (Charles), pétrolier. 15b-2) Vitalis (Famille Jacques). 17 Schapira (M., Jacob), ferrantier.
TYPE 6	BALKON 6	TYPE 5	KOULE DIBI 19
1881		1881	
1883		1883	
1889	Zelich (A.), et Fils, imprimeur.	1889	
1893-94	Zelich (Henri), et Fils, imprimeur	1893-94	
1896-97	Zelich (Henri), et Fils, imprimeur	1896-97	Filippucci (F.), cordonnier
1905	Zelich (Henri), et Fils, imprimeur	1905	
TYPE 6	BALKON 9	TYPE 5	KOULE DIBI 21
1881		1881	
1883		1883	
1889		1889	
1893-94		1893-94	
1896-97		1896-97	
1905		1895	
TYPE 6	BALKON 11	TYPE 6	DJAMI BEREKET ZADE 896 (13)
1881		1881	
1883		1883	
1889		1889	
1893-94		1893-94	
1896-97		1896-97	
1905		1905	1) Azkopandi (Philippe), menuisier 2) Gherson (Nissim), habiles confectionneurs

FIGURE 4

The grammatical and syntactical analysis of spatial organisation in Ayvalik houses

Deniz Erinsel Onder, Emine Koseoglu

Assoc. Prof. Dr. Deniz Erinsel Onder has been worked in Yildiz Technical University, Department of Architecture since 1987. She is interested in Architectural Design: vernacular architecture, housing, tourism buildings, spaces syntax.

Res. Assist. Emine Koseoglu is a PhD student. She studied on spatial perception in her Master Thesis. Her major research fields are environment-behavior relations, space syntax, and tourist psychology.

Address:

Yildiz Technical University,
Department of Architecture,
34346, Istanbul, TURKEY

E-mail address:

donder@yildiz.edu.tr

Telephone:

+90212 259 70 70/2227

Introduction

Traditional, local settlements are the spaces where communities transfer their socio-cultural, economic and aesthetic aspects. Although buildings of a certain region and typology introduce many spatial relationships, the principles that determine the spatial organisation are less in number and these principles determine a genotype. On the other hand, the advances, requirements of our day and the concept of globalization obstruct the continuity of local and vernacular architectural elements.

Changes in social structure require spaces of different qualities other than traditional space elements. This, partly, inevitable process should be experienced in a controlled manner so that traditional values would be evaluated within the context of social and architectural sustainability thus contributing to the continuity of architectural values. What is meant by architectural sustainability here is especially the sustainability of spatial organisation.

This paper analyzes the spatial features of present buildings in Ayvalik, a settlement area formed in the 19th century, with the space syntax and shape grammar methods in order to document the present features of houses, provide spatial continuity and transfer them to posterity.

The Location

Ayvalik is situated on the Western shore of Turkey, between the Gulfs of Dikili and Edremit, on the Aegean Sea. The curves of the coast and the little big islands in front of it form a sheltering harbor¹.

The Socio-economic Structure

Throughout the historical process, the management system, economic conditions and the socio-cultural features of Ayvalik distinguished it from the other Anatolian towns. The plenty of olive groves in the region rendered its people wealthy. The town also stands out among the other contemporary settlements in terms of education. An academy was founded in Ayvalik in 1803².

When the ethnic structure of Ayvalik in the 19th century is analyzed, it is seen that the majority of its people were Greek³. This feature was sustained until the Treaty of Lausanne was signed between Greece and the Turkish Republic in 1923 and the Muslim community living in Islands and Greek was settled in Ayvalik.

The Spatial Features

The structuring seems to become less organic and takes the form of grill plan texture as it goes down the hills to the coast. Ayvalik has a geometric street structure in the southern part where the rich reside. Along the streets of Ayvalik, the houses which are attached generally have two or three floors. Depending on the size of the parcels, the back parts are used as gardens or courtyards.

The houses are composed of depots and workshops on the ground floor and living rooms and bedrooms upstairs. The ground floor is usually reserved for practices like olive grove production, storage, retail or wholesale sales. Although weakened, this tradition is still alive today. Within this context, it will be proper to emphasize that certain changes are observed in the houses (especially the addition of wet areas) according to the demands and requirements of today.

When Ayvalik houses are analyzed, different plan schemes are observed. The analysis has been carried out by using two different methods in order to determine whether Ayvalik houses form a common language within this diversity.

In the following part of the paper, both methods will be shortly introduced.

Space Syntax Method

Space syntax is a method emerged from a theory indicating that there is a direct relationship between spatial organisation and social structure. When determining the relations in an organisation, the gamma analysis method has been employed⁴.

Analyses made by using the graphics drawn in this method have been further developed with the help of numerical values. High values indicate low integration and vice versa. And the differences in the integration values indicate the degree of social relations, which express themselves through the use of the spaces.

Shape Grammar Method

Shape grammar is a rule-based design system generating shape compositions.⁵ It provides designing and doing analysis using formal representation language. The relations are constant in basic shape grammar. Shape grammar rules are non-deterministic rules⁶.

In this analysis, basic shape grammars are used. Shape words are the spaces defined by the functions. The relations between shapes are provided using addition as an arithmetical operation. Each rule is determined regarding additional positions of the differently functioning spaces. The resulting plans are acquired by application of the rules several times and at intervals.

Evaluation of Houses with the Space Syntax Method

This section covers the evaluation of the living spaces, kitchen, depot and bedrooms of the fifteen Ayvalik houses analyzed. When the outside space, the connection to the street is analyzed, it is observed that eight out of fourteen houses have one; five of them have two connections. While one of the doors of these five buildings provides entrance to the house, the other door serves as an entrance to the depot and workshop. The ground floor in these houses is completely designed as depot and workshop. On the other hand, one out of the fourteen buildings has three connections.

Staircase acquires either the lowest or the closest to the lowest integration value. The spaces that the staircase goes up are major connecting middle spaces; these spaces can sometimes be a small corridor, hall or a wide middle space.

Six out of eighteen living spaces acquire a higher value than the mean integration value and segregated from the system. These spaces are reserved for hosting guests rather than serving for daily practices. The other twelve living spaces integrate by acquiring a lower value than the integration value; they function for daily practices.

Of the fifteen houses analyzed, it is seen that seven kitchens acquire a lower value than the mean integration value; as integrated to the system. However, the value of eight kitchens is higher than the mean integration value; they are segregated from the system.

When the integration values of the bedrooms are analyzed, twenty-five of thirty-three bedrooms are observed to have acquired a higher value than the mean integration value of their system and therefore segregated. As for the others, they have acquired lower values and integrated.

When the depot spaces are analyzed, two depots in four out of fifteen houses and one depot in five houses are determined. When the integration values of depots are compared with the mean integration values it is seen that; eight of them have a higher value than the mean integration value and segregated, whereas five of them integrate by acquiring a lower value.

These houses which have been analyzed with the space syntax method can be interpreted and evaluated in a wider context. However, within the scope of this paper, it could be stated that the living spaces of the houses seem generally integrated with the system whereas sleeping spaces decompose.

Evaluation of Houses with Shape Grammar Method

Throughout first floor plans, the minimum shape words are three, while the maximum are six. The resulting plans are acquired at least three and the most seven steps. As for the spatial relations, there are five houses in which stairs and hall share one side; four houses in which stairs and hall share three sides; two houses in which stairs and hall share three sides; and four houses with two stairs sharing one side with hall.

Within the first type, there is one house in which spaces are organised on the two adjacent sides of the hall; two houses in which spaces are ordered on the three sides of the hall; and two houses in which spaces are composed on the two opposite sides of the hall. Within the second type, there are three houses in which spaces are positioned on the two opposite sides of the hall; and one house in which spaces are arranged on the three sides of the hall. Within the fourth type, spaces are positioned on the two opposite sides of the hall.

Although this study covers the analysis of first floor plans, the ground and second floor plans of the houses are also separately analyzed.

with this method. Spaces are considered to be composed of a hall, staircase, entrance hall and the spaces surrounding these. In a more detailed study, the spaces surrounding the hall and staircase could be undertaken individually according to their functions.

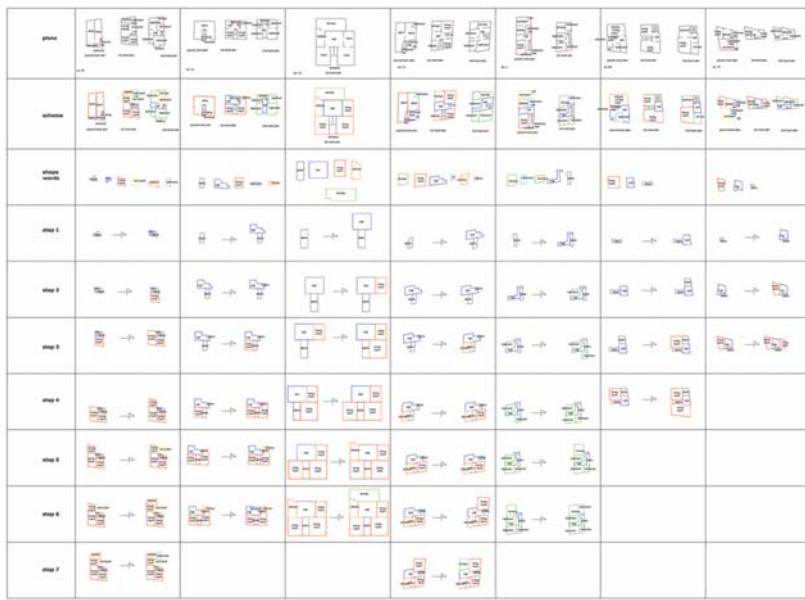
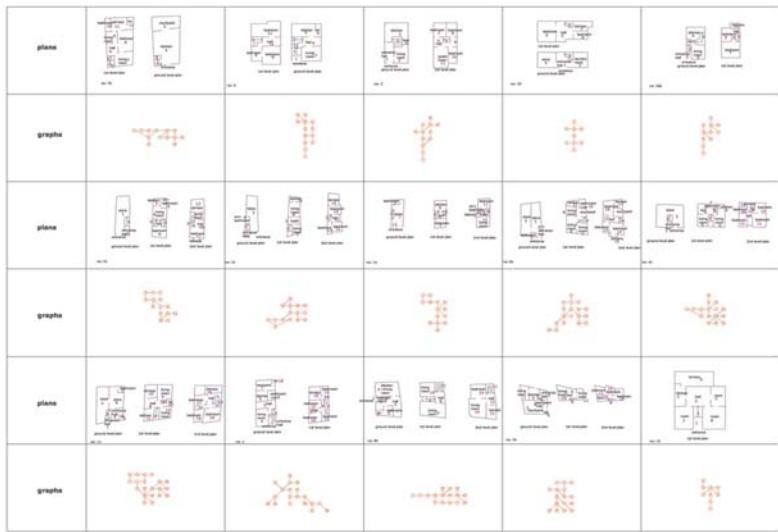
Conclusion

The globalized world and life are obstructing the direct use of vernacular architecture elements in the buildings of our day. On the other hand, it is possible as well as a duty of ours to contribute to the determination, documentation and the evaluation of the already existing architectural and spatial features within the context of cultural, social and architectural sustainability.

In the study carried out within the scope of this paper, Ayvalik houses of our day are analyzed within the context of both geometric and structural relationships. As a result, it is seen that they demonstrate common features. Moreover, thanks to the implemented analysis methods, systematic information on the spatial organisation of traditional Ayvalik houses is provided.

The findings, once again, reveal that the houses built in a certain region reflect the climatic, cultural, social and economic features of that region.

- 1 AKA, D.1944; Ayvalık İktisadi Coğrafyası, Ülkü Matbaası, S:11.
 - 2 ERİM H., 1948, Ayvalık Tarihi, Güney Matbaacılık ve Gazetecilik, T:A:O. S: 8, Richard Clogg; The Account of the Academy of Ayvalık-Kdonies, 1818-19, Revue des Edutes Sud-Est Européennes, 1972, X, Bucarest; 634-635.
 - 3 GÖNÜL, Y.B, 2004, Batı Anadolu'daki Kültürel Çeşitliliğin Geleneksel Konut Mimarısındaki Değişimde Yansımı: 19. ve 20 yüzyıllarda Ayvalık, s:43; İlter, F., 1990, Bazı Örneklerle Osmanlı Dönemi Mimarlığında XIX. Yüzyıl Ege Bölgesi Kılıseleri, Gökçeada (İmroz), Ayvalık, Selçuk, Şirince (Kırkica Köyü), XI. Türk Tarih Kongresi, V.Cilt, Ankara Türk Tarih Basım Evi, s:1987-2000.
 - 4 HILLIER AND HANSON, 1988, The Social Logic of Space, Cambridge University Press.
 - 5 ONDER, ERİNSEL ONDER; 2002, A Housing Group For Sub-rsidential area in Samarkand: A Morphological Comparison, Cities, Vol. 19, No:5 327-339.
 - 6 COLAKOGLU, B., 2001, Design by Grammar: An Algorithmic Design in an Architectural Context, PhD Thesis, MIT.
 - 7 McCORMACK, J. P., 2003, Implementing Parametric Shape Grammars to Capture and Explore Product Languages, PhD Thesis, Carnegie Mellon University.
 - 8 COLAKOGLU, B., 2002, Ders Notları (Lecture Notes), Bicim Gramerleri Dersi (Master Course Named Shape Grammars), Yıldız Technical University.



Tres khans (caravanserails) en Saïda (el Líbano)

Núria Casquero Modrego

Arquitecta Técnica (EPSEB – UPC)

Profesora asociada, departamento de CAll, ena EPSEB-UPC

2007 (Actualmente) Estudio acerca los edificios de Barcelona afectados por los bombardeos durante la guerra Civil.

2006 Ponencia titulada "Patrimonio Cotidiano", 11-16 de junio del 2006 Amman (Jordania)

2004 Colaboradora en la creación "Cátedra UNESCO, de Conservación del Patrimonio Cotidiano". UPC

2001 Stagiere a la UNESCO de Paris, en la división de SHS/SRP

Dirección postal:

AV. GREGORIO MARAÑÓN, 44-50 08028 BARCELONA

Dirección de correo electrónico:

nuria.casquero@upc.edu

Teléfono:

93 368 47 83 / 678 98 28 08

Saïda es la tercera mayor ciudad del Líbano. Se encuentra en la costa del mar Mediterráneo, a unos 40 kilómetros al norte de Tiro y 50 al sur de la capital, Beirut.

Las grandes civilizaciones como la fenicia, persa, griega y romana, han marcado la historia de Saïda, que ya descubrieron su posición geoestratégica al borde del Mediterráneo. El comercio, la cultura, las técnicas y las religiones, introducidas en la ciudad, en gran parte gracias a su marina y al talento de sus mercaderes navegantes, han contribuido a la construcción de numerosas infraestructuras.

La presente comunicación trata de un estudio histórico-constructivo que se ha realizado sobre los 3 KHANS (Caravanserails) que permanecen a día de hoy en Saïda (El Líbano), y que datan de los S. XVII-XVIII.

KHAN es una construcción típica de la Arquitectura Islámica Medieval, utilizada como albergue de etapa en las rutas de tráfico de caravanas y como lugar de acogida y almacén dentro de las ciudades, jugando un role importante dentro de un mundo donde se facilitan las actividades comerciales.

La palabra Khan proviene de la Edad Media, de los términos *Khân* (en turco *Han*) y *Ribât*, siendo el último de Irán, por tanto uniendo el nombre Turco-Irání nos queda la palabra de *Kervansaray*, que bajó a encontrar una moda particular en Europa con sus grandes aceptaciones de edificio destinado a asegurar la tranquilidad de las caravanas por la noche. A día de hoy, los Khans en funcionamiento responden a funciones similares, cuya ordenación no varía dentro del detalle.

Como características generales todos constan de un muro de protección contra los robos, estando a menudo fortificado en campo raso; este muro rodea una serie de locales repartidos alrededor de un patio

destinado a albergar animales y gente, amontonar las mercaderías y realizar transacciones económicas; los caravaneros están generalmente situados en las plantas; un oratorio completa la construcción. Las cubiertas son ser planas transitables. Estas edificaciones marcaban los itinerarios de las ciudades comerciantes activas. Las más antiguas muestras de estas construcciones se conservan hoy en día en Oriente y el Magrez.

Principalmente las mercancías comprendían telas, madera y azúcar procedente de Europa, y algunas especies como pimienta o ajos procedentes de la India y sedas procedentes de Oriente y el mismo Líbano.

Evolución arquitectónica Khan

De las diferentes tipologías de viviendas existentes en El Líbano se puede deducir que los Khans son construcciones que derivan de la evolución cronológica desde la Casa Cerrada, a la Casa Porticada, hasta la Casa Estar, en donde se comprueba que ésta última es la edificación que más se asemeja constructivamente.

La Casa Estar está formada, al igual que un Khan, por una estructura completamente cuadrada o rectangular, casi cerrada del exterior (muy común de las construcciones en países musulmanes), en donde ya apreciamos la formación de una planta repleta de habitaciones, y un patio interior porticado. Hallamos la presencia del Pasillo Interior, el cual se encarga de distribuir todos los espacios. En la Casa Estar se comienza a dar importancia a la puerta de entrada del edificio.

La evolución de las formas desde la Casa Rectangular hasta la Casa Estar no varía mucho. A lo largo de toda esa época, las construcciones se hacen más sólidas y más consistentes, pero no es hasta el siglo XIX, cuando la Arquitectura en El Líbano adquiere una gran ligereza.

Khan El Franj

Es el Khan más importante de Saïda. Su construcción se atribuye al Príncipe Fakhreddine II, aproximadamente por el 1610. Las referencias demuestran que el edificio fue construido como centro de comercio con Francia, y también morada para la residencia de los comerciantes franceses, sobre todo si venían de la ciudad de Marsella, y de aquí el origen de su nombre, Khan Francés.

El edificio ocupa una superficie de aproximada de 58 x 58 m. La superficie del patio central es de 48 x 48 m, y anexo a la parte Norte una cuadra de superficie 12'5 x 22'5 m. El edificio se constituye de 2 pisos: Planta Baja con 36 habitaciones y Planta Primera con 50 habitaciones. KHAN HAMMOUD

Se le atribuye su construcción a la familia Hammoud, originaria del Magrez que emigró a Saïda.

La construcción esta formada por un edificio dividido en tres plantas con una superficie construida por planta de 1067.21 m². En un principio la construcción fue construida con solo dos plantas y posteriormente se construyó una tercera. Consta de 21 habitaciones en planta baja y 24 habitaciones en la planta superior.

Khan El Roz

Cómo su nombre indica, este es donde el arroz Egipcio solía ser vendido. También situado en Saïda. Hoy en día está cerrado. La planta baja está convertida en un almacén y un aserradero, mientras en la primera planta, que ha mantenido su elegancia, sirve como refugio para muchas familias buscando asilo.

GENERALIDADES

El Khan es un edificio pensado por una morfología de un solo cuerpo independiente, de dimensiones discretas, y que se integra de una manera natural en la zona en donde está emplazado.

La tensión que se crea entre la pequeña y gran escala, y la relación tan directa entre el vacío y el lleno y la sección, se convierten en ejercicios de solución sutil, en contraste en las soluciones adoptadas en edificios contemporáneos Europeos, en donde las formas se imponían de una forma más contundente.

La importancia del interior (hecho típico de la cultura musulmana), y el espacio de transición del exterior al interior se resuelve de forma permeable con una gran puerta de entrada. Las diferentes aberturas del patio interior permiten constatar perspectivas lejanas siempre cambiantes.

El Khan esta formado volumétricamente por un poliedro de base cuadrada pero proporcionado. El Khan nace de la formación del poliedro, en donde en su centro se crea un espacio vacío para poder ubicar el patio central, que será el lugar más emblemático del edificio. El *riwāq* es el elemento más característico de éstas edificaciones. Es un pasillo perimetral que da al patio a través de arcos apuntados de dos centros.

PLANTA BAJA

- Las habitaciones suelen dar sobre un *riwāq* giratorio alrededor del patio central o puede darse el caso que las habitaciones den directamente sobre el patio central. En medio de una de las fachadas se ubica, la entrada principal. Justo al lado de la entrada hay una escalera que comunica la primera planta.
- Las aberturas (puertas, pasos) están formadas por un arco segmentado y las ventanas disponen de un dintel recto compuesto de tres dovelas con las juntas inclinadas.

PLANTA PRIMERA

- Las habitaciones dan sobre un *riwāq* que gira alrededor del patio a través de las puertas de arcos segmentados. La mayor parte de las habitaciones están provistas de ventanas que dan sobre el *riwāq* con arcos rectos. Algunas ventanas tienen rejas de hierro fijadas en el muro. Los 4 *riwāqs* están separados uno de otro por arcos apuntados en las esquinas.
- Las habitaciones se abren las unas a las otras desde el interior a pesar de que no disponen la misma superficie en planta, donde habitualmente una habitación pequeña separa a dos habitaciones grandes.

CONSTRUCTIVAMENTE

- Originalmente estas edificaciones están construidas con sillares de piedra arenisca (común en la zona), y como material de relleno de las juntas se coloca un mortero originario realizado con yeso, cenizas y tierra. Cabe destacar que no suelen tener ningún elemento de revestimiento. Son pareceres y bóvedas dejando la piedra vista.
- El edificio está construido por el sistema de muros portantes sobre cimientos corridos. Las paredes portantes de las habitaciones, están formadas por mampuestos de piedra poco trabajadas, de un grueso del sillar de 0.20-0.25 m. El espacio que queda entre medio de los mampuestos está lleno con un mortero a base de tierra y cenizas. Lo importante de éste detalle, es el hecho que a cada 1 m de altura,

encontramos un mampuesto que traba todo el grueso de la pared. Las paredes que forman la fachada, siguen el mismo esquema que el explicado, pero con la diferencia que la cara de la piedra se trabaja hasta dejar una cara completamente lisa. Cabe destacar que habitualmente en estas construcciones no hay tabiques divisorios, sino que todas las paredes suelen ser estructurales.

- Las habitaciones en la Planta Baja y Planta Primera están cubiertas mediante bóvedas apuntadas.
- Las habitaciones de la esquina de Planta Baja utiliza una composición de bóveda de rincón de claustro y de bóveda de crucería.
- El forjado del *riwāq* en planta baja suele estar compuesto por bóvedas semicirculares con bóvedas cruzadas, excepto en la planta primera, debido principalmente a los terremotos y a las guerras, el forjado del (*riwāq*) ha sido substituido por uno nuevo formado por una estructura de vigas de madera, las cuales están apoyadas en las paredes de carga.
- La planta superior, utilizan bóvedas apuntadas en las habitaciones pero en las habitaciones de las esquinas se realizan mediante bóvedas de crucería.
- La madera se utilizada en viguetas y tableros para la formación de los forjados que cubren el *riwāq* que da sobre el patio en la planta primera. Los arcos del *riwāq* que dan sobre el patio se apuntan sobre los pilares rectangulares.
- El pavimento originario estaba formado por losas de piedra arenisca de forma cuadrada, con un punto de labra en la cara vista.

The vernacular Earthen Building Tradition in Greece. Cultural and Conservation Questions

Georgia Bei

Researcher at the Aristotle University of Thessaloniki in Greece, Ph.D. of the Department of Civil Engineering, MSc at the Catholic University of Leuven in the Conservation of Historic Towns and Buildings, Belgium. Research field: earth building materials and architecture.

Address:

Al. Symeonidi 35, 54639, Salonica, Greece

E-mail address:

gbei@civil.auth.gr

Telephone:

+30-2310 997092, +30 2310 868443

Introduction

In this paper, a close inspection of the past and the future of the earth buildings is presented in order to propose guidelines for the preservation of this rich architectural heritage.

History

Earth is the most ancient building material in Greece. Many evidences of earthen Neolithic period are well known (i.e. the semi-subterranean settlements in Argissa and in Knossos, between 6800 and 6500 BC, the huts made by percolated foundation pile's in Nea Nikomideia and in Avgi between 6500 and 5800 BC and the houses of adobe walls in the villages of Dimini and Sesklo with stone foundations 5800 to 5300 BC) (Orlandos, 1955, Stratouli, 2004, Chourmoussiadis, 1979, Pyke, 1996).

However, earth was still dominant building material millenniums later. It has represented the vernacular architecture all over Greece, dating from the Ottoman era (after 1453) to the mid of the 20th century. Fine examples of this architecture are found in Thessaly and Macedonia. Its spread was connected to the local availability of the material needed and the climatic conditions of the place.

As earth was lighter from stone and it could provide insulation and hygienic internal climatic conditions, earthen walls were preferably constructed on the second floor of the building while the first floor was usually made of stonewalls. This structural type was common on areas prompt to frequent earthquakes. Another type of earthen building was totally made by earth blocks at one, two or even three floors, with horizontal wooden "belts" inside the masonry at the floor and/or at the opening.

Society's changes

Before the 1950's the conservation of earthen buildings was characterised by indigenous practices. As in other parts of the world, indigenous conservation practices were carried out by craftsmen (i.e.

in the Balkans, in Sardinia, in Scotland, etc), (McHendry, 1999, Fodde, 2005).

After 1950 the expansion of the urban growth had created new needs for mass production materials. The strength and versatility of Portland cement had a significant impact on the use of earth-building techniques with a subsequent loss of expertise. Consequently, earth building has been underestimated.

Nowday's practice

Greece, as many other countries of the Mediterranean basin, are particularly at risk due to frequent earthquakes. When damages appeared on the earthen walls, the common practice was to demolish them. Consequently, these masonries were considered as inadequate structural systems.

To throw more light on this matter, we argue that the earthquake vulnerability of earthen structures is not caused by the "unsuitability" of the material (Crocker, 1999, Bei, 2006). Since the mid twentieth century new constructions have been built with modern materials and therefore the repair and maintenance of vernacular heritage has relied in the use of inadequate techniques, with not compatible materials that did not improve the mechanical behaviour of the earthen construction. Usually, no attention was paid to the structural details while adequate connections between various parts were absent (masonry walls, timber beams in the floors and timber beams in the roof, covering of openings, roof support etc). This was not only due to the lack of awareness of building users, but also of professionals.

Earthen vernacular buildings are considered related to poor living conditions and inferior social classes. That is why they are underestimated and easily get to ruins when not used. That decay is due to the cultural problem of the underestimation of the earthen architecture and in this respect regulation and craftsmanship play the proper roles.

Modern notions of conservation

The political ambiance of the dictatorship before 1967-1974 has delayed the conservation awareness of historic buildings that took place in Europe in the mid twentieth-century. The conservation methods concerned "neoclassical style" stone buildings of urban "polite" architecture, while the conservation of earthen buildings did not follow scientific guidelines. This is still apparent nowadays in the lack of scientific literature on the conservation of vernacular architecture. It has to be proved that earthen building conservation contributes to a high quality modern life environment. Thus, scientific knowledge is needed. (Bei, 2006).

Today efforts

During the last decade researchers of Laboratory of Building Materials at the University of Thessaloniki, work on a large research program for the conservation of earthen architecture and the construction of modern earthen buildings. The program focuses on the material and structural technology of earthen walls, the stabilization, the grouting processes and the conservation of withstanding earthen historical buildings. In collaboration with the Technical Chamber of Greece the Laboratory organises seminars for professionals in order to educate and create a conscience towards earthen buildings.

Extra actions are needed:

Suggestions for the conservation of earthen buildings in Greece

Action for the recognition of earth as building material

The promotion of the preservation of earthen architecture is of valuable importance. There is a need for systematic and scientific investigation (including surveying and documentation) of the earthen heritage of the country. A decisive action for the recognition of the earth as building material should start, encouraged by the support offered by Universities. A foundation of a Centre of Studies and Research of the Greek Earthen Heritage is needed. This Centre could undertake a certain number of initiatives aimed to demonstrate the precise intention to exploit the historical centres by retaking possession of abandoned materials and techniques. Systematic work (educational campaigns through popular organizations, local authorities and media) is needed in order to reach people - who could benefit from those materials and techniques. The neighbour Balkan countries may increase the field of application of a common policy given that their vernacular earthen heritage is common.

Towards an Earthen Building Code

If earthen materials are to be used in conservation, the optimal conditions of their application must be investigated. It has to be verified that earth is a material that corresponds to quality, resistance and durability regulations. The study of earth masonry's mechanical behaviour and the parameters which determine its properties through experimental or analytical methods is mandatory. First, their behaviour needs to be understood. Then, the drafting of regional recommendations or guidelines for the protection the earthen heritage will be possible. The final scope should be the syntax of a special *Greek Earthen Building Code* taking into account all constraints imposed by the material itself and the region where is applied, as well as the conservation values. The contents of an Earthen Building Code could be the result of considerable research efforts to reduce the damages of the earthquakes. A well conceived code is an indispensable tool for the professional community it could be used for the design and construction of affordable and safe earthen buildings.

Rehabilitation –An integrated approach of conservation and development

It turns out that only a combined strategy of conservation and development can save earthen building rural ensembles from further deterioration. A comprehensive approach of rehabilitation encompasses conservation and development. It must take into account the necessity of improving conditions of day to day life for residents as well as the economic viability. The first is subject to physical improvement, conservation and general attractiveness for residential purposes. The second seeks to stabilize economic viability and diversity, a variety of urban functions and income facilities for residents. (Spiekermann Meinolf, 2005).

The ecological conscience of the modern society

In my opinion the rehabilitation of earthen heritage in Greece seems to depend on the establishment of modern earthen buildings. Nowadays greek people with developed ecological conscience, could use earthen materials as they are completely natural, ecological, recycling and

provide good insulation. The need for healthy building environment constitutes an attitude of life that will create the conditions for model residences of alternative layout. These residences could show tangibly the unique profits of the earthen architecture.

REFERENCES

- BEI GEORGIA, "Earth building Conservation. Does it produce a high quality building environment?" Proc.of the Internantional Conservation in changing societies. Heritage and development, Raymond Lemaire International Centre for Conservation, Catholic University of Leuven, Belguim 22-25 May, 2006,p.425-430.
- CHOUROUSIADIS G., The noelithic Dimini, Society of Thessalian Studies ed., Volos, 1979 (in greek).
- CROCKER EDWARD, "Earthen Architecture and Seismic Codes; Lessons form the field" Trustee, US/ ICOMOS, 1999
- FODDE E., "The vernacular Earthen Building Tradition of Sardinia (Italy) Cultural and Conservation Questions", Proc. First International Conference Living in Earthen Cities –Kerpik 05, 6-7 July 2005, Istanbul,Turkey, pp.74-80.
- McHENDRY PAUL G., "Adobe Today", CRM No6, 1999 pp.5-6.
- ORLANDOS, A. *Construction materials of ancient greeks*, National Technical University of Athens, pp.65-147, 1955 (in greek)
- PYKE, G . "Nea Nikomedea I. The Excavation of an Early Neolithic Village in Northen Greece 1961-1964. The Excavation and the Ceramic Assemblage", The British School at Athens, Supplementary Vol. 25. Structures and Architecture, in R.J. Rodden & A.K. Wardle (eds.), 1996.
- SPRIEKERMANN MEINOLF, "Cultural heritage and urban development", Proc.of the Internantional Conservation in changing societies. Heritage and development, Raymond Lemaire International Centre for Conservation, Catholic University of Leuven, Belguim 22-25 May, 2006, p.69-74.
- STRATOUKI GEORGIA, "Neolith Avgi of Kastoria. A village before 7500 years", Journal of Archeology and Arts, June 2004, p. 110-116 (in greek)



Figure 1: Neolithic settlement in the village Avgi in Kastoria North Western Greece, 2nd half of the 6th millennium BC archive of 17th prehistoric and classical Antiquities, Greek Ministry of Culture, years ago



Two floor's earth block house with plaster in the village of Liti Macedonia



The "Gravia's Inn" transformed to museum. Reconstruction with earth blocks. Central Greece.



Adobe village, Kato Kranionas, Kastoria, North –West Greece.

Arquitectura tradicional con barro en la región de Nachd-Arabia Saudita

Ali Ahmed Cornejo

2005 Global Estudios S.A., Arquitecto. Colaboración en la elaboración de master plan turístico para la rehabilitación de la ciudad de Ad Diriyah-Arabia Saudita.

2004 Doctorando del programa Construcción, restauración y rehabilitación arquitectónica. UPC, Barcelona.

2003 Licenciado en Arquitectura, Departamento de Arquitectura, Universidad de Jordania (Jordania)

2002 Centro de Documentación del Departamento de Arquitectura (C.E.D.A.R.) de la Universidad del Politécnico de Milán, Italia. Digitalización de datos arquitectónicos

1999-2000 Centro de Estudios del Medio Ambiente Construido-Amman, (CSBE) (www.csbe.org) una organización no gubernamental interesada en las aplicaciones de la arquitectura en la zona de Oriente Medio. Recopilación y análisis de datos arquitectónicos.

Dirección postal:

Vila i Vila, 45 (2-1) 08004 Barcelona

Dirección de correo electrónico:

ali_alshibly@hotmail.com

Teléfono:

656729478

Introducción y objetivo

El presente trabajo pretende introducir la investigación sobre el barro como material de construcción en la región interior de Nachd en Arabia Saudita, analizando el barro como material tradicional y su estado actual como material de restauración hasta su posible evolución a ser material fiable en la construcción tradicional sostenible.

Los estudios recientes sobre el barro como material y técnica de construcción en los países del tercer mundo se centran en el objetivo de proporcionar un hábitat digno y asequible. Sin embargo, en países mas desarrollados económicamente como en el caso de Arabia Saudita, el interés por el barro no pasa de ser a nivel de restauración, aunque ya existen esfuerzos desde la administración y de algunos casos privados por recuperar y mantener la cultura constructiva tradicional, intentos que no pasan de ser casos aislados con diferentes visiones, soluciones y experimentos que no se contrastan.

Tal vez nunca vuelva a ser el material de construcción principal de la región de Nachd pero si que puede aspirar a tener un papel importante en las zonas rurales donde las segundas casas de los habitantes son edificadas.

El análisis de la construcción tradicional en Arabia Saudita es esencial para tomar una dirección en este caso, y este sería el propósito del presente trabajo.

Visión global sobre la arquitectura tradicional de Arabia Saudita

Arabia Saudita es el país con más diversidad arquitectónica de la península arábiga, esta propiedad es debida a su extensión geográfica y diversidad climatológica así como los materiales locales en cada zona. Varias teorías históricas apoyan que el origen de las tipologías y métodos constructivos en Nachd proceden de oriente medio así como el Yemen. Viviendas donde el patio es un elemento esencial de distribución y climatización, dicho origen se explica en la relación comercial que ha tenido la región de Nachd, zona de paso forzado de las caravanas entre oriente medio por el norte y Yemen por el sur.

En las ultimas dos décadas se han llevado a cabo varias reconstrucciones donde se aplican métodos materiales nuevos en la construcción con barro, los ejemplos mas importantes son los palacios de Al Musmak y Al murabba en Ar Ryadh, y el mas ambicioso la restauración de la ciudad de Ad Diriyah.

La región de Nachd esta formada por varias ciudades que han intercambiado relevancia a lo largo de la historia de la región, ciudades como Hail, Buraydah, Onaizah, sin embargo la ciudad que tomo el último relevo antes de la capital de Ar Riyad fue Ad Diriyah, la cual resumen en gran parte las técnicas de construcción con barro utilizadas tradicionalmente.

La ciudad de Ad Diriyah fue la cuna del reino Saudita actual, acogiendo varios palacios, mezquitas, casas, principalmente construidas con barro, con diferentes técnicas. Tras su declive, después de ser bombardeada por parte de las fuerzas turcas a finales del siglo IXX, nunca ha recuperado su integridad. Recientemente el gobierno Saudita, consciente de su importancia histórica, generó un plan de reconstrucción y reocupación de la ciudad, elaborando un uso turístico que requiere la reconstrucción de la ciudad.

La elaboración de un master plan turístico-cultural de la ciudad fue encargado a Global Estudios S.L. con base en Barcelona por parte del Autoridad de Desarrollo de Ar Riyad (ADA) en representación del gobierno Saudita, dicho encargo dio pie al este estudio.

Ad Diriyah

En la formación del segundo estado Saudita en 1823, el poder pasa a Riyad dejando Ad Diriyah como un pueblo agrícola. Se puede considerar que el mantenimiento de los edificios fue adecuado hasta mediados del siglo XX cuando los habitantes se trasladaron a la otra orilla del río Hanifa creando la nueva Ad Diriyah, la ciudad quedó habitada por dos décadas por obreros extranjeros que trabajaban en la zona temporalmente lo que causó el deterioro mas importante de la ciudad hasta las ultimas dos décadas se considero todo el recinto de la antigua Ad Diriyah - At Turaif- como monumento de interés nacional. La ciudad recoge las técnicas y el carácter constructivo de sus vecinas del norte, representado en estado puro la tradicional arquitectura de Nachd. Es un buen caso de estudio para estudiar a fondo las técnicas realizadas por los maestros constructores de la zona.

El material principal de construcción es el adobe de barro, la permanencia de muchos muros en la ciudad invita a reflexionar sobre su eficacia, muchos de ellos abandonados desde principios del siglo XX, otro material importante en la construcción de casas en ad-Diriyah es la piedra, como es común en muchas casas de Nachd, la piedra es básicamente utilizada en la cimentación, arranque de muros, y columnas de carga. No obstante, en ad-Diriyah existe un uso peculiar de la piedra, el cual consiste en piedras calizas, de corte plano, apiladas en diagonal

unas sobre otras formando una tira horizontal, alternándose en algunas ocasiones con tapias de barro y en otras ocasiones con otra tira en diagonal de piedra en sentido contrario, finalmente cubierta con pasta de barro.

En las últimas dos décadas se han llevado a cabo 4 reconstrucciones de edificios en Ad Diriyah, hoy día, en dos de ellas se teme por la estabilidad de algunos elementos de la estructura, y no se permiten visitarlos, básicamente debido a dos causas principales; la carencia de mantenimiento periódico, y desatender los puntos débiles en el proceso de reconstrucción de las técnicas de construcción tradicionales, ya que la mayor parte de las patologías hoy sufridas por los edificios se podían haber evitado con simples prácticas.

El caso de los palacios de Naser y Sa'ad bin al-Saud, la reconstrucción se llevó a cabo con la intención de recuperar los edificios tal y como eran, utilizando las mismas técnicas de construcción. Después de su reconstrucción, no se les asignó ningún uso, lo que provocó su deterioro en solo 20 años. Esto lleva a la administración años más adelante al estudio de un plan sostenible en el cual los edificios de barro sean utilizados después de su reconstrucción.

En el caso del palacio de Sa'ad, el estado del recinto era de avanzada degradación a principios de los años 70 del siglo XX aunque se distinguía que el palacio era articulado alrededor de un patio central, la cubierta fue realizada con los mismos métodos tradicionales sin tener en cuenta la posibilidad de aumentar la inclinación de drenaje hacia las gárgolas, esto causó el estancamiento del agua y su filtración a través del forjado diluyendo parte de los bloques de adobe lo que causa la debilitación de aquellos que soportan las vigas, como resultado parte del forjado ha cedido por su propio peso.

Otra patología que debilita a este edificio son los efectos de la capilaridad del agua que ascendiendo por el muro de adobe después de las lluvias; disuelve las partículas al alcanzar una altura moderada donde la temperatura hace que el agua se evapore y las partículas debilitadas queden expuestas a la mínima fuerza para que se descuelgue de su masa.

Cerca de estos palacios está la casa oficial de invitados de Ad Diriyah, este edificio fue también restaurado junto a los dos palacios, en su interior cuenta con unos baños árabes con sus diferentes estancias. Esta estructura se encuentra en mejor estado que las anteriores por contar elementos de piedra y disponer de un mantenimiento relativamente adecuado.

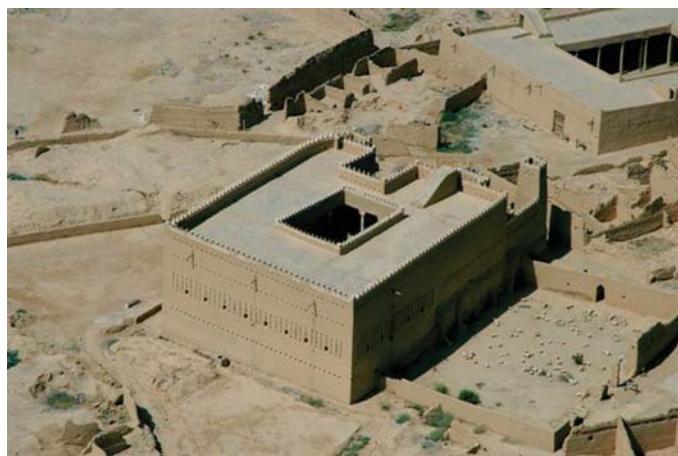
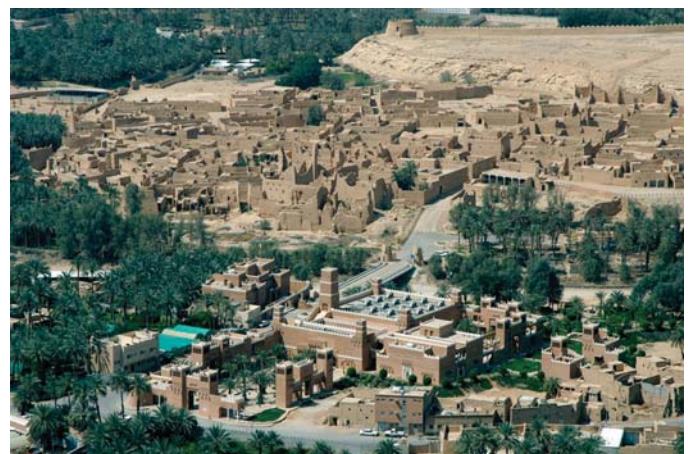
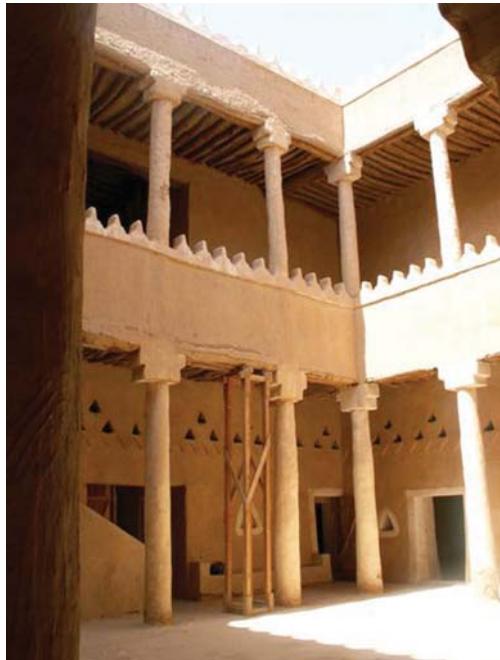
La parte norte de la ciudad cerca de los palacios, se distribuían las casas más humildes, la trama urbana crea una red de calles estrechas y entre ellas las edificaciones se agrupan con formatos y técnicas parecidas, modestas en la mayoría de los casos, siendo viviendas con no más de 125 años, construidas después de que Ad Diriyah quedara parcialmente destruida por la artillería de los turcos. De estos formatos, se pueden dar estudio a 3 de ellas:

La distribución más común es alrededor del patio central, a diferencia de otras zonas de Nachd que cuentan con doble acceso, el acceso a la vivienda normalmente es único, siempre llegando al recibidor y directamente después al *maglis* donde se recibían a los invitados, normalmente esta estancia se conectaba con otra entrada de servicio que conectaba a la cocina, esta configuración era aislada visualmente del patio central en el cual se formaba el entorno privado de la casa, rodeando el patio se organizaban las estancias como dormitorios, almacén o establo.

Otro formato en el que se configuraban las casas era el del patio

exterior lateral, al cual daban las estancias, aunque la forma de acceder a la vivienda era la misma, la entrada que da el acceso al recibidor, y después al *maglis* el cual era separado de las otras partes de la casa excepto con un acceso de servicio.

El acceso a las cubiertas era de gran importancia, separado del acceso principal de la casa y de la franja visual del *maglis*, las escaleras eran frecuentemente más usadas por las mujeres, ya que ejercían más vida dentro de casa con estrictas costumbres de privacidad, punto que se puede apreciar en los altos antepechos que se realizaban en las cubiertas, en las que en algunas ocasiones se construía una estancia para pasar las noches de verano.



Paredes de tapia

Félix Ruiz Gorrindo

Arquitecto Técnico; Ingeniero de Obras Públicas en las especialidades de Construcciones Civiles, Hidrología, y Transportes y Servicios Urbanos; Ingeniero Civil.

Técnico de la Administración Local y Perito Forense.

Campo principal de actuación: la patología de la construcción (su diagnosis y terapéutica).

He participado como profesor en multitud de cursos en Colegios de Aparejadores, Colegio de Arquitectos, Colegios de Ingenieros de Obras Públicas, Escuela de Ingenieros de Caminos, etc, etc.

Dirección postal:

avda. del Garraf nº 30, 1º 3^a;
08800 Vilanova i la Geltrú (Barcelona)

Dirección de correo electrónico:

fruiz@vianova.cat

Teléfono:

667 78 15 73 / 93 814 00 00

Introducción

La materia relacionada con las construcciones de tapia, es en general poco conocida.

Así, no existe normativa al respecto (si por ejemplo hay normativa y criterios de cálculo y de diagnosis para las paredes de carga de ladrillo), apenas se enseña en las carreras universitarias, y apenas hay publicaciones al respecto.

Tampoco se ha investigado en profundidad sobre este tipo de construcciones.

De esta forma no es de extrañar que entre los técnicos suele haber un notable desconocimiento sobre las características y comportamiento de las paredes de carga de tapia, no siendo infrecuentes las intervenciones técnicas sobre esta materia que resultan ser incorrectas, ya sea en la fase de diagnosis, como en la de terapéutica.

Como sabemos, sólo si la causa que produce una lesión la diagnosticamos correctamente, podremos proponer acertada terapéutica.

Si la diagnosis no es acertada, con gran probabilidad la terapéutica no sólo será inútil, sino que incluso puede ser contraproducente, agravando la patología y encareciendo la posterior reparación.

En aparente contradicción con este notable desconocimiento sobre paredes de carga de tapia, tenemos que este tipo de construcciones son de gran importancia, debido principalmente a dos razones.

Una de ellas es la gran abundancia de edificios con paredes de tapia, tanto en Cataluña como en la mayor parte de España.

Este tipo de construcción era muy frecuente en nuestro país aproximadamente desde el siglo XVI hasta el siglo XIX, perdurando en algunos sitios hasta bien entrado el siglo XX.

Así, una parte importante de los edificios de los cascos antiguos de

nuestros núcleos urbanos están construidos con paredes de tapia. La otra razón es que la principal causa de colapso de edificios en nuestro país es, con diferencia, la lesión de aplastamiento en pared medianera de tapia.

Colapsa por aplastamiento la pared medianera de tapia, lo que provoca el colapso de los dos edificios que en ella se apoyan.

Razones sin duda de peso para que tratemos de aumentar nuestro nivel de conocimientos sobre paredes de tapia, ya que es una abundante fuente de trabajo y que en ocasiones puede hacer que debamos tratar lesiones de extrema gravedad con elevado riesgo de colapso y terapéutica ciertamente delicada.

Historia y Geografía de las construcciones de tapia

La tradición de construir en tierra es extensa en el espacio y en el tiempo.

Actualmente se evalúa que un 30% de la humanidad habita en edificios que, total o parcialmente, están construidos en tierra.

Históricamente, las civilizaciones más antiguas de las que se tiene noticia (Mesopotamia, Egipto, Valle del Indo, China, etc.) ya construían en tierra la mayoría de sus edificios domésticos y, en algún caso, la totalidad de sus edificaciones.

En España, como en todo el Mediterráneo, el uso de la tierra como material de construcción se remonta, como mínimo al Neolítico, siendo especialmente significativo su uso en los poblados ibéricos de la costa mediterránea, como en el poblado ibérico de Calafell (Tarragona), recientemente reconstruido con la misma tierra que formó sus muros, o el poblado de Ullastret (Girona).

Las casas urbanas de la ciudad romana de Empúries, descritas por Ripoll Perelló, presentan aún las bases de sus muros mostrando la tierra con que fueron construidas.

En Cataluña, y en casi toda España, los muros de tierra constituyen, hasta el siglo XIX, la técnica habitual de construcción, tanto en el ámbito rural, donde permanece incluso hasta bien entrado nuestro siglo, como en el ámbito urbano, donde ha generado la mayoría de la edificación original de nuestros pueblos y ciudades

En Barcelona, Manresa, Vilanova i la Geltrú, Lleida, Tarragona, Vic, Figueres, Mataró, Tortosa, Terrassa, Sabadell, Reus, Valls, Vilafranca del Penedès, y en prácticamente todas las ciudades catalanas pueden encontrarse este tipo de construcciones.

Análogamente, fuera de España son frecuentes las construcciones de tierra, como por ejemplo en Europa, África, Latinoamérica, etc.

De hecho, en algunos lugares como en zonas de Marruecos todavía se siguen construyendo paredes de tapia.

La técnica de la tapia

La tapia es una técnica de construcción de muros de tierra compactada.

La tierra se va vertiendo en un encofrado montado sobre el propio muro que se está construyendo, y se compacta con la ayuda de un pisón.

La compactación se realiza en capas de tierra de entre 10 y 15cm de grosor.

En ocasiones, se alterna alguna capa de cal entre las diversas tongadas.

Una vez lleno el encofrado, se traslada a la nueva posición y se repite la operación, constituyendo el muro a base del conjunto de unidades realizadas de este modo, y llamadas tapias o tapiadas.

Los encofrados se componen de dos planchas de madera, llamados tapias o puertas, que definen los paramentos verticales del muro, sustentados por unos elementos, de madera o metálicos, llamados agujas, que atraviesan el grueso del muro por debajo de los tapias. Unos montantes verticales sujetos a las agujas, llamados costales, evitan el vuelco lateral de los tapias gracias a una cuerda liada por encima de los tapias formando un garrote entre costales opuestos.

Se trata, pues, de muros de fábrica, donde las piezas son las tapias de tierra, de unas dimensiones aproximadas de 1,60m de longitud, 0,80m de altura y gruesos entre 60 y 100cm.

Aún podemos distinguir dentro de las tapias las tongadas, lechos de tierra de entre 10 y 15cm de grosor, que suponen unidades de vertido y compactado dentro del encofrado.

En nuestro país no son raros edificios de tres o hasta cuatro plantas construidos con paredes de tapia.

No confundir con las paredes de carga de adobe (piezas prismáticas de tierra con paja dejadas secar al sol), cuyas características y comportamiento son notablemente diferentes a la tapia, todo y que ambas son construcciones a base principalmente de tierra.

Patología en las paredes de tapia. Causas, diagnosis y terapéutica.

Las paredes de carga de tapia se comportan bien estructuralmente, siendo abundantes los edificios con dos siglos o más de antigüedad construidos con paredes de tapia, cuyas paredes siguen teniendo un comportamiento mecánico adecuado.

No obstante sabemos que estas tierras compactadas, formadas habitualmente por materiales arcillosos, limos marrones y similares, son altamente sensibles a la acción del agua, produciendo las humedades alteraciones notables en su comportamiento mecánico y produciendo fenómenos de consolidación.

Esto lo podemos deducir con claridad a partir de los conocimientos de geotecnia y mecánica de suelos, pudiendo calcular la variación de resistencia y lo que consolida un suelo arcilloso o limoso en determinadas condiciones de humedad.

Y por todo lo hasta aquí expuesto, podemos decir que *el principal enemigo de las paredes de tapia es la humedad*.

En efecto, las humedades persistentes son el desencadenante de la patología estructural más grave que puede padecer una pared de carga de tapia, *la lesión de aplastamiento*.

El inicio y desarrollo de la lesión de aplastamiento suele ser muy lento. Su cinética del grado de degradación suele tener, como en numerosas patologías estructurales, una curva de tipo exponencial.

Así, en sus inicios su desarrollo es muy lento, aumentando poco a poco su velocidad de degradación.

El hecho que cada vez la pared esté más degradada provoca que la velocidad de degradación a su vez aumente.

En las últimas y más graves fases de la lesión, como en la fase terminal, la velocidad a que aumenta la degradación y la pérdida de propiedades mecánicas de la pared es muy elevada, pudiendo sobrevenir el colapso en cualquier momento.

Proceso como se produce la lesión de aplastamiento

En las primeras fases, humedades van ascendiendo por capilaridad por el interior de la pared.

Como sabemos, estas humedades ascenderán más o menos en función

de diversos parámetros como el grado de compacidad de la tierra, tipo de poros y conexión entre ellos, etc.

Con el tiempo y lentamente, estas humedades provocan en la pared a nivel de planta baja (que es donde más carga soporta y donde más afectada está por las humedades por capilaridad), una progresiva disminución de resistencia y un lento proceso de deformación.

Con el avance del proceso se va produciendo un abombamiento de la pared a nivel de planta baja, y podemos apreciar síntomas de disminución de consistencia de la tapia (por ejemplo con el tipo de sonido al ser oscultada con pequeños golpes).

Este estadio del proceso lo podemos denominar lesión de aplastamiento en fase moderada.

En esta fase, el proceso suele avanzar todavía de forma muy lenta, habiendo altas posibilidades que el proceso se establece en caso que remitan las humedades.

Si sigue el proceso, el abombamiento de la pared es cada vez más acusado, llegando a producirse grieta de traza horizontal en la pared, que se suele situar a una altura de entre 1,5 y 2m del suelo, y que penetra hacia el interior de la sección de la pared con la típica forma de fractura a compresión.

A esta grieta horizontal, suelen aparecer diversas grietas secundarias asociadas, en los pisos superiores, con traza preferentemente oblicua marcando efecto de arco de descarga, y que no indican otra cosa sino que la pared de tapia a nivel de planta baja está cediendo.

Esta fase la podemos denominar lesión de aplastamiento en fase avanzada.

La lesión en estos momentos ya es grave y es imprescindible proceder a la reparación de la pared.

En algunos casos en que se considere que la situación es especialmente grave, puede ser recomendable proceder al desalojo de los edificios que se apoyan en la pared afectada.

Si no se pone remedio, el proceso avanza, cada vez a más velocidad.

La última fase del proceso la podemos denominar *lesión de aplastamiento en fase terminal*.

En esta fase, el abombamiento de la pared suele ser bastante acusado. Igualmente, la grieta horizontal suele aparecer claramente marcada.

Algunos síntomas que nos indican que la lesión está en fase terminal, son pequeños detalles en los bordes e interior de la grieta horizontal principal que denotan una gran actividad del proceso (pequeñas partículas en situación inestable, cortes muy limpios, etc). Igualmente, en esta fase, la grieta principal suele ir acompañada de pequeñas fisuras secundarias en su interior e inmediaciones, con claros síntomas de gran actividad.

Análogamente, grietas asociadas a la principal, que indican efecto de arco de descarga, muestran claros síntomas de gran actividad.

Una pared de carga de tapia que padezca lesión de aplastamiento en fase terminal, puede colapsar en cualquier momento.

Como es lógico, el momento exacto de cuándo se producirá el colapso no lo podemos predecir, pues esto dependerá de gran cantidad de parámetros, la mayor parte de los cuales no podemos conocer (detalle minucioso de la composición y estado de la sección, si se producirá en un futuro próximo algún microsismo o lluvia fuerte, etc).

Así, podemos decir que el colapso se puede producir en cuestión de horas, semanas o incluso meses, dependiendo de diferentes circunstancias.

Es muy improbable que una pared de tapia que padezca lesión de aplastamiento que esté realmente en fase terminal, sobreviva más de

un año sin colapsar.

Por tanto, si se diagnostica fase terminal, se debe realizar el desalojo inmediato de los dos edificios que se apoyan en la pared medianera afectada.

Igualmente se debe proceder a la estabilización de la pared lo antes posible.

Huelga decir que en la estabilización se deberán tomar medidas constructivas y de seguridad especiales, pues si la reparación de una pared con lesión de aplastamiento en fase avanzada es una operación bastante delicada, mucho más si está en fase terminal en que la pared puede reventar en cualquier momento.

Para acabar este apartado, decir que, como el lector supondrá, es muy infrecuente encontrar una pared con lesión en fase terminal.

Mi experiencia al respecto indica que, aproximadamente, de cada veinte paredes de carga de tapia en que he diagnosticado lesión de aplastamiento, sólo hay una que esté en fase terminal.

Más frecuentes son las lesiones en fase avanzado.

Y a esto añadir que hay muchísimas paredes de tapia que no padecen lesión de aplastamiento, ni siquiera en sus fases más leves.

Terapéutica

Una pared de tapia que padezca lesión de aplastamiento en fase avanzada, lo cual como hemos visto afecta a la pared a nivel de planta baja, ya no reúne las condiciones mecánicas y de resistencia adecuadas para soportar la carga que tiene encima (los forjados y sobre todo el peso propio de la misma pared de tapia).

Por este motivo, la terapéutica más definitiva es la sustitución de la pared de tapia, a nivel de planta baja, por otra de fábrica de ladrillo macizo y del mismo grosor que la pared primitiva.

El proceso constructivo para conseguir este objetivo lo podemos deducir, razonando, los técnicos en construcción, pudiendo haber algunas variaciones según las particularidades de cada caso y el criterio del técnico que intervenga.

De forma resumida y genérica, la sustitución de la pared se realiza por partes, por bermas, que serán más numerosas o menos o más anchas o menos, en función de diferentes parámetros como el grado de inestabilidad de la pared, etc.

Lógicamente, la primera fase del proceso será el apuntalamiento vertical de los forjados, pues estos quedarán un tiempo en el aire.

En cada berma se realizará pequeña excavación, para que la nueva pared de fábrica cerámica tenga cimiento corrido de hormigón armado.

Igualmente es común colocar perfiles metálicos en el interior de la pared, como apoyo de las vigas del primer forjado.

Mediante el proceso de sustitución por bermas se acaba realizando la total sustitución de la pared de tapia a nivel de planta baja, por otra de fábrica cerámica.

En ocasiones se considera suficiente con intercalar algunas bermas de ladrillo macizo, dejando partes de tapia sin sustituir.

En algunos casos se opta por construir elementos verticales resistentes a ambas caras de la pared de tapia, que le producen un efecto de confinamiento, impidiendo su deformación horizontal y por tanto impidiendo que descienda verticalmente.

Este procedimiento parece indicado sólo en casos no muy graves ni severos.

Consideraciones varias

Como hemos visto, las paredes de tapia tienen un comportamiento plástico.

Así, la lesión de aplastamiento es un tipo de patología que suele "avisar", apareciendo lentamente a lo largo de los años diferentes síntomas característicos como abombamientos de las paredes y grietas.

En ocasiones, no obstante, hay síntomas que pueden llevar a engaño. Con cierta frecuencia aparecen en paredes de carga de tapia fuertes abombamientos, que producen alarma en los técnicos que intervienen, pensando que se trata de una grave lesión de aplastamiento.

Repicando el revestimiento se comprueba que el abombamiento sólo es del revestimiento, verificando que la tapia está en buen estado.

Hay que tener en cuenta que se pueden producir importantes abombamientos de revestimientos de gran grosor por efecto de las humedades.

Otro tipo de patología de comportamiento diferente, ocurre en paredes de tapia en fachadas.

En casos que reciban muy fuertes humedades, por ejemplo por filtraciones de desagües o cubierta, la tapia puede perder toda consistencia, produciéndose el colapso parcial de la fachada.

Normalmente estos colapsos suelen producirse en las partes altas de la fachada (en las inmediaciones de donde se produzcan las fuertes humedades).

En estos casos, el principal síntoma de la lesión, es una gran mancha de humedad intensa en la tapia de la fachada.



Light decorations

Gianraffaele Loddo and Daniela Ludoni

Engineer, teaching fellow of Technical Architecture, teaching in the Architecture Faculty of Cagliari. Author of studies in the use of the ceramics and of numerous publications about traditional and sustainable contemporary architecture.

Engineer, freelance. Author of publications about the sustainable contemporary architecture. Tutor in the Architecture Faculty of Cagliari.

Address:

Facoltà Architettura. Piazza d'Armi 16, 09123 Cagliari (Italy)

E-mail address:

grloddo@unica.it

Telephone:

Tel.: ++ 39 070 6755807

During the centuries Sardinia, although a poor region from the economic point of view, has seen the development of interesting signs in architecture. Among these ones we can find building types, like the out of the way houses of the campaigns, or the different court and elevation forms within the urban centre; some constructive techniques, which use brick or raw earth masonries and wood floors. Not less important, the decorative elements completing facades are added to these lasts still now promote the image of many historic centres of the Island.

The diffusion of these constituents is one of the most original features of the traditional Sardinian architecture, because it allowed enriching the architectonic simplicity of the building elevating their rank. The fact had his maximum propagation between XIX and XX century and it regarded both new buildings and the existing ones. For this reason the minimalist elements are still located above houses build with very different technologies.

At the last gothic period the decorative signs had a merely functional essence, while during the following centuries, they also assumed a decorative role arriving to the top in the pre-modern epoch. Then the term decoration must be not understood strictly speaking, because these elements, most of all those oldest ones, perform the double part of the make up and the protection of the building, for example, from the rain on the walls, openings and roof overhangs.

These elements were realised chiefly by craftsmen who, with primitive tools, could to produce high quality handcrafts. They managed to survive the time but not the work of man, who, above all in Modern period considering them useless, removed almost all ones or didn't take care them. This situation risked not only their existence and transmission to the next generations, but the integrity of the building where they were situated as well.

Decorative units can be catalogued according the material by which they are realised, so it's possible to pick four types out; by fired clay, wrought iron, zinc sheet and wood. The classification allows to identify

the problem connected to every specific element and to suggest some adapt intervention of safeguard, restore and integration: anyway it must be consider that they were, almost ever, a really system of building and decoration details and their strictly meaning is into their whole articulation.

Fired clay modular decorations were used from the beginning of the XIX century and touched the top at the first years of the twentieth century to be lost at the start of the Thirty years. They are still numerous (just in the villages around to Cagliari we can found several hundreds of these episodes). It's matter of elements that were used on the facades to border windows, doors and to mark skirt roof strings. In these cases their aesthetic function combined with that protection one of the facade from the rain dripping on the wall surfaces. The medium dimension, about 30-cm, allowed either a good handiness of the elements or an easy assembly and the combination of the pieces. Their traditional use dates back to the Classic Architecture, when the same decoration was carved on the trabeations. From the stylistic point of view we can found classical references, such as eggs, dentels or acanthus leaves till to arrive to neo gothic, neo Egyptian and floral forms. Over hundred different types are classified with several combinations of specimens to realised anthropoid, animals, and floral and geometric drawings. The elements have a large chance of parts, from the simplest listel to the more complex one, which seems like a really fired clay sculpture. Seldom the elements had the only one decorative function while it has been collected a model to realised balconies handrails. The pathologies of these pieces are caused by the humidity action: very dangerous is that one induced, during the time, by the application of painting that prevents the natural clay transpiration and arouses the scaling of the surfaces. The exfoliation process isn't reversible, while it is better to prevent removing several coats of paint that surely had covered the elements as time passed. Particularly important is the problem of the failings, caused both by the detaching and their failure, most of all in the event of elements located at the base of buildings. It's a matter of removing similar elements and to go on, after to have cast a mould generally by silicon, to do copies from the negative with clay and to fire them. A problem not negligible can be caused by the chemical composition of the clay, which composed the blend, with very chromatic difference. A different form, not so important, is made up of elements by cement, which are generally less detailed because the material doesn't have the same performance of the fired clay.

The wrought iron works have been instead used for balcony handrails, grates and gates. In Sardinia the first expressive events date back to the last period of Spanish domination (XVII century) and they were characterised by the baroque language, with evidences until the whole Art Nouveau period, arriving at the beginning of the Modern. Either most important examples or very simple ones are contained between these two temporal and linguistic extremes. Among these ones we can found also both elements of foreign import, and signs from Sardinian traditional graphic forms used too in the ancient production of clothes.

An interesting variant, in the nineteenth Century, is represented by castings that allowed rich details, they represented the testimony of the first industrial activities.

As well as wrought iron works, the use of zinc sheets to realise small elements completing the little boxes to hold the water at the gutter stop end, joints. It's very unusual nowadays these constituents located again and, in spite of simple production, they are not generally restored

because considered needless.

The pathologies of these pieces are caused by the iron corrosion, with which they are built; the action of the time, defects and the low quality of paints cause it. The ways to operate at present consist of the replacement of the parts more damaged and the protection with anticorrosive paints; a laser technique has been studied which allows to read and to copy forms from a sample and to cut sheets with right thickness to reproduce the original drawings.

Other minimalist decorations are the bargeboards located to protect the overhang of the gable roof. These solutions were already used in the past, but the most diffusion of them dates back to the nineteenth century, when the public buildings, as for example the train sheds of the railways station, were decorated with these parts too. They were usually realised by wooden boards and zinc sheets, or modular elements also by wood or zinc sheet. In the easier way, their profile was rectilinear or wavy, but more complex solutions were not unusual, still to get as far as the real fretwork like a lace. Unfortunately the original roofs have been ever very altered, just to repairing, and often these pieces are not replaced.

The relevant pathologies to few examples remained are generally serious when it's matter of wooden boards, because the material quality, the low maintenance and the action of rain in the time heavy damaged the structure. In these cases the possible solution is to replace destroyed elements with new ones in the original form and drawing. If the decorations are by zinc sheet, but the lack of some elements, the ordinary repair is very easy. Among all decorative units, the last ones are maybe the most important for the protection of whole building, because they prevent the water seepage from the roof inner face, for this question it's important ever to foresee the continuing of this system.

The general problem of protection and preservation of these elements comes out from this outline. The safeguard concerns the needless of specific rules and it interests cultural aspects linked to the attention towards this hermitage, both the public administration and the private owners. In this direction an important reflection concerns the low attention the commissions put at the head of the under services, show about the whole facades which are nowadays and again spoiled by electrical cables, water and gas pipes. Most of all the Monuments Authority doesn't control or controls very few these generally situations. The safeguard entails the study of intervention techniques, that, exploiting the current knowledge in the materials sphere, allow at least stopping the diffusion of the degradation in almost entirety of the events.

It must oversee, together the restaurateurs work, also the recovery and revaluation of the old tradesmen by now almost missed. The ability of the ceramic crafts, smiths carpenters must be revalued and reused. Only with the rediscovery of artisan knowledge it's possible to plan right and diffused restore interventions and the safeguard of architectural heritage coming from our traditions and history.

BIBLIOGRAPHY

C. AYMERICH, G. LODDO, *Le decorazioni in cotto nell'800 a Cagliari (compositives aspects)*, proceedings of International Symposium: *Ancient Buildings restoration, Handbooks and new technologies*, Clean Edizioni, Napoli 1993. Vol. 1, pp. 29-42.

C. AYMERICH, G. LODDO, *Tipologie tradizionali e residenza contemporanea. Le case a schiera di Cabras*, proceedings of International Symposium: *The living building in Europe toward the third millennium*, Clean Edizioni, Napoli 1997. ISBN 88-86701-28-4, Vol. 1, pp. 237-246.

G. LODDO, Cagliari. *Una chiave di lettura dell'architettura fra passato e presente*, in Paesaggio Urbano, Edizioni Maggioli, n° 2 1994. ISSN 1120-3544, pp. 82-89.

G. LODDO, *Le decorazioni in cotto nell'800 a Cagliari, (technologies and analogies with Hungarians experiences)*, proceedings of International Symposium: *The project in the space of memory: signs, ideas and future development*, Clean Edizioni, Napoli 1995. Vol. 2, pp. 1335-1344.

G. LODDO, Cagliari. *Architetture dal 1900 al 1945*, Edizioni Coedisar, Cagliari 1999. ISBN 88-85966-24-1.



Quartu S. Elena (Italy), via Mori 129, Façade with decorative elements in terracotta and zinc sheet on a building in raw earth. (photo by G. Loddo).



Quartu S. Elena (Italy), via Mori 129, detail of façade with obvious damages caused by telephone and power lines cables. (photo by G. Loddo).



Wrought iron handrails, top, baroque style in Cagliari (Italy), below, folk design in Cabras (Italy). (photo by G. Loddo).



Bargeboards, Cagliari (Italy), top, wood and wrap metal modular elements, below, wood board element. (photo by G. Loddo).

L'habitat traditionnel a oued souf

Belhadj Nabila

1998- Obtention du diplôme d'Architecte d'Etat
2000- création d'une entreprise spécialisée en restauration des bâtiments anciens
2001 2002- Travaux de restauration au Musée National des Arts et Traditions Populaires d'Alger.
2004-Travaux de restauration au Musée National des Beaux Arts
2005 jusqu'à ce jour- Travaux de restauration au Musée National du BARDO
2006- jusqu'à ce jour- Projet Européen « OPERHA » : c'est un projet où nous sommes 13 partenaires euro méditerranéens, qui travaillons sur l'essai d'une nouvelle génération de fibres polymères destinée à être utilisée dans la restauration des bâtiments anciens.

Adresse courrier électronique:

nab.belhadj@hotmail.com nab2410@yahoo.fr

Téléphone:

+ 21370930396

Le choix d'un tel sujet, répond à l'une des nombreuses préoccupations de notre domaine, celle de la compréhension du processus de production de « l'habitat », espace de vie bâti, consolidé ou transformé par un groupe d'individus porteurs des mêmes codes socioculturels et partageant la même aire géographique. Cependant, le sujet de cette communication ne prétend pas s'y attaquer mais contribuer en mettant à la disposition de cet axe de réflexion, à travers l'exemple de l'Habitat traditionnel de la région de Oued Souf un constat modeste mais concret d'un « mode de production de l'habitat » qui semble porter en lui les préceptes permettant la codification de son architecture afin de la relever au rang de traditionnelle.

Il y a lieu ainsi d'insister quelque peu sur cet aspect particulier de notre communication, à savoir qu'elle se base sur une étude plus importante, celle de « l'habitat traditionnel à Oued Souf, typologie et système constructif », mais qu'elle a pour objectif unique d'attirer l'attention seulement, sur les raisons qui permettent à une « architecture révolue » de « résister ».

Il s'agit en clair, d'approcher l'habitat traditionnel à El Oued de plus près en s'intéressant à ses deux outils conceptuels les plus déterminants, quant à sa mise en place, à savoir la typologie et le système constructif. Cela nous permettra de repérer la nature des constantes qui permettent l'enracinement d'un mode architectural dans son territoire.

Présentation de la région de Oued Souf

Il est très important de mentionner au préalable que la région de Oued Souf ne définie pas une « région naturelle » mais une « région humaine », une unité ethnique, dotée d'un système de fonctionnement assez autonome pour lui conférer un nom (1). Bien qu'il fasse

géographiquement partie du Sahara algérien, le Souf désigne une unité qui l'oppose à ce dernier par ses modes de circulation, mais aussi par son mode d'exploitation du territoire. Le Sahara est le domaine des pasteurs et des caravaniers, tandis que le Souf est celui des cultivateurs de palmiers, avec une technique de plantation spéciale à la région. La particularité de cette technique de plantation réside dans le fait de creuser des cuvettes assez larges pour recevoir des palmeraies entières, à plusieurs mètres de profondeur, afin de planter le palmier au niveau de l'eau plutôt que de faire monter cette dernière pour une irrigation normale en surface. Chacune de ces cuvettes appelées en dialecte soufi Ghout « jardin-creusé-en-cuvette-planté de palmier »¹ forme l'unité territoriale et socio économique de base dans la structure globale du territoire soufi puisque les Ghouts s'étalent sur toute la vallée du Souf en rassemblant autour de chaque entonnoir, un groupe d'individus qui travaillent et donc vivent eux ainsi que leurs familles de la plantation des palmiers dattiers. Au abord de chaque Ghout, se greffent les maisons, où vivent pendant l'été, les familles, dont les hommes travaillent tous habituellement dans la palmeraie, en accomplissant toutes les tâches, depuis la plantation jusqu'à l'écoulement vers la vente, en passant pas le stockage dans des celliers prévus à cet effet, construits dans un pavillon de leurs maison. Les Femmes quant à elles, que ce soit en hiver dans leur maisons villageoises, où en été dans leur maisons rurales, elles sont généralement au pied de leurs métiers à tisser, affairées à réaliser pour la vente généralement mais aussi pour leur propre besoins, les tapis et les tenues spécifiques à la région.

La typologie et le système constructif traditionnels à Oued Souf

La typologie, est l'un des instruments scientifiques les plus dotés d'outils permettant de lire à travers l'espace bâti, la façon de vivre des individus et donc la façon qu'ils ont de concevoir l'espace où se déroule cette façon de vivre, autrement dit, les pratiques socioculturelles. Car les solutions de distribution de l'espace de vie répondent aux exigences similaires chez les individus d'un même groupe ethnique partageant la même aire géographique.

La maison du Souf s'organise autour d'une cour fermée si elle est villageoise et ouverte si elle est rurale, à la quelle on accède par une entrée en chicane. Les pièces qui la constituent se composent d'une cuisine, un cellier « Khabia » et d'un nombre de chambres « Ghorfa » ou « Damsa » si le plafond est en forme de voute, s'agrègent les unes aux autres au fur et à mesure que les besoins de la famille qui l'occupe grandissent. Sur les cotés nord et sud de la maison, deux espaces s'ouvrent sur la cour mais toujours couverts sont appelés « Sabat ». Le premier permet aux occupants de la maison de profiter d'un maximum d'ensoleillement pendant les mois d'hiver, le second pour s'en protéger durant les saisons chaudes. Une cave est aussi prévue à cet effet en construction souterraine. Un étable pour chèvres et poulailler, la « Zriba » fait aussi partie des espaces de service mais souvent en retrait par rapport au reste des chambres.

Les systèmes constructifs traditionnels sont ces différents savoir-faire ancestraux, dans le domaine de la construction, appelés « arts de bâtir » que nos aïeux ont su transmettre de génération en génération de façon cognitive par l'application et l'exercice, autrement dit, par la « tradition ». Cette attitude a été également celle des soufis pendant très longtemps. Les sexagénaires soufis aujourd'hui encore parle du rituel de l'acte de bâtir à El oued. Du ramassage à dos d'âne, à plusieurs mètres de profondeur dans les Ghoûts, des seuls matériaux de

construction « solides » que leur offre la région, à savoir, le Lous, appelé également «la rose des sables », utilisé comme pierre d'appareillage, et la Tafza, ou la pierre de tuf, destinée à la fabrication du plâtre le « Gibbs » par la cuisson dans des fours érigés à l'occasion de chaque chantier avec pour seul combustible le bois qu'on ramasse dans le Sahara et des palmes desséchées. Le plâtre est utilisé selon sa qualité, dans toutes les mises en œuvre constructives. Pour le mortier de pose et de crépiage le « Timchent », l'exigence d'un plâtre bien cuit, bien qu'élevée, reste moindre que celle pour le plâtre destiné à l'enduit de finition. Car pour ce dernier, le plâtre doit être très bien cuit mais aussi de granulométrie très fine et homogène pour une étanchéité optimale mais aussi pour un meilleur aspect fini. Le seul bois disponible étant celui des stipes de palmier, celui-ci n'est utilisé que pour les linteaux au dessus des ouvertures. Les couvertures réalisées essentiellement en forme de coupoles, mais aussi en forme de voûtes, sont réalisées également en appareillage de Lous et de Timchent. Leurs formes rejettent les éventuelles pluies et éliminent le risque de charge que peut causer un dépôt de sable sur les couvertures.

Chez les soufis, Nous l'avons vu, la typologie renseigne d'un mode d'habiter et de distribution de l'espace qui concilie conditions naturelles, exigences socio-économiques et pratiques religieuses. Leur système constructif quant à lui, codifie les solutions structurelles en fonctions des caractéristiques physiques et « mécaniques » des matériaux disponibles sur place.

Cela a permis au mode de production de l'habitat au Souf le façonnage d'une identité architecturale car il semblerait qu'il leur était aisément de construire nouveau dans la continuité de l'ancien jusqu'à nos jours.

Le constat aujourd'hui :

Le contact qu'il nous a été donné d'avoir avec la région d'El Oued, nous a d'emblée incité à réfléchir sur le rapport que les habitants de cette région ont avec leur habitat aujourd'hui; et dans quelle mesure en dépit, de la modernité ambiante, ce rapport pouvait durer, une fois constaté le caractère d'une architecture agonisante certes, mais dont la typologie reste encore, tant bien que mal, en usage aujourd'hui.

Pour mieux connaître l'environnement de la question, il est essentiel de savoir que les soufis, bien que rattrapés par la « modernité » dans le domaine de la construction, ils n'arrivent pas encore à se « débarrasser », de leur « velle » typologie.

Les nouveaux matériaux de construction standard, adaptés vraisemblablement à toutes les solutions constructives imaginables, permettant d'ériger ce que l'on veut là où on veut, représentent pour les soufis une sorte de moyen miracle qui les soulage et les repose de cette ancienne corvée inévitable si l'on veut bâtir sa maison. Le ciment, le parpaing et l'acier semblent avoir apporté des solutions pour des exécutions moins contraignantes (transports désormais mécaniques et matériaux prêts à la mise en œuvre) et des réalisations qui vivent plus longtemps (fréquences d'entretien réduites).

Outre cette dégradation du patrimoine architectural bâti donc matériel, vient s'ajouter aussi la perte d'un patrimoine immatériel, celui des procédés et systèmes constructifs traditionnels à cause de la déperdition des pratiques locales, et partant, la perte de ce rapport de l'individu à son environnement naturel immédiat.

Cependant, combien même, il y a eu déperdition du savoir faire et que les matériaux « modernes » ont remplacé les matériaux traditionnels -pas pour tous les soufis, nous le verrons plus tard- cela n'a toutefois pas pu défaire pour autant la codification typologique de l'habitat dans

toute la région de Oued Souf

Les soufis aujourd'hui -à l'exception d'une frange qui « vit » aujourd'hui dans les grands ensembles du centre ville - continuent pour la plus part, à distribuer leurs espaces d'habitation selon les recommandations ancestrales. Les pratiques socioculturels en vigueur encore aujourd'hui, conjugués aux « temps toujours présents » (climat et géographie), semblent être une donnée constante avec laquelle il est impératif de composer.

Nous relevons par contre trois catégories de ces nouveaux soufis qui continuent de construire leurs maisons avec « l'ancienne typologie ». Ceux qui construisent exactement selon la typologie traditionnelle moyennant le système traditionnel, ceux qui respectent la typologie ancienne, mais optent pour les matériaux « modernes » et en définitif, ceux qui sont à cheval sur deux typologies et sur deux systèmes constructifs.

Entre une substance en voix de déperdition et une essence qui l'anime encore tant bien que mal, il est claire qu'un acte d'urgence s'impose celui de sauvegarder, sous peine de voir s'effondrer sous les coups de boutoirs d'une modernité à l'œuvre, un patrimoine architectural singulier révélateur d'un génie du lieu qui n'échappe point à la constatation objective de l'esprit scientifique concerné par la vérité ; et qui de ce fait, présenterai à notre sens, des éléments de réponses fiables, donc exploitables, aux multiples questions se rapportant à la nature du rapport habitant/habitat.

¹ CL. BATTAILLON-Le Souf Etude de géographie humaine-Mémoire n°2, Alger, EIMBERT, Imprimeur 1955

Organization of Information on Built Heritage using Multimedia Technologies

**Tiago Ilharco, Xavier Romão, Esmeralda Paupério,
João Guedes, Aníbal Costa**

Tiago Ilharco

Student of the MsC on Rehabilitation of the Built Heritage at the Engineering Faculty of Porto University (FEUP); PORTUGAL; mrp05001@fe.up.pt

Xavier Romão

Assistant, FEUP; PORTUGAL; xnr@fe.up.pt

Esmeralda Paupério

Civil Engineer, IC-FEUP; PORTUGAL; pauperio@fe.up.pt

João Guedes

Auxiliary Professor, FEUP; PORTUGAL; jguedes@fe.up.pt

Aníbal Costa

Full Professor, University of Aveiro, PORTUGAL; acosta@civil.ua.pt

(Tiago Ilharco):

2002 - Civil Engineering degree from the Engineering Faculty of Porto University (FEUP).

2003/2005 – Worked as a Civil engineer at *GIBB Portugal* and participated in the fiscalization of Porto light rail system.

2005/2007 - Scholar investigator at the "Nucleus for Conservation of Buildings and Heritage" (INCREP) and at the Institute of Construction (IC), both integrated on FEUP, collaborating in a range of projects involving the inspection, diagnosis, structural analysis, study and implementation of innovative techniques for the rehabilitation and strengthening of various existing buildings.

- Research works for elaboration of the final thesis of the MsC in Conservation of the Built Heritage at FEUP entitled: "Diagnosis and Structural Strengthening of Timber Floors of Ancient Buildings".

Address:

Rua Dr. Roberto Frias S/N 4200-465 Porto, PORTUGAL

Mail:

mrp05001@fe.up.pt

Phone:

+351225081814

1. Introduction

The traditional architecture of a country, as an essential part of its historical and cultural identity, needs to be preserved. This paper presents an instrument developed for traditional Portuguese constructions, but prepared to be used on any construction type. The rehabilitation task may only be accomplished upon a thorough

examination of the current condition of the constructions.

One of the components of this process is a comprehensive survey of the existing construction. This survey must use appropriate information identification and acquisition techniques to produce information enabling professionals to understand the construction and its context with the necessary precision.

Conservation of existing constructions asks for a methodology including the steps of Analysis (involving the technical inspection), Diagnosis, Therapy and Control. The first two are essential for a correct intervention helping to define both technologies and materials that better suit the construction characteristics.

Results obtained on these phases usually appear on a "written technical report", which is the fundamental asset for support of the intervention (Therapy and Control) options and is an important instrument in the rehabilitation decision making process, therefore contributing to increase the knowledge about the construction and highlighting the approaches and interests of each area of expertise.

2. The need for adequate documentation and information presentation

To obtain a usable dataset of information, survey operations must be coupled with adequate documentation techniques. Difficulties in the documentation and presentation of the gathered information, resulting from the use of inadequate dissemination formats, are accountable for enhancing the gap between information users (project managers, planners and decision makers) and information providers (surveyors and specialists). For the information users, the presented data must remain clear and self-explanatory, and should increase the interest in having this knowledge, thus highlighting the construction value and justifying the intervention necessity. Therefore, the documentation and presentation of information processes are accountable for the successful development of a conservation project at the technical, financial and social levels.

Information identification and acquisition techniques must meet specific requirements depending on the problem (e.g. a structural stability problem, the deterioration of stone or adobe surfaces or the conservation of wall paintings), and will also depend on the construction size and the accuracy level needed. Nonetheless, one must be reminded that survey protocols ideal for all circumstances are nonexistent. Survey operations include geometric recordings, observational damage levels recordings, photographing, in-situ chemical or structural tests on materials and data gathering concerning the construction's history.

Data from the survey is then organized and presented to enable a well-founded Analysis of the construction ultimately producing a Diagnosis about its state. In most cases, information is presented using written reports containing the full information range related to all areas of expertise. Since conservation projects normally involve multidisciplinary teams, the report preparation contributes to conciliate the different intervention areas.

The main drawback of this approach for information presentation is that reports presenting information on many areas of expertise are becoming less practical due to the large amount of information included. In such cases, each technician chooses to consult only information directly addressing its area of expertise, thus missing out on the comprehensive multidisciplinary conservation approach.

3. Multimedia for information management and presentation

The Nucleus for the Conservation and Rehabilitation of Buildings and Built Heritage (NCREP, <http://ncrep.fe.up.pt/>) of the Engineering Faculty of the Porto University has been involved in numerous conservation and rehabilitation projects, performing numerous surveys and technical inspections on different construction types. During these, NCREP members have been confronted with difficulties regarding information management, organization and presentation. The problems found range from fluidity and transparency of information communication, misleading interpretation of technical data and poor interdisciplinary collaboration. Therefore, classical written reports have been reckoned to fall short in presenting information in a suitable way and are difficult to examine and handle when including a broad range of information. Therefore, and extending the knowledge gathered from the ARIS03 course¹ which aimed at improving architectural conservation practice by using methods and tools of recording, documentation, inventories and information management, NCREP has been exploring and developing complementary means of information and knowledge presentation that can include data representations that in classical written report formats are not easily introduced. Nonetheless, it should be emphasized that these new data presentation means are only complements to written reports and not their replacement. The developed complementary means are in the form of multimedia modules assembled into CD-Roms.

4. Multimedia frameworks for conservation and rehabilitation

In heritage rehabilitation several aspects of data presentation can be enhanced using multimedia technologies. In addition to classical format types (text, photos and technical drawings) multimedia technologies allow the inclusion of components having different interactivity levels. For example, one can create interactive damage maps of the construction enabling interactive switching between schematics and photos of the observed damage.

Interactive location maps are also an option. They are based on schematic representations of the construction's neighbourhood and include interactive switching between photos of the construction surroundings for a complete view and understanding of the architectural morphology.

Interactive tridimensional models of the construction can also be created. These may address the construction's architectural/structural aspects. This type of information presentation enables real time interaction with the model, allowing users to move, rotate or zoom the model, to enable/disable the visibility of the construction elements and to define 3D cut cross-sections.

Simultaneously, strengthening interventions can be presented in 3D models, where the steps are exposed allowing users to understand the intervention step by step.

These applications intend to increase knowledge about the reality, when compared to the understanding gained from written reports, by combining existing imagery with computer generated images and functionality. Multimedia modules developed by NCREP focus two key aspects for information presentation – visual aiding and interactivity – towards improvement, enhancement and simplification of the access to the available information about a construction under study.

5. Examples of multimedia contents for presentation of information

5.1. Case study description

The case study is a XIXth century rich urban house of the city of Porto, Portugal, Fig.¹². Although severe structural pathologies were not detected (except on the roof structure), the house requires, nonetheless, conservation interventions to be carried out due to detected non-structural pathologies in the finishing elements, mainly due to water infiltration. Special care was taken on the definition of such interventions in order to minimize the intervention as suggested in³.

5.2. Multimedia contents

Due to the considerable size and quality of the interior finishings, the option was taken to build a global interactive architectural model giving access to room by room information. After selecting a room, once can access information addressing the pathologies and their location over that room through planar views of the walls and ceiling. A menu available for each room gives access to additional information, such as cut-cross sections of the walls and floors where structural and covering materials are fully characterized and to technical text descriptions of the finishing techniques used in the room, Fig.2.

The 3D model of the house is an important piece of information, Fig.3. Although presenting architectural elements such as interior walls and door openings, it was mainly developed to characterize the house structure. With this model, one may perform dynamic cut cross sections to view parts of the house, measure the depth of structural walls, the length of the timber beams of the floors or visualize the connection points of the floors and of the roof to the walls.

Data concerning the proposed strengthening intervention was also presented with 3D models, where the intervention steps are presented. Fig.4 shows the strengthening of a wooden truss located on the house's roof structure. It should be noted that these interactive contents can be inserted within the written report, for added visualization possibilities when reading it on a computer, using the recent 3D PDF format (<http://www.adobe.com/products/acrobat3d/>).

6. Final remarks

This paper emphasizes the need for complements to written technical reports for presentation and interpretation of information. Multimedia technologies in the form of interactive multimedia frameworks integrating pictorial, textual and animated information compiled in multimedia CD ROMs are seen as potential candidates. Advantages of such strategy for managing information on heritage constructions were focussed.

A case study was developed for a traditional house in Porto, Portugal and information concerning construction techniques and structural, architectural and general/local geographical aspects are included in the applications. Their development was found to be an interesting example on how multimedia tools and environments can assist in information management and presentation.

Multimedia frameworks greatly enhance and ease the exchange of information between different members of multidisciplinary teams involved in assessment and rehabilitation of constructions, thus increasing the overall efficiency of the project management. Thus, information presentation with the aid of such tools is an affordable

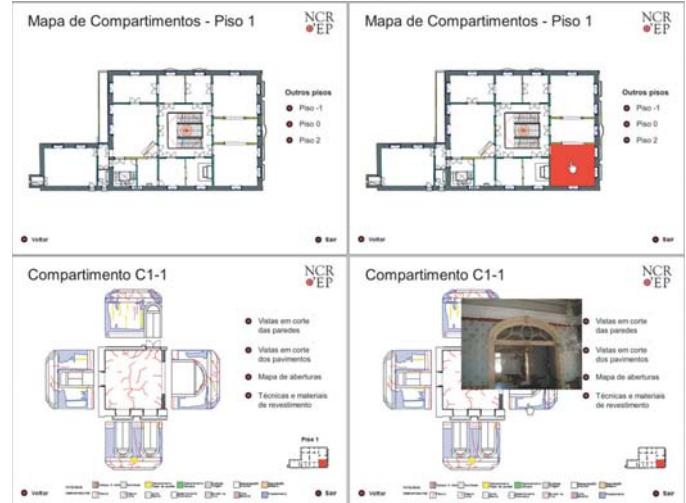
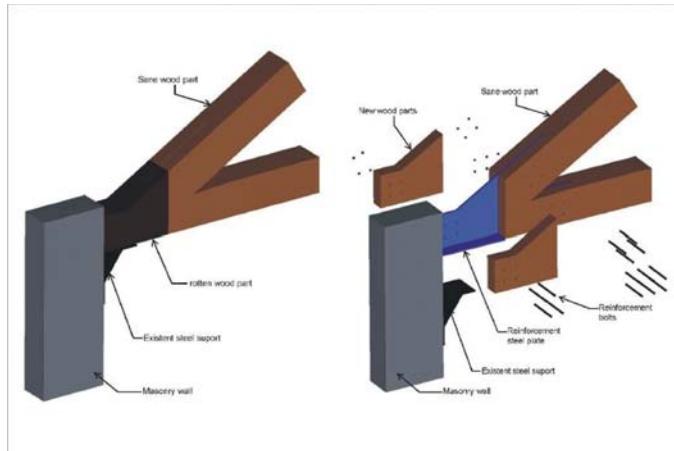
component of increasing importance within the current information society where communication and visualization of data are fundamental issues.

La maison du Souf s'organise autour d'une cour fermée si elle est villageoise et ouverte si elle est rurale, à laquelle on accède par une entrée en chicane. Les pièces qui la constituent se composent d'une cuisine, un cellier « Khabia » et d'un nombre de chambres « Ghorfa » ou « Damsa » si le plafond est en forme de voute, s'agrègent les unes aux autres au fur et à mesure que les besoins de la famille qui l'occupe grandissent. Sur les cotés nord et sud de la maison, deux espaces s'ouvrent sur la cour mais toujours couverts sont appelés « Sabat ». Le premier permet aux occupants de la maison de profiter d'un maximum d'ensoleillement pendant les mois d'hiver, le second pour s'en protéger durant les saisons chaudes. Une cave est aussi prévue à cet effet en construction souterraine. Un étable pour chèvres et poulâtre, la « Zriba » fait aussi partie des espaces de service mais souvent en retrait par rapport au reste des chambres.

Les systèmes constructifs traditionnels sont ces différents savoir-faire ancestraux, dans le domaine de la construction, appelés «arts de bâtir» que nos aïeux ont su transmettre de génération en génération de façon cognitive par l'application et l'exercice, autrement dit, par la « tradition ». Cette attitude a été également celle des soufis pendant très longtemps. Les sexagénaires soufis aujourd'hui encore parle du rituel de l'acte de bâtir à El oued. Du ramassage à dos d'âne, à plusieurs mètres de profondeur dans les Ghoûts, des seuls matériaux de construction



- 1 ARIS03, "Architectural Records, Inventories and Information Systems for Conservation", ICCROM, 2003.
- 2 COSTA, A., GUEDES, J.M., PAUPÉRIO, E., ORNELAS, C., ILHARCO, T., "Relatório de inspecção à Casa Marquês de Pombal n.o 30", IC-FEUP, 2005.
- 3 Recommendations for the analysis, conservation and structural restoration of architectural heritage, ICOMOS, 2001.



Sistema de información arquitectónico

**M^a Amparo Núñez Andrés, Felipe Buill Pozuelo,
Nieves Lantada Zarzosa**

Felipe Buill es I.T en Topografía por la UPM y licenciado en geografía por la UB. Desde 1990 es profesor de la titulación de I.T. Topográfica en la EPSEB-UPC. Su actividad principal se enmarca en las técnicas fotogramétrica y topográfica.

M^a Amparo Núñez es I.T en Topografía e I. en Geodesia y Cartografía por la UPV y doctora por la UPC. Desde 1999 es profesora de la titulación de I.T. Topográfica en la EPSEB-UPC. Su actividad principal se enmarca en el ámbito de la cartografía y topografía.

Nieves Lantada es I.T en Topografía por la UPM e I. en Geodesia y Cartografía por la UPV. Desde 1998 es profesora de la titulación de I. Caminos, Canales y Puertos en la ETSECCPB-UPC. Su actividad principal se enmarca en el ámbito de los sistemas de información geográfica.

Dirección postal:

Dr. Gregorio Marañón, 44-50.
08028-Barcelona.

Dirección de correo electrónico:

felipe.buil@upc.edu m.amparo.nunez@upc.edu
nieves.lantada@upc.edu

Teléfono:

934 05 40 19

La gran mayoría de los sistemas de información geográfica (SIG) creados hasta el momento han tenido siempre una utilización generalizada en los ámbitos catastrales, urbanísticos, cartográficos, mantenimiento de servicios, vialidad,...

Estos sistemas de información no sólo se pueden aplicar a escala territorial, también se pueden utilizar a escalas propias del edificio, de forma independiente o interrelacionándolo con el territorio, vinculando información catastral y urbanística con información arquitectónica. De esta forma se puede tener centralizada toda la información gráfica y alfanumérica en un mismo sistema, pudiendo realizarse consultas e informes de una forma rápida y sin riesgo de pérdidas o confusión.

Son realmente de gran utilidad en procesos de rehabilitación de edificios al poder disponer de normativas, informes, planos, fotografías,... y demás información recogida a lo largo del tiempo, para todo un elemento o parte de él, y relacionando éste con otros que pueden pertenecer al edificio o a otro distinto, integrando el edificio al lugar en el que se encuentra. De esta forma se permite una mayor coordinación de los trabajos al completar las distintas fases así como las diferentes visiones de tipo social, económico..., permitiendo gestionar la información arquitectónica con relación a la zona urbana a la que pertenece.

Permite solucionar diversos problemas relacionados con el patrimonio, como son los estudios históricos, estudios de patologías, archivos fotográficos, estudios del color, creación de sistemas para organizar

y clasificar la información arquitectónica (base de datos), realizar consultas e informes de la base de datos gráfica y alfanumérica, y tratar y georeferenciar las imágenes digitales (rectificación, filtros, ...).

1. Introducción

Desde su aparición en los años 70 los Sistemas de Información Geográfica (SIG) han sufrido una gran evolución ligada al aumento de la capacidad de computación de los ordenadores, ampliándose el abanico de aplicaciones que, tradicionalmente en el ámbito de la arquitectura y el urbanismo, se habían desarrollado en los siguientes campos:

- Aplicaciones catastrales
- Planeamiento urbanístico y de infraestructuras
- Gestión y explotación de recursos
- Visualización, tratamiento y obtención de información derivada, como puede ser la cartografía temática.

Estas aplicaciones se han extendido a la gestión del transporte, medioambiente,... y en menor medida a la gestión del patrimonio, pero siempre desde un punto de vista 2D.

En este artículo presentamos un Sistema de Información Arquitectónico en el que se trata tanto la información bidimensional como la tridimensional (2D y 3D). La primera a nivel general, ciudad dividida en manzanas. Mientras que cuando nos centramos en el edificio pasamos a considerar la información espacial. Esta segunda aplicación se centra en los diferentes componentes arquitectónicos del edificio, asociándoles a cada uno de ellos toda la información, tanto gráfica como alfanumérica, necesaria en el desarrollo de las diferentes aplicaciones arquitectónicas, como puede ser la catalogación de edificios, estudios temporales y, en general, planos temáticos de todo tipo. Debido a la general carencia de información gráfica de las edificaciones, se pretende que esta herramienta pueda funcionar desde el principio sin necesidad de una base gráfica definitiva, siendo el propio usuario el que pueda crear esta información, partiendo de un croquis o una idea aproximada de los elementos constitutivos del edificio, con posibilidad de editar y completar los datos gráficos iniciales así como los datos alfanuméricos.

La aplicación ha sido desarrollada sobre un programa implementado desde los Laboratorios de Fotogrametría y Cartografía de la EPSEB-UPC.

2. Estructura general del SIA

El Sistema de Información Arquitectónico ha sido programado de forma que trabaja de forma modular empleando Visual Basic para los módulos de tratamiento de información vectorial y alfanumérica, gestión de la información, consultas y generación de informes. Para el tratamiento de la información ráster (fotográfica principalmente) se ha empleado el lenguaje de programación Visual C++ debido a su mayor capacidad para la realización de los procesos de rectificación y georeferenciación. El programa se ha estructurado en cuatro módulos:

- Módulo general, para la gestión de la base de datos tanto alfanumérica como gráfica.
- Módulo croquis, pensado para la croquización sobre la imagen digital.
- Módulo Informes, obtención de informes desde la base de datos.

- Módulo imágenes, permite el tratamiento de las imágenes digitales.

La información se estructura a partir de un mapa base del territorio, al que se van vinculando los "mapas fachada", es decir, los diferentes alzados de los edificios que conforman la manzana.

Estos "mapas fachada" tal y como se ha comentado anteriormente no tienen porque ser definitivos, si no que basta con una base gráfica a la que ir vinculando la información y cuya geometría se puede ir modificando con las herramientas gráficas disponibles en el programa. Las opciones de que se dispone para la introducción de la información son:

- Un mero croquis de la fachada o el elemento (módulo croquis)
- Una imagen digital de la misma sin capacidad métrica (módulo imagen)
- Una imagen fotográfica rectificada. Rectificación que se puede realizar directamente desde el programa. (módulo imagen)

Así pues, una de las principales funciones de esta herramienta es la posibilidad de crear "croquis" sobre las fachadas de los edificios a los que vincular desde un primer momento información de los elementos que en ella se encuentren. Posteriormente, y trabajando con la imagen digital de esa fachada, se obtendrá la vectorización de todos los elementos, con una herramienta implementada dentro del propio software, que permite efectuar este trabajo sin necesidad de migrar a un programa de diseño externo, y su conversión a una representación gráfica métrica, sin perder nunca el vínculo con la información asociada al mismo, para lo cual es necesario establecer un sistema de códigos que permitan la identificación clara y única de cada elemento, tanto en el gráfico como en la base de datos.

La descripción de cada uno de los módulos se realizará a través de una aplicación sobre varias masías de la localidad de Folgueroles (Barcelona).

3. Aplicación

3.1. Entrada de datos

Según la naturaleza de los datos el módulo a emplear será el de Croquis o Imagen, el primero de ellos permite la introducción en formato vectorial, mientras que el segundo permite la entrada de imágenes digitales que pueden ser rectificadas y por tanto dotarlas de cualidades métricas.

En el ejemplo propuesto partimos de la segunda de las opciones, ya que hoy en día con la generalización del uso de las cámaras digitales es la vía más común y rápida. Introduciendo la imagen en formato BMP, obtenida con una cámara no métrica de resolución 3.3 Mpixel, se realiza la corrección de la distorsión óptica y con los puntos de control obtenidos mediante observación topográfica se procede a su rectificación y georeferenciación.

Otras de las operaciones que se pueden hacer en este módulo son:

- Análisis de la imagen, permitiendo calcular estadísticas, representar el histograma para cada canal, convertir la imagen a escala de grises...
- Filtros. De esta forma se resaltan características de las imágenes que consideremos importantes: bordes de los elementos, eliminar

contrastes...

- Herramientas diversas como recortar, rotar, girar imagen, eliminar canales...

La imagen rectificada resultante se abre en el modulo croquis, figura 2, donde se procede a la digitalización de cada uno de los elementos presentes en la fachada.

Cada tipo de objeto se almacenará en una capa que contendrá un único tipo de elemento: líneas, polígonos o puntos. A la vez que se van digitalizando los objetos se pueden introducir el identificador del elemento, que como veremos posteriormente actuará de campo clave. El resultado de la digitalización puede ser guardado en DXF o exportado a formato SHP, siendo este último el que acepta el modulo general, donde se realizará la gestión y explotación de la base de datos alfanumérica.

En el caso de estudio se han considerado como diferentes capas de información: los huecos (ventanas y puertas), elementos ornamentales (escudos, relojes de sol,...), patologías: manchas de humedad, áreas de pérdida recubrimiento de la fachada, grietas, ... y servicios: cables, cajas de luz,...

3.2. Tratamiento y gestión de los datos

En el modulo general una vez disponemos de la información vectorial en formato SHP podemos vincular la información alfanumérica de la que se disponga a partir del campo clave creado en la tabla de atributos cuya vinculación es directa sobre la base gráfica.

Sobre la base de datos se pueden añadir tablas completas que se vincularán mediante los campos clave (identificador para la tabla principal) o únicamente campos correspondientes con los diferentes atributos vinculados con el elemento constructivo.

En el caso de estudio se ha prestado especial atención a los materiales, patologías y elementos artificiales que perturban la arquitectura de la fachada como los cables de luz, telefonía, cajas, mangueras,...

Una de las principales funciones de este modulo es crear consulta sobre la base de datos gráfica y alfanumérica, para lo cual se dispone de dos caminos: utilizar el asistente que incorpora la propia aplicación o directamente en lenguaje SQL.

Otras de las herramientas presentes en este modulo permiten:

- Imprimir los mapas existentes en el proyecto
- Cambiar propiedades de los mapas (colores, tramas, nombres, ...)
- Vincular imágenes a los diferentes mapas
- Buscar diferentes elementos dentro de un mapa (aperturas, grietas, ...)
- Exportar los mapas a mapa de bits
- Organizar las diferentes ventanas del programa

3.3. Salida de datos

A través del módulo de salida de datos es posible la creación de informes personalizados que recogen el resultado de las consultas realizadas, conteniendo tanto información alfanumérica como gráfica.

4. Conclusiones

La utilización de los sistemas de información geográfica aplicados al ámbito arquitectónico, en concreto a la rehabilitación, permite optimizar los procesos y controlar de una manera eficiente todos los trabajos que se han realizado y se han de desarrollar. La utilización junto a los SIA de técnicas digitales fotográficas, así como otros sistemas de

captura de información geométrica son un valor añadido que permite a los técnicos interrelacionar la información y cruzarla para extraer todo tipo de informes.

Además estos sistemas pueden ser desarrollados y particularizados de una forma muy libre, respondiendo de una manera más efectiva a los problemas que se puedan plantear en cada caso.

these two temporal and linguistic extremes. Among these ones we can find also both elements of foreign import, and signs from Sardinian traditional graphic forms used too in the ancient production of clothes.

An interesting variant, in the nineteenth Century, is represented by castings that allowed rich details, they represented the testimony of the first industrial activities.

As well as wrought iron works, the use of zinc sheets to realise small elements completing the little boxes to hold the water at the gutter stop end, joints. It's very unusual nowadays these constituents located

REFERENCIAS

BUIL, F., LANTADA, N., NUÑEZ, A., 2001. Sistemas de información aplicado a la arquitectura, III Jornadas de fotogrametría arquitectónica. Sistemas de documentación y representación del patrimonio, Valladolid,

BURROUGH, P.A., 1983. Principles of geographical information systems for land resources assesment. Claredon Press, Oxford.

HEINE, E., 1999. High precision building documentation: element definition and data structuring. XVII CIPA SYMPOSIUM, Recife,

NUÑEZ ANDRÉS, M.A., 2000. Sistemas de información geográfico aplicado a la gestión urbana. pag. 355-360. EGA2000, VIII CONGRESO, Barcelona.

SANJUAN, A., MORANT, T., PUMAR, M.N., 1999. Digital photogrammetry integration possibilities to heritage record by an architectural information system. XVII CIPA SYMPOSIUM, Recife.



Utilizando el módulo croquis S.I.A.

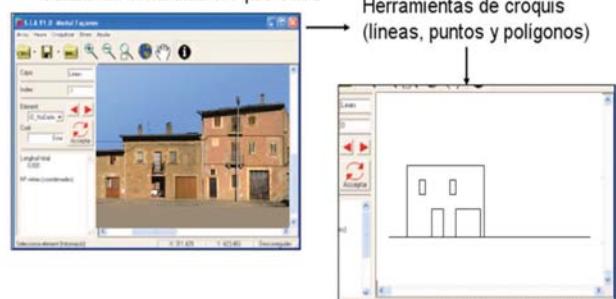


Figura 2: Imagen rectificada y croquis.

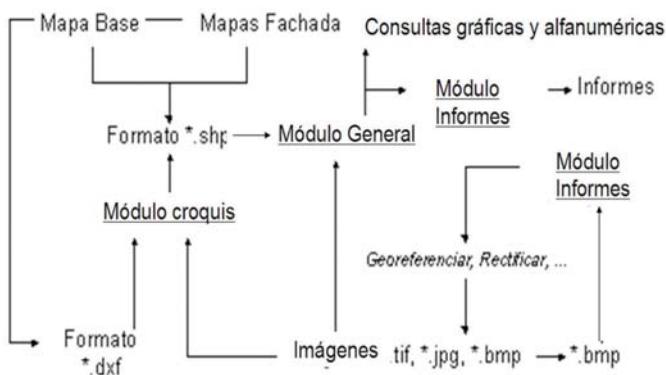


Figura 1: Esquema y relaciones de los módulos del SIA

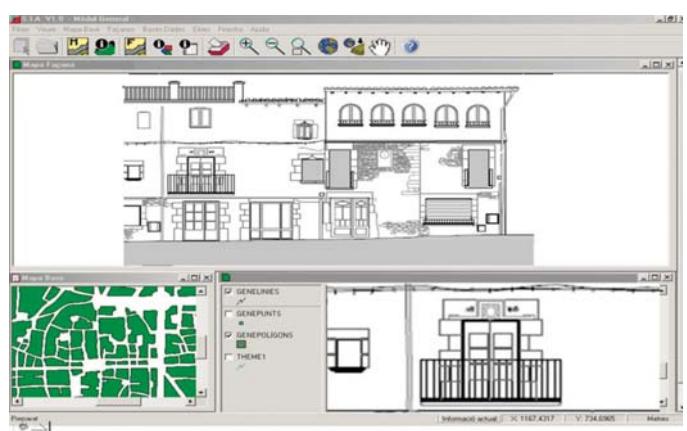


Figura 3: Módulo general. Ubicación, alzado y detalle

Levantamientos con láser escáner terrestre

Felipe Buill Pozuelo, M^a. Amparo Núñez Andrés

Felipe Buill es I.T en Topografía por la UPM y licenciado en geografía por la UB. Desde 1990 es profesor de la titulación de I.T. Topográfica en la EPSEB-UPC. Su actividad principal se enmarca en las técnicas fotogramétrica y topográfica.

M^a Amparo Núñez es I.T en Topografía e I. en Geodesia y Cartografía por la UPV y doctora por la UPC. Desde 1999 es profesora de la titulación de I.T. Topográfica en la EPSEB-UPC. Su actividad principal se enmarca en el ámbito de la cartografía y topografía.

Dirección postal:

Dr. Gregorio Marañón, 44-50.
08028-Barcelona.

Dirección de correo electrónico:

felipe.buil@upc.edu / m.amparo.nunez@upc.edu

Teléfono:

934 05 40 19

1. Introducción

La técnica de trabajo empleando láser escáner puede asimilarse en cierta forma a la metodología de trabajo de algunos equipos fotogramétricos digitales, puesto que es un sistema de medición que no necesita contacto directo con el modelo a levantar, además se realiza una captura masiva de puntos y, a diferencia del método tradicional utilizado en topografía y en fotogrametría analítica convencional, no es posible tener en cuenta los cambios bruscos de pendiente, las líneas características o de ruptura de los elementos a representar, los vacíos de información espacial,..., siendo sustituidos éstos por una nube de puntos muy densa que intenta extraer toda la información espacial del conjunto, de manera que una superficie con poco relieve tiene una separación de malla similar a la que tiene otra adyacente más quebrada. La falta de observación de las líneas características queda compensada, sin embargo, por la gran cantidad de puntos obtenidos, que pueden ser procesados posteriormente.

Los autores han realizado diversos trabajos relacionados con el patrimonio, tales como el levantamiento de la fachada del Nacimiento, parte de la escalera de la cripta y diversos elementos arquitectónicos, todos ellos en el Templo Expiatorio de la Sagrada Familia; el pórtico de la Catedral de Barcelona, la cara norte del acueducto de Les Ferreres o Puente del Diablo de Tarragona, la escultura Dona i Ocell de Miró en Barcelona... Abarcando un amplio periodo histórico en la zona de Cataluña.

Después de comprobar los resultados obtenidos, tanto en el barrido como en el procesado de la información gráfica, se han encontrado las siguientes ventajas:

- gran rapidez en la toma de datos, que obtiene una nube de puntos tridimensional muy densa y precisa
- calidad de los puntos obtenidos para cada estación de trabajo
- toma de datos sin perturbar el objeto de levantamiento

2. Instrumentación y metodología

El sistema láser escáner está compuesto por un láser y un escáner (con barrido horizontal y vertical). Utiliza las propiedades del láser de producir luz monocromática, coherente, intensa y sin dispersión; y un escáner para efectuar el barrido en líneas paralelas que completen la superficie a levantar. El láser escáner mide y guarda no sólo la distancia al objeto sino también el valor de la reflectancia.

La medida puede realizarse de dos modos diferentes, el conocido como "tiempo de vuelo" y los sistemas basados en la "triangulación óptica". A continuación pasamos a exponerlos brevemente (Buill et al., 2003):

- Tiempo de vuelo, consiste en medir la distancia a partir del tiempo que tarda un fotodiodo en emitir y detectar una luz láser, de forma similar al proceso que utilizan los distanciómetros electrónicos. Permiten obtener la situación de puntos en el espacio con una precisión alrededor de 5mm para distancias de 30m, y completan el barrido de un objeto de centenas de metros cuadrados de superficie en pocos minutos, capturando millones de puntos que definen ese objeto tridimensionalmente.
- Diferencia de fase. De funcionamiento similar al caso anterior.
- Triangulación óptica, se basa en el cálculo de las coordenadas espaciales a partir de la intersección directa (intersección de rectas) y es similar al caso estereofotogramétrico, con la diferencia de que en un extremo del sistema bicámbra se sitúa el diodo emisor (láser escáner) y en el otro extremo se sitúa el diodo receptor (cámara de vídeo CCD), por lo que necesita solamente una única cámara. En este caso, la rapidez del barrido depende del sensor CCD utilizado en la cámara de vídeo: lineal o superficial (*frame*) pudiendo llegar, como en el caso probado, a valores de pocos segundos en el barrido y captura de la información, consiguiendo resoluciones espaciales de 340.000 píxeles con precisiones estimadas alrededor de los 0,02mm para distancias de 2m.

En todos los casos, el láser escáner realiza un barrido de perfiles paralelos con una separación angular predefinida, capturando mediciones punto por punto, con una velocidad de captura de miles de puntos por segundo. Algunos modelos (figura 1) permiten la captura de series de mediciones para cada punto, efectuando de esta forma la media de cada una de ellas y mejorando considerablemente la medida final del punto. Las coordenadas de los puntos están referidas, inicialmente, a la posición del escáner en el momento del barrido y dependerá de la orientación y nivelación del sistema de coordenadas del láser escáner en ese momento.

En función del movimiento y de la posición que ocupa el sensor en el momento de la toma podemos clasificar los sistemas en estáticos y cinemáticos.

En el primero de ellos la forma de toma de datos es similar a la que se realiza con un taquímetro o estación total topográfica, el sensor es estacionado sobre un trípode o directamente sobre el suelo, con la diferencia de que el barrido es automático con un mismo valor de separación angular, y que no se necesita nivelar y orientar el aparato de captura, el cabezal del láser escáner terrestre. La fusión de varias

nubes de puntos, tomadas desde diferentes posiciones y orientaciones, se efectúa por identificación de puntos homólogos en las diversas nubes de datos, y se unen mediante transformaciones de semejanza espaciales. La orientación final del elemento se realiza mediante métodos indirectos a partir de la medida de coordenadas de diversos puntos identificables en las escenas. Los programas de cálculo de los que disponen estos sistemas permiten efectuar la correlación de puntos comunes de las diferentes nubes de puntos de forma semiautomática, así como su cálculo y fusión. De esta forma se pueden completar los vacíos dejados por elementos más cercanos al láser y que pueden ocultar información importante, como ocurre en el caso topográfico habitual.

Mediante el sistema cinemático es posible realizar la orientación directa de las observaciones del sistema láser de modo que se obtengan las coordenadas directamente, para ello es necesario que el sistema de captura láser escáner este integrado con un equipo que permita el posicionamiento en todo momento. Esto se consigue con la combinación de receptores GPS (Global Position System) con sistemas iniciales (INS). Todos estos elementos van integrados sobre una plataforma rígida, de la que se conoce la posición de cada elemento respecto a los demás de modo que, mediante los dispositivos de comunicación adecuados, se transmite la orientación obtenida mediante GPS e INS, o bien mediante dos antenas GPS al láser escáner. La sincronización se realiza mediante una entrada de las señales de tiempo (pps/pulso por segundo) generadas por los receptores GPS y mediante las señales generadas a su vez por el láser al inicio de cada línea barrida (Bosch et al., 2003).

Una vez realizada la toma se procede al postprocesado de la nube de puntos que permite segmentar la información, eliminar puntos utilizando variables estadísticas, clasificar los puntos por distancia (alejamiento), clasificar los puntos por reflectancia, definir primitivas para conjuntos de puntos, introducir filtros de alisamiento, etc. Con esta nube de puntos, ya depurada, se puede realizar el mallado consiguiendo una superficie del modelo tridimensional que permitirá diversos trabajos posteriores.

La posibilidad de definir primitivas tales como el plano, el cono, el cilindro, la esfera,..., permite sustituir cantidades ingentes de puntos por superficies definidas matemáticamente que permiten aligerar procesos posteriores a la hora de trabajar con mucha información. Naturalmente, en el proceso de filtrado o generalización existe un alisamiento de superficies que hay que tener en cuenta, pero que en muchas actividades son claramente asimilables.

Las posibilidades de filtrado de la información que permite el postproceso no es la única ventaja que presenta este tipo de sistemas de captura masiva de puntos. También se pueden efectuar presentaciones de los modelos en función de la reflectancia o de la distancia a la que se encuentra el modelo del láser escáner (figura 2). También se pueden capturar imágenes fotográficas digitales del elemento a levantar con la cámara fotográfica de la que suelen ir provistos, permitiendo realizar la superposición de imágenes fotográficas sobre el modelo mallado. De esta forma se consigue un modelo virtual tridimensional similar al objeto real, permitiendo tener una visión más parecida a la real. También se pueden conseguir de una manera rápida documentos métricos de elementos complejos tales como ortofotografías, al disponer del modelo tridimensional y de imágenes fotográficas.

Una de las aplicaciones más importantes que se pueden efectuar con estos sistemas es la llamada ingeniería inversa, que utiliza las nubes de

puntos capturadas con el escáner y herramientas informáticas como las comentadas anteriormente de sustitución de estas nubes de puntos por superficies definidas por diversas primitivas, para regenerar objetos y poder compararlos o definirlos matemáticamente. Las aplicaciones de detalle incluyen la realización de planos "as-built" (Runne et al., 2001)(Stephan et al., 2002), control dimensional industrial, control de calidad, inventario,...

3. Ejemplo

Se muestra uno de los ejemplos más significativos de la arquitectura románica en el Pirineo, el levantamiento de la Ermita de Sant Joan de Caselles (Canillo-Andorra). Se trata de una iglesia que presenta una sola nave rectangular con un ábside semicircular. En la parte norte de la nave se levanta el campanario de planta cuadrangular de estilo lombardo. Presenta tres niveles diferentes de ventanas. En la actualidad se comunica con el interior mediante un cuerpo rectangular, añadido posteriormente, puesto que originariamente el campanario era independiente a la ermita, la cual conserva en su interior la decoración románica original, combinando la pintura mural con un retablo del siglo XVI dedicado a San Juan Evangelista.

Para su levantamiento se empleó el sensor Riegl LMS-Z420i, realizándose siete tomas en el interior de la nave y diez en el exterior.

Para el registro de las nubes de puntos de las tomas interiores se colocaron dianas de diferentes tipos, ocho cilindros reflectantes y cuatro dianas circulares planas reflectantes. De estas señales, están presentes en todos los barridos realizados un mínimo de cuatro de modo que permitan calcular los parámetros de transformación entre los sistemas coordinados, utilizándose uno de los barridos como referencia al que llevar todos los demás (a esta operación se la denomina registro de las nubes de puntos).

Para el registro de las nubes de puntos obtenidas en los barridos exteriores se utilizaron las propias nubes para realizar el ajuste mediante un proceso iterativo empleando mínimos cuadrados (Gruen y Akca, 2005). El resultado final se georeferenció a partir de las coordenadas de alguno de los puntos obtenidas por topografía, de modo que tanto el levantamiento interior como el exterior se encontraran en el mismo sistema de referencia.

Tras la toma de cada nube de puntos el propio sistema realiza una cobertura fotográfica de 360°. A partir de las fotografías obtenidas se le puede dar color a cada uno de los puntos medidos (Ullrich et al., 2002), ver figuras 3 y 4.

Una vez registradas las nubes de puntos y mediante el tratamiento con el programa PointTools se procedió a la obtención de las secciones arquitectónicas (proceso posible al estar georeferenciadas las nubes de puntos), ver figura. Como las nubes de puntos disponen de geometría, valor de reflectividad y color la salida gráfica puede tener apariencia fotográfica en gris o color, a elección del usuario.

Esta documentación digital en formato ráster puede ser vectorizada utilizando cualquier programa de diseño.

4. Conclusiones

El número de sistemas láser escáner terrestre existentes en el mercado hoy en día permiten trabajar a muy corta distancia, de pocos decímetros o centímetros, y a distancias de centenares de metros e incluso kilómetros, a la vez que obtienen gran cantidad de puntos con una calidad elevada en las mediciones sobre el objeto.

Otra de las ventajas de estos sensores es la rapidez en la toma de datos,

con la posibilidad de trabajar con diferentes tamaños de malla que permiten *in situ* comprobar si la superficie está recogida de forma efectiva. Al igual que en el caso fotogramétrico todo el trabajo se realiza sin necesidad de perturbar el objeto del levantamiento, permitiendo también efectuar levantamientos completos al sumar las diferentes capturas parciales.

De la misma forma que en los casos de captura masiva de puntos (fundamentalmente fotogramétricos terrestres) está sufriendo una evolución hacia unas técnicas de tratamiento (filtrado, primitivas...) de estos datos espaciales (puntos), permitiendo aligerar el tamaño de los ficheros al sustituir éstos por superficies definidas analíticamente, fundamental en algunos casos industriales y arquitectónicos.

Se puede concluir diciendo que se está modificando la forma de efectuar los levantamientos tridimensionales, que acabarán pronto por imponerse a otras técnicas y sistemas por su calidad y rapidez.



Figura 1: Algunos modelos de láser escáner empleados.

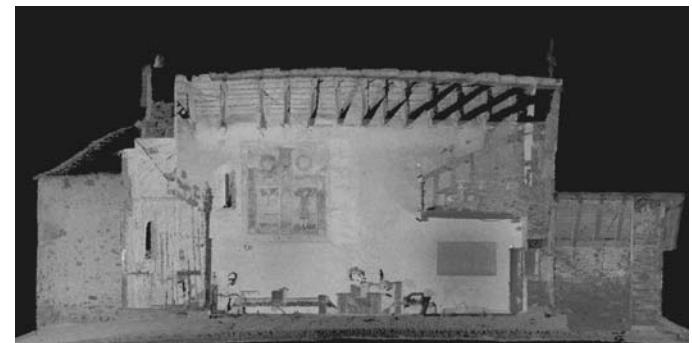


Figura 2: Representación de los puntos en función del valor de reflectividad obtenido.



Figura 3: Imagen fotográfica de la iglesia románica de Sant Joan de Caselles y nube de puntos resultado del escaneado.



Figura 4: Modelo sintético de la iglesia románica por coloración de la nube de puntos y salidas gráficas.

Caractérisation des matériaux et de l'altération des remparts pour une restauration adaptée : exemple d'une muraille du Contrefort de Hri Souani, Médina de Meknès, Maroc

Rabha Ajakane¹, Said Kamel¹, Rachida Mahjoubi¹, Jean Marc Vallet³, Philippe Bromblet³, Jean Dominique Meunier⁴ et Rachid Bouabid²

¹ Faculté des Sciences, Université Moulay Ismail, Meknès, Maroc , skamels@yahoo.fr, Tél. 212 61386693

² Ecole National de l'Agriculture, Meknès, Maroc

³ CICRP, Marseille, France

⁴ CEREGE, Aix en-Provence, France.

Résumé

Meknès est l'une des plus grandes villes impériales du Maroc qui retrace à travers ses monuments, l'histoire de la ville depuis sa fondation au IX^e siècle. Toute la Médina est clôturée par des remparts imposants sur plus de 40 km de long et ces murailles sont percées d'une vingtaine de portes monumentales. Ces remparts sont généralement dans un état déplorable, dont certains menacent en ruine. La dégradation des remparts est le résultat concomitant de divers facteurs environnementaux et anthropiques. Les altérations causées par les eaux néanmoins dominantes. Ainsi, les processus de dissolution-recristallisation ameublissent le pisé et causent la désagrégation du matériau.

Le matériau de base de construction des remparts de la Médina de Meknès est un pisé composé d'un mélange de terre caillouteuse carbonatée et parfois de chaux. L'étude des sols environnant montre que le matériel utilisé a été extrait des saprolites friables locales développées sur les calcaires lacustres plio-quaternaires.

Les restaurations entreprises, jusqu'à présent avec divers matériaux, se sont soldées par des échecs, d'où la nécessité de comprendre le problème et d'intervenir aussi sur les causes des dégradations. Ainsi, les préconisations doivent prendre en compte la compatibilité des matériaux à utiliser et proposer aussi des aménagements à la base des murailles pour assurer l'évacuation des eaux.

I – Introduction

Meknès est l'une des grandes villes impériales du Maroc fondée au IX^e siècle. En 1996, la Médina de Meknès a été classée par l'UNESCO comme patrimoine mondial de l'humanité. Toute la Médina est clôturée par des remparts imposants sur plus de 40 km de long et ces remparts sont percés d'une vingtaine de portes monumentales, dont la majorité est dotée de décors somptueux fortifiés de tours et de bastions. Cet héritage architectural connaît dans son état actuel des dégradations

alarmantes, en raison des différents paramètres qui sont liés à l'action anthropique, des infiltrations, des restaurations inadaptées, manque de conservation (Ajakane et al. 2003 ; Ajakane et al., 2004, Ajakane et al. 2005 a, Ajakane et al. 2005 b, Ajakane, 2006; Vallet et al., 2006).

L'objectif de ce travail est de caractériser le matériel de construction d'une muraille du centre la Médina de Meknès (Fig. 1) et de recenser les différents dommages observés. Ceci dans le but d'évaluer l'impact des divers facteurs d'altération sur la dégradation des constructions et de mieux comprendre le comportement des matériaux vis-à-vis de l'altération physico-chimique, afin d'aider au choix de matériaux compatibles avec le matériau d'origine et à la mise en œuvre de méthodes de restauration appropriées.

II - MATERIEL ET METHODES

Afin de caractériser le matériel de construction des murailles de la Médina de Meknès et de déterminer les altérations qui les affectent, plusieurs campagnes de terrains ont été réalisées. La ressemblance des matériaux de construction de ces murailles, nous a conduit à limiter notre travail à la muraille de Sidi Baba qui se situe à la périphérie Nord-Ouest de la ville de Meknès et à celle de Hri Souani qui se situe à environ 500 m au Sud du palais royal et de la place Mechouar. Les données de la muraille de sidi Baba, qui se situe au nord de la médina, ont été présentées sous forme d'article (Ajakane et al., 2005 a).

La présente étude porte sur une muraille de Hri Souani qui se situe, dans un autre contexte, au milieu de la Médina Impériale à environ 500 m au Sud du palais royal et de la place Mechouar. Elle est échantillonnée sur 3 mètres environ de hauteur (Fig. 2)

Les échantillons ont été analysés par différentes techniques : examen pétrographique au microscope polarisant complété par des observations et des microanalyses au microscope électronique à balayage de type Philips XL 30ENSEM équipé d'un système EDS, de l'université de Provence de Marseille Saint Charles, analyse minéralogique par diffraction des rayons X (DRX) avec un appareil de type Panalytical MPD XPert Pro de 40KV x 55mA à anode de Cu, analyses chimiques par ICP (Inductively coupled Plasma emission spectrometry) au laboratoire d'analyses chimiques du CEREGE d'Aix - Marseille.). Nous avons également dosés les carbonates par calcimétrie, les sels solubles par chromatographie ionique après une mise en solution normalisée selon la procédure décrite par la norme italienne DOC NORMAL - 13 / 83. Nous avons aussi procédé à la mesure de la porosité et de l'humidité par pycnomètre.

III - Résultats et discussions

Les murailles de la Médina de Meknès sont construites par coffrage traditionnel de pisé « terre crue » sur lequel est appliqué un enduit de finition.

1- Le pisé

Le matériel de construction de la muraille de Hri Souani est un pisé rose jaunâtre. Il est composé d'un mélange de terre plus ou moins caillouteuse et de chaux. A la base de la muraille, on remarque le développement en surface de dépôt de couleur jaune brun et de lichens donnant à la muraille une couleur plus sombre. Le matériel est riche en carbonates (50 à 64%) avec de fortes teneurs à la base et au sommet du profil (Fig. 3).

Sous le microscope photonique, le matériel montre plus de 80% d'éléments figurés qui se composent d'agrégrats de calcaire gréseux

fin, de calcaire fin, de calcaire cristallin, de grains de quartz de taille et de forme variables, de calcédoine et de bioclastes (gastéropodes). Ces éléments baignent dans une matrice micritique tachetée en noir et en brun rouge silto carbonée (Fig. 4).

L'étude minéralogique aux rayons X de la roche totale du pisé montre qu'il est riche en calcite et contient aussi du quartz et une faible proportion d'argiles. Cette phase argileuse et composée de kaolinites et de smectites. Cette dernière famille représente plus de 90% du cortège argileux (Fig. 5).

La composition chimique en éléments majeurs dans le profil de la muraille de Hri Souani montre des teneurs élevées en CaO (40%), SiO₂ (16%) et une perte au feu (LOI) élevée de l'ordre de 30% (fig. 6). L'évolution de ces éléments chimiques est marquée par de grandes fluctuations à 1m pour K₂O avec des teneurs maximales de 0,44% et entre 1 et 2m pour Na₂O avec une teneur de 0,65% (Fig. 6).

Ce matériel est poreux à la base du profil, moyennement poreux au milieu (entre 1m et 2m), et très poreux au-delà de 2 m (Fig. 7). Les observations au MEB montrent des signes de dissolution importante au sommet et à la base du profil (Fig. 8-2). Notons qu'à la base, une autre génération de calcites secondaires de forme rhomboédrique et fibreuse cristallise dans les pores (Fig. 8-1)

2 - L'enduit

Les murailles en pisé de la vieille ville de Meknès sont recouvertes d'un enduit brun à rougeâtre vraisemblablement appliqué à la construction au XVII^{ème} siècle. Il est disposé en forme d'écailles sur le pisé pour lisser et corriger les irrégularités du relief mais aussi pour protéger le pisé. L'enduit de la muraille de Hri Souani possède une épaisseur totale d'environ 10 mm. Il montre au MEB un aspect relativement massif, compact et cohérent. Il montre parfois des couches de calcite lamellaires micrométriques qui lui donnent un aspect fibreux en coupe transversale. L'enduit de la muraille de Sidi Baba voisine est composé de deux couches formées de la chaux adaptée à son support terieux (Bromblet et al., 2007).

A la base du profil, ces couches de calcites montrent des figures de dissolutions sous forme de cavités et de fissures, qui s'accompagnent d'un détachement des lamelles de calcite. Par endroit, la dissolution développe une structure vacuolaire et pulvérulente dans l'enduit, ce qui réduit son rôle protecteur. Par conséquent, les eaux météoriques peuvent alors provoquer, lorsqu'elles imbibent le pisé, d'importantes dilatations différentielles entre l'enduit et son support terieux, ce qui peut être à l'origine des nombreux décollements de différentes tailles qui affectent l'enduit sur toute la hauteur de la muraille, même au dessus de la frange capillaire.

IV. Dégradation de la muraille

La muraille de Heri-Swani est située au centre de la Médina impériale dans un endroit confiné et non ensoleillé. Elle présente différents types de dégradations. L'enduit est absent à la base de la muraille, mieux conservée et lavé avec des alvéoles sur 2 m de hauteur, il est recouvert par des lichens et montre des plages pulvérulentes sur le reste de la muraille.

Le pisé, présente différentes formes de dégradation selon sa position par rapport au sol : La base de la muraille, très largement colonisée par des végétaux, montre un changement d'aspect de surface. Au milieu, où l'enduit est absent, le pisé est relativement friable et peut être colonisé directement par les lichens. Au sommet de la muraille, le

recouvrement par les lichens est important avec développement de plantes supérieures sur le toit du mur. Ainsi, la transformation du pisé en sol est largement avancée occupé par une végétation herbacée et arbuste. Des arbres ont poussés entre les murailles et leur réseau racinaire s'est développé dans de larges fissures verticales. La façade NW de la muraille souffre d'une importante perte de matière.

Les résultats du dosage des sels solubles dans le pisé de la muraille de Heri-Swani, montrent que tous les échantillons dépassent largement le seuil limite qui est de l'ordre de 0,1 à 0,2% pour les chlorures et de 0,2% pour les nitrates. Alors que les teneurs en sulfates sont quant à elles, inférieures au seuil limite, qui est de l'ordre de 0,4% (Billault, 2004).

Ces teneurs en sels solubles varient selon un profil vertical. En effet, excepté la base et le sommet du profil, où les teneurs en sels sont relativement faibles, les plus importantes concentrations ont été relevées entre 0,5 et 2m de hauteur ; ainsi les teneurs en nitrates sont les plus élevées, et sont de l'ordre de 2 à 3%. En revanche les teneurs en chlorures sont faibles et relativement concentrés au milieu du profil (Fig. 9).

V - Origines des matériaux de constructions

Les teneurs élevées en carbonates (plus de 60%) des matériaux de constructions et la grande quantité de matière mobilisée pour éléver les remparts de 40km de la Médina de Meknès nous mènent à chercher l'origine de ce matériel dans les formations géologiques locales qui sont riche en calcaires lacustres (Fassi 1978, El Idrissi 1992). Ainsi nous avons prélevé un profil de près de cinq mètres d'épaisseur sur une tranchée à l'entrée ouest de l'autoroute vers Rabat. Il montre de la base vers le sommet : des calcaires massifs de couleur jaune clair compacts plus ou moins vacuolaires, la saprolite cohérente de 1,8 m d'épaisseur de couleurs rosâtre formée de blocs calcaires de dimension décimétrique, la saprolite friable de 1m d'épaisseur composé de calcaires blanc pulvérulent. L'ensemble du profil est couronné de croûte calcaire de 4 à 5 cm d'épaisseur surmontée d'un sol brun tacheté en blanc à la base. L'étude microfaciologique de la roche mère et de la saprolite cohérente montre qu'elles sont constituées essentiellement d'une matrice micritique avec moins de 2% d'éléments figurés de débris de coquilles et des grains de quartz. L'espace poral est plus moins important dans la saprolite cohérente que dans la roche mère. Les teneurs en carbonates de la saprolite cohérente sont de l'ordre de 80%. Ces caractéristiques rappellent les matériaux du pisé et laissent à penser que, l'altérite friable de ces calcaires lacustres a pu être exploitée pour les constructions en pisé de la Médina de Meknès.

VI- Dispositions

Les études entreprises sur la dégradation des remparts de la Médina de Meknès ont permis de montrer que l'eau est responsable du développement de la plupart des formes d'altérations de nature chimique (Ajakane et al., 2005b). L'eau chargée d'un mélange d'ions et de corps en solution qui attaquent les constructions par la dissolution et par les recristallisations.

A cet égard, plusieurs dispositions et restaurations peuvent être prises en compte pour assurer une bonne restauration et réduire la dégradation des matériaux :

- Etablir un bon cheminement des eaux, non seulement au niveau de l'édifice, mais également à ses alentours;
- évacuer l'eau de pluie battante qui s'accumule à la base des murs

en installant un système de drainage à la base des murailles. Dans le cas échéant, il faut donner une pente aux trottoirs avoisinants les constructions de telle sorte à « drainer » l'eau loin des murailles.

- permettre la libre circulation et l'évacuation de l'eau sur les surfaces des murs en éliminant les mousses, lichens et autres plantes.
- assurer l'entretien du rempart en :
- protégeant le sommet des murailles afin de minimiser l'action des eaux descendantes et l'eau d'infiltration (réfection des créneaux du rempart avec couverture en tuiles ou en feuille métallique (zinc, plomb...), canalisations cachées pour collecter les eaux et les évacuer par des descentes pluviales insérées dans la muraille...)
- réparant par colmatage les lacunes du pisé là où la dégradation est la plus avancée
- réparant régulièrement l'enduit protecteur du pisé sur les parois verticales

D'autres recommandations sont, de manière générale, envisageables :

- Eviter l'accrochage des réverbères, des panneaux et des files électriques et téléphoniques sur les murailles.
- Indiquer la hauteur des portes pour éviter le passage des engins qui détériorent les voûtes des portails.
- Développer l'arsenal juridique relatif à la protection du patrimoine architectural et s'efforcer de faire respecter la zone de servitude des monuments.

Enfin, il faut signaler que les interventions de restauration et d'entretien doivent se faire avec des matériaux préalablement testés dont on s'est assuré la bonne compatibilité avec le pisé et l'enduit originaux du rempart.

RÉFÉRENCES

- AJAKANE R., KAMEL S. ET VALLET J.M., 2003 : Données préliminaires sur l'études de la dégradation des murailles de la Médina de Meknès - 2^{ème} journées des Géosciences de l'environnement. Kénitra 13-14 juin 2003. p 326.
- AJAKANE R., KAMEL S., MAHJOUBI R., VALLET J.M., BROMBLET P., BOUABIB R., MEUNIER J.D., NOACK Y., BORSCHNEK T., GUILLAUD H., 2004 : Preliminary studies on the degradations of the medina's ramparts of Meknès (Morocco)- In Proceedings of the 10th international congres on deterioration and conservation of stone, Stockholm, Sweeden, org. by ICOMOS Sweden, edited by Daniel Kwiatkowski & Runo Löfvenahl, p. 809-815.
- AJAKANE R., KAMEL S., MAHJOUBI R., VALLET J.M., BROMBLET P., EL FALEH EL M., MEUNIER J.D., GUILLAUD H., 2005 a : Caractérisation des matériaux de construction des remparts de la Médina de Meknès (Cas du rempart de Sidi-Baba)- In Proceedings of: 2^{ème} échange transdisciplinaire sur la construction en terre. Les techniques monolithiques, pisé et bauge. Grandes ateliers de villefontaine. Isère (sous presse)
- AJAKANE R., KAMEL S., MAHJOUBI R., VALLET J.M., BROMBLET P., MEUNIER J.D., 2005 b : Impact de l'altération météorique sur les murailles de la Médina de Meknès (Maroc)- In Proceedings of: rencontre Internationale sur le Patrimoine Architectural Méditerranéen (RIPAM), Université Moulay Ismail, Meknès-ENSA. p 119.
- AJAKANE R., 2006 : caractérisation et diagnostic de la dégradation des matériaux de construction des monuments historiques : cas des remparts de la Médina de Meknès, Maroc. Thèse nationale, université Moulay ismail, Meknès, Maroc.
- BARRUCAND M., 1976 : L'architecture de la Qasba de Moulay Ismail à Meknès. Etude et travaux d'Archéologie marocaine. Vol. 6. 139 p
- BILLAULT V., 2004 : Etude d'enduits et dosages de sels solubles- rapport ERM (Poitiers). 50p.
- BROMBLET P., VALLET J.M., AJAKANE R., KAMEL S., MAHJOUBI R., MEUNIER J.D., 2007 : Caractérisation

des enduits dégradés des remparts de la Médina de Meknès (Maroc). In Proceedings of : Rencontre Internationale sur le Patrimoine Architectural Méditerranéen (RIPAM), Université Moulay Ismail, Meknès-Maroc.

EL IDRISI M., 1992 : Différenciations des sols du plateau de Meknès : relations avec le modèle et le substrat calcaire - Thèse d'état Université Pierre et Marie Curie. Paris VI. 328p

FASSI D., 1978 : Le Saïss de Meknès- Thèse de 3^{ème} cycle. Aix en provence, 327p

VALLET JM., KAMEL S., BROMBLET P., MEUNIER JD., MAHJOUBI R., AJAKANE R., BOUABIB R., NOAK Y., 2006 : Presentation of the historical buildings of Meknès (Morocco): from the alterations studies to a proposal of managements tools for restoration. In Proceedings of: 7th European Conference 'SAUVEUR' Safeguarded Cultural Heritage; Understanding & Viability for the Enlarged Europe, Prague.

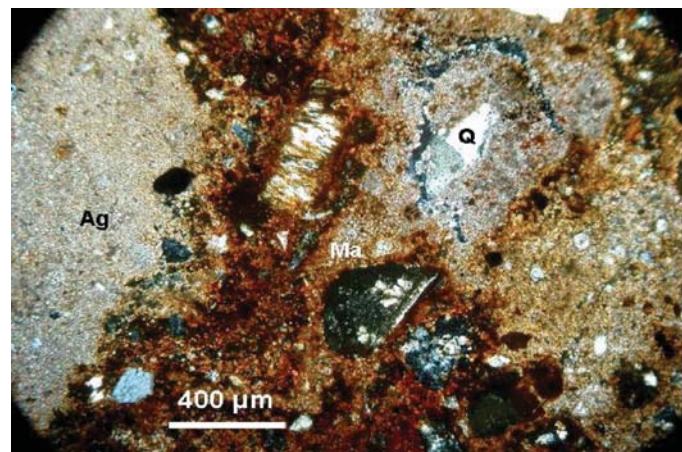


Fig. 4 : Microfacies du pisé de la muraille du contre-fort de Hri-Souani. Qz : Quartz, Ag : agrégat calcaire, Ma : matrice silto-carbonatée

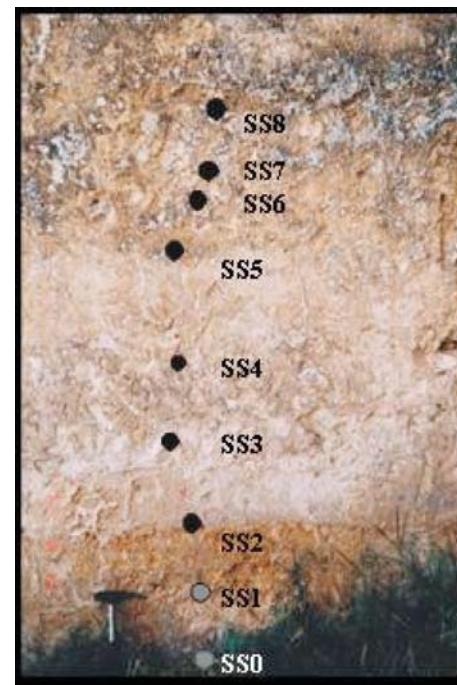


Fig. 2 : Détail du profil de la muraille du contre fort de Hri Souani (SS0 à SS8 : les échantillons prélevés de la base vers le sommet).

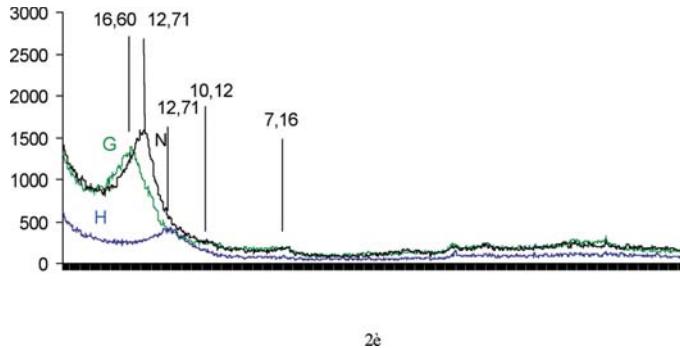


Fig. 5 : Exemple de diffractogramme de la fraction fine du pisé du contre fort de la muraille de Hri-Souani (N : normal, G : glycolé, H : hydrazine)

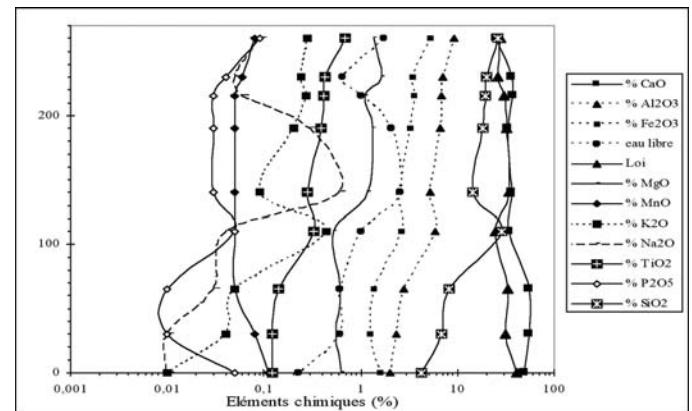


Fig. 6 : Evolution des éléments chimiques dans le pisé du contre fort de la muraille de Hri Souani.

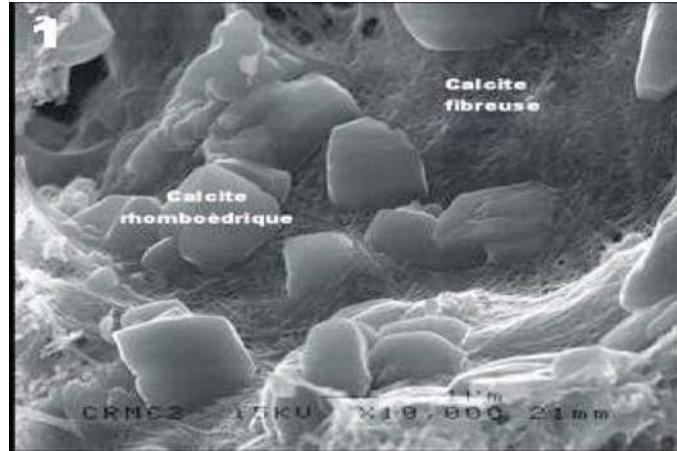


Fig. 8-1 : Quelques aspects micro-morphologiques du pisé du contre fort de la muraille de Hri Souani : Précipitation de la calcite rhomboédrique et fibreuse dans les pores

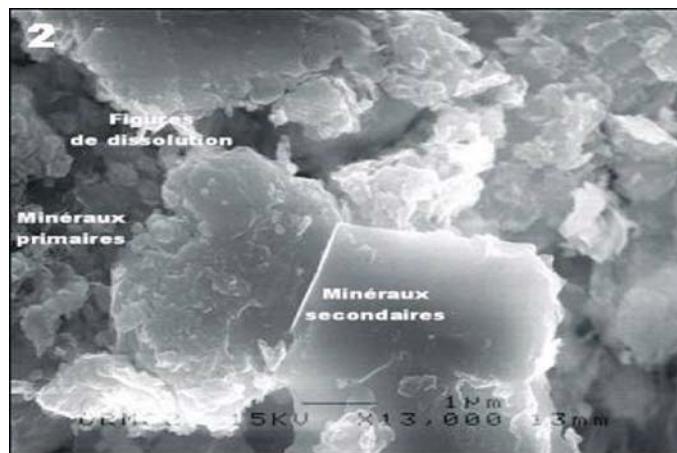


Fig. 8-2 : Quelques aspects micro-morphologiques du pisé du contre fort de la muraille de Hri Souani : Phénomènes de dissolution affectant les minéraux primaires et secondaires du pisé.

Los revestimientos de la casa popular: inspección, análisis y ensayos

Luis Ferre de Merlo y Servando Chinchón Yepes

- Doctor Arquitecto con actividad profesional desde 1972 en el ámbito de la edificación. Especialista en patología de la construcción. Profesor del Departamento de Construcciones Arquitectónicas de la Universidad de Alicante
- Doctor en Ciencias Geológicas. Profesor del Departamento de Construcciones Arquitectónicas de la Universidad de Alicante. Especialista en caracterización de materiales de construcción.

Dirección postal:

Campus de Sant Vicent del Raspeig.
Ap. Correus 99-E-03080 Alacant

Dirección de correo electrónico:

dcarq@ua.es

Teléfono:

965.903677

1. Introducción histórica

Casa de la Montaña: La Masía

1.1. Descripción

El mas, maso o heretat, se establece en la provincia de Alicante, preferentemente en tierras de secano en las comarcas de la Marina Baja, Valles de Alcoy y Foia de Castalla. Es una construcción del tipo básico (1) levantada en dos plantas y cambra, con corral y dependencias anexas adosadas a un lateral.

1.2. Construcción

Los muros son de mampostería ordinaria, sin enfocar las ubicadas en ladera, y enfoscadas en las ubicadas en llano, que en algún caso tienen las aristas de esquina, de fábrica de ladrillo macizo, así como las jambas de puertas y ventanas.

Las vigas que apoyan en los muros son de madera canteadas salvo en la cambra que se cubre con vigas más toscas o troncos. La tabiquería es de ladrillo macizo enlucido de yeso, y como pavimento piezas rectangulares de cerámica.

La cubierta es de teja curva sobre troncos inclinada a dos aguas que lleva clavada estera de cañizo, y que al interior queda enlucida de yeso; remata con un alero apoyando en varias hiladas de ladrillos macizos. Existen variantes con garitones angulares o un matacán sobre la puerta principal y recercado de huecos de sillería, y otra con una cerca de mampostería que rodea un patio con corral. En las de muros sin enfocar, los dinteles están resueltos con troncos y clavos para el agarre del enlucido; y para aliviarlos de peso se construyen arcos de descarga.

2. Inspección de los ejemplares y toma de muestras

Nuestro estudio se ha centrado en las comarcas del norte de la provincia de Alicante, a saber: La Marina Baixa y les Valls del Vinalopó

2.1. En el municipio de Castell de Guadalest, de la Marina Baixa, encontramos una masía construida en planta baja y cambra, que se puede datar de mediados del sXIX

cuyo estado de conservación es bueno, permaneciendo en uso hasta bien entrado el último tercio del sXX.

Sus muros son de mampostería ordinaria revestida; sólo aparece un recercado de cantería en forma de arco sobre la puerta principal de acceso a la vivienda.

Las muestras tomadas son del revestimiento del muro de fachada y del mortero de agarre de la mampostería del mismo (Figura 1).

2.2. En el municipio de Petrer, de les Valls del Vinalopó, encontramos otra masía construida en planta baja y planta alta; ésta se presenta subdividida en tres niveles, a saber: zona de cocina, zona de dormitorios y cambra. Se puede datar de principios del siglo XX, pero es probable que la zona más antigua, junto a los corrales hoy desaparecidos, pudiera ser anterior.

Los muros son de mampostería ordinaria revestida y en las esquinas presentan unos refuerzos de cantería que abarcan las dos plantas; también está recercado el rectángulo de la puerta de acceso.

Las muestras tomadas, para posterior identificación, corresponden, como en el caso anterior, al revestimiento del muro de fachada y al mortero de agarre de la mampostería (Figura 1).

3. Análisis de las muestras y resultados

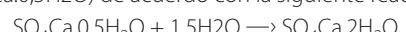
Las muestras correspondientes a los morteros de agarre se han triturado en un mortero de ágata y, posteriormente, se han analizado, mediante difracción de rayos X (DRX), en los Servicios Científico-Técnicos de la Universidad de Alicante. Las correspondientes a los revestimientos, se han analizado en el mismo equipo pero sin triturar.

En la Figura 2 están representados, superpuestos, los espectros de DRX del mortero de agarre y del revestimiento de la muestra de la Marina Baixa.

En la Figura 3, también superpuestos, están representados los espectros de DRX correspondientes al mortero de agarre y al revestimiento de la muestra de Valls del Vinalopó.

De la interpretación de los difractogramas se deducen los siguientes resultados:

- En ambos casos los revestimientos están constituidos por yeso mineral ($\text{SO}_4\text{Ca} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) formado a partir del yeso de construcción ($\text{SO}_4\text{Ca} \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$) de acuerdo con la siguiente reacción:



Es decir, que el proceso devuelve a la naturaleza el mineral que se ha sometido inicialmente a cocción en el horno.

- También la mineralogía de los morteros de agarre es similar: se trata de morteros de yeso y una pequeña cantidad de arena silícica (con cuarzo en el caso de la muestra de Valls del Vinalopó y cuarzo y feldespato en la de Marina Baixa).
- En el espectro de DRX correspondiente al mortero de agarre de Valls del Vinalopó se detecta una cierta cantidad de anhidrita (SO_4Ca), hecho al que haremos referencia en el apartado de discusión.

4.Discusión

4.1. Hay que hacer notar la coincidencia de resultados del análisis de las muestras en ambas masías, no obstante estar en comarcas diferentes y separadas unos 50km en línea recta.

4.2. El hecho de que, tanto el mortero de agarre como el revestimiento sean yeso, y no haya, por tanto, incompatibilidad de materiales, explicaría el buen estado de durabilidad de ambas construcciones.

4.3. La presencia de anhidrita en una de las muestras estaría relacionada con la fabricación tradicional del yeso. En el proceso industrial actual, la temperatura está muy controlada y no suele producirse la deshidratación total.

4.4. El mineral de yeso lo encontramos en la superficie del terreno de las dos comarcas alicantinas citadas: Marina Baixa y Valls del Vinalopó. La construcción de hornos de yeso en nuestra provincia fue una práctica que desde tiempo inmemorial ha caracterizado muchas zonas de la geografía local. Transcribimos parte de un texto (2) de Seijo que titula "Hornos de Yeso":

"Al viajar por la montaña alicantina, nos encontramos con pequeñas construcciones, abandonadas ya. Se trata de yeseras y caleras, donde antaño, se cocía la piedra. La Hoya de Castalla es pródiga en estos hornos que denominan "morunos", aún cuando, por cristianos fueron construidos.

La forma dada a un horno para cocer yeso puede verse en las ilustraciones correspondientes. Se trata de pequeñas construcciones circulares, muy rudimentarias, hechas de mampostería revocada. Para construirlas se aprovecha un desnivel del terreno; en la parte superior se levanta lo que pudiéramos llamar la caperuza, con una abertura a modo de puerta de medio punto; en la inferior, se abre un pequeño boquete por donde se encendía el fuego.

Las piedras eran colocadas en forma de cono, o sea, se hacía la primera hilada y, sobre ella, cerrándola un poco más, se ponía la segunda, y así sucesivamente hasta que se cerraba por completo. Terminada la bóveda se iba colocando más piedra, seguidamente se prendía fuego con matojos y leña de pino."

Finalmente hacemos referencia a una casa porticada en Altea, cuya configuración y época de construcción es similar a las masías analizadas, que menciona Miguel del Rey en su libro (3) Arquitectura Rural Valenciana, pags. 274 y 275, en que al describir la construcción de sus muros dice "...Muros amplios, de sección generosa, construidos con mampostería de piedra y argamasa de cal, revocados exteriormente y encalados, marcando como muy importante esta cultura de la cal, contraria a la del cemento."

Aparece por tanto, una diferencia en el uso de los conglomerantes: yeso, en las masías analizadas, y la cal en ésta que acabamos de mencionar, que responde básicamente en la oferta que la naturaleza hace en las diferentes zonas donde se construye la casa popular.

BIBLIOGRAFÍA

(1) Actas del 1º Congreso Nacional de Historia de la Construcción. Comunicación de Luis FERRE DE MERLO. Instituto Juan de Herrera. Madrid, 1996

(2) Arquitectura Rústica en la Región Valenciana. FRANCISCO SEJO ALONSO. Ediciones Seijo. Alicante, 1979

(3) Arquitectura Rural Valenciana. MIGUEL DEL REY AYNAT. Consellería de Cultura, Educación y Ciencia. Valencia, 1998



Figura 1

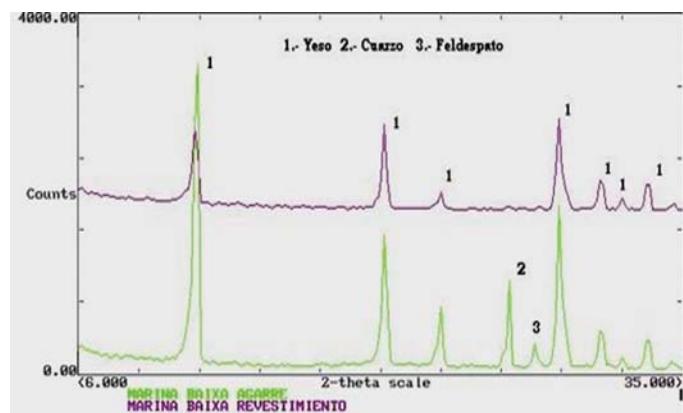


Figura 2

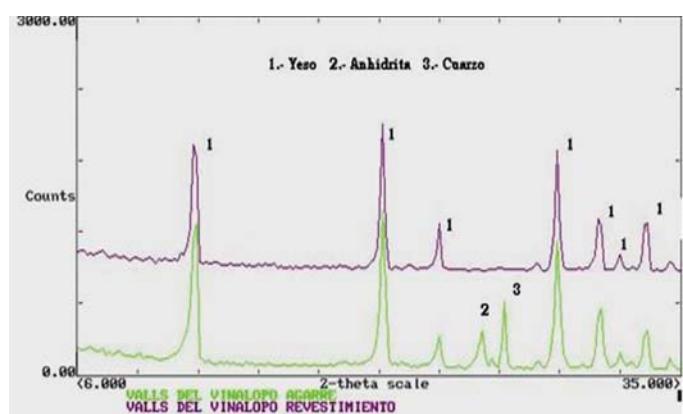


Figura 3

Analyse et caractérisation des matériaux de constructions anciens (Cas de Ksar Metlili)

Messaoud Hamiane

Je suis titulaire d'un doctorat d'état ès sciences techniques en 1994, de l'Académie des mines et métallurgie de Cracovie (Pologne). J'ai le grade de maître de conférences et j'enseigne à l'Université de Boumerdes (Département Génie des Matériaux) et à l'Université d'Alger (Institut d'Archéologie). Je suis membre du comité d'expert en Patrimoine Culturel au sein du Ministère de la Culture Algérie. J'ai participé à plusieurs séminaires nationaux et internationaux dans le domaine des matériaux nouveaux et anciens. J'ai plusieurs publications et je suis coordinateur de plusieurs projets nationaux et internationaux. Je suis membre d'un comité national de pilotage d'un projet (TICE) et membre d'un comité national de l'enseignement virtuel. Je maîtrise le Français, l'Arabe, l'Anglais, le Polonais. J'ai encadré plusieurs mémoires et thèses (Techniciens, Licences, Ingénieurs, Magistères et Doctorats).

Adresse postale:

BP 38 F Frantz Fanon 35000 Boumerdes .Algérie

Adresse courrier électronique:

mess_h@yahoo.fr

Téléphone:

00 213 24 81 54 49

Fax :

00 213 24 81 54 49

Portable :

071 18 05 80

1. Préambule

La tribu « châambas », est considérée comme la première à avoir habité la région et d'être à l'origine de construction de la ville de Metlili (Ghardaïa). La divergence reste posée quant à l'origine historique de « Châamba ». A Cauneilles, précise que leur origine est berber, descendant de la tribu « ouled medhi »¹. Par contre Yves Regnies, précise qu'elles sont originaires des tribus arabes « Beni Hilal », qui ont envahi la région au dixième siècle². Le palais (ksar Metlili) est considéré comme la première bâti de la ville, construit par les Châambas au environ de 1156. La première partie construite est la mosquée au point le plus élevé surmonté par le Minaret et entouré par des maisons planent la forme circulaire et ascendante de la cité M'zabe, se terminant par la présence d'un marché à proximité de la limite de la cité avec des espaces jardins. Le palais (Ksar Metlili), se trouve au nord de la ville avec une superficie de 5.8 ha, limité par les montagnes rocheuses au nord et à l'est, par la route nationale à l'ouest et par oued Metlili au sud. Un schéma du plan de palais est donné par la figure 1

2. Introduction

L'usage des matériaux de construction est limité par le vieillissement et les paramètres de dégradations. L'influence de l'humidité, de la température et d'autres paramètres naturelles additionnées à la nature de la composition chimiques et les caractéristiques physico-chimiques et mécaniques, le milieu d'usage et le facteur temps, affaiblit les matériaux par une dégradation progressive ^{3,4}. Tous les matériaux céramiques après leurs calcinations au rouge peuvent adsorber de l'humidité environnante, cette adsorption augmente avec l'augmentation de la concentration de l'humidité et de la porosité ouverte du matériaux ^{5, 6,7}, et par conséquent influent sur la détérioration du matériaux⁸. Des richesses archéologiques inestimables existent à différentes régions d'Algérie. Ce dernier subit chaque jour les dégradations de notre environnement, alors que les actions pour sauvegarder ce patrimoine restent au dessous des espérances et des nécessités fondamentales. L'étude de ces problèmes fait appel à des techniques particulières de diagnostic des structures et des aspects peu connus des caractéristiques physico- chimiques des matériaux composants les murs des monuments et leurs altérations. Ksar Metlili est l'un de ces monuments qui porte des valeurs historiques, architecturale et artistiques d'une grande importance. Dissiper le voile qui cache des curiosités et des problématiques ainsi que son état de dégradation avancé a été l'objectif principal de cette approche d'étude. Pour remédier à ces problèmes et proposer des solutions adéquates et compatibles avec l'environnement des matériaux, on a réalisé le travail suivant :

- Détermination de la composition minéralogique des matériaux composant les murs du ksar metlili..
- Détermination de certaines propriétés des matériaux
- Diagnostic de l'état de dégradation
- Relations entre paramètres de dégradations et nature des matériaux

3. Expérimentation

Le travail a fait l'objet des actions suivantes :

- Prélèvement de différents matériaux qui composent le ksar .Trois types d'échantillons ont été prélevés des façades des murs du ksar à savoir l'échantillon (I) représente l'enduit à la chaux, l'échantillon (II), représente le mortier de Temchent et l'échantillon (III), représente la matière première Temchent utilisées en grande partie dans le ksar.
- Diagnostic des facteurs externes responsables de l'état de dégradation.
- Analyse minéralogique de ces échantillons
- Caractéristiques physico- chimiques méthode analytique (classique) et méthode technique avec une grande précision..

L'analyse minéralogique est réalisée par un diffractomètre RX de type « Philips XPERT-PRO » et les caractéristiques physico-chimiques par le moyen d'Accoupcy 1330 et Géopyc 1360, réalisés au niveau du laboratoires des matériaux et céramique de l'université des mines et métallurgie de Cracovie en Pologne. D'autres analyses classiques à titre complémentaire et comparatif ont été réalisés au labo de département génie des matériaux de l'université de boumerdes en algérie.

4. Résultats d'analyse

4.1-Déscription des matériaux de ksar metlili

Les différents matériaux composants les façades des murs de ksar Metlili, sont diversifiés, on cite : les différents pierres (calcaires, sableuses et temchent), l'argile, l'enduit, le mortier et le bois du palmier. Les figures (1, 2,3), montrent respectivement une vue générale du ksar, vue intérieur et les différents matériaux.

- La pierre : C'est le matériaux principal qui compose les murs et la clôture du ksar. On identifie quatre type de pierres dans le ksar : calcaire, gypse, et sableuse.
- La pierre calcaire : la région possède plusieurs endroits riches en calcaires (CaCO_3) la région de (Noumrette) est considéré parmi les carrières de calcium le plus important de la région
- Le gypse, se trouve en quantité importante dans la région, il est appelé localement le « Temchent », très utilisé dans le ksar
- Le grès est une roche métamorphique ayant des couleurs différentes, son usage est très limité, c'est une pierre de forte résistance, volumineuse difficile à tailler.
- L'argile qui a trouvé un usage très large dans la fabrication du « Toub » et le mortier utilisé généralement entre les pierres de constructions et l'isolation du plafond.

4.2-Les paramètres de dégradation

Les paramètres de dégradations sont divers et s'influencent mutuellement, on cite :

- L'humidité issue des canalisations sanitaires
- L'humidité des eaux souterraines (effets capillarités) et eau de pluie
- La différence de température entre jour et nuit, l'hiver et l'été.
- Microorganismes et plantes
- Effet mécanique des courants du vent et grains de sables
- Les sels dissous
- Les paramètres humains et mauvaises restaurations
- Nature des matériaux utilisés, choix et dosage
- Caractéristiques des matériaux (compositions, porosité, absorption, résistance)

La figure 4, montre l'effet de l'humidité sur les matériaux composant les murs

4.3-Analyse Minéralogique

Les résultats d'analyse de la composition minéralogique (M), réalisés par le diffractomètre RX, de type « Philips XPERT-PRO », sont donnés par les figures (5, 6,7)

4.4-Caractéristiques physiques

Ces analyses ont été réalisées par deux méthodes différentes, par des moyens d'investigations d'une précision de 10^{-4} (Accopyc 1330 et Géopyc 1360) et la méthode analytique . Les résultats d'analyse sont donnés respectivement par le tableau 1 et 2

5-Interprétation des résultats

On remarque la concordance entre les résultats d'analyse par la méthode des techniques modernes d'une précision de 10^{-4} et ceux réalisés par la méthode analytique (classique), à l'exception de la valeur

Tableau N° 1 Résultat d'Analyse Physique (Méthode Moderne)

Echantillon Caractéristiques	(I)	(II)	(III)
Masse Spécifique (g/cm^3)	± 2.6961 0.0008	2.5729 0.0015	± 2.3806 0.0009
Masse Volumique (g/cm^3)	± 1.8559 0.0071	1.4336 0.0032	± 2.2877 0.0096
Volume de Pores (cm^3)	0.1680	0.3128	0.0081
Porosité Ouverte (%)	31.2	44.9	0
Porosité Fermé (%)	0	0	2.0
Porosité Total (%)	31.2	44.9	2.0

Tableau N° 2 Caractéristique Physique (Méthode Classique)

Echantillon Caractéristiques	(I)	(II)	(III)
Masse Spécifique (g/cm^3)	2.620 2.320 2.420 2.450	2.770 2.410 2.390 2.520	2.270 2.380 2.280 3.310
Masse Volumique (g/cm^3)	1.674 1.460 1.440 1.520	1.440 1.260 1.400 1.360	1.690 1.720 1.820 1.740
Porosité Ouverte (%)	34.400	44.120	0.020
Absorption d'Eau (%)	14.010 12.840 15.940 14.260	19.620 17.110 24.390 20.370	0.550 0.740 1.720 1.003

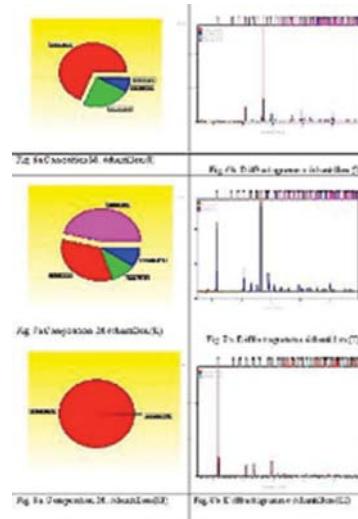
de masse volumique de l'échantillon (III), qui peut être du à une erreur de manipulation ou de calcul. Les résultats physiques confirment celles obtenus par diffractométrie RX.

L'échantillon (III), qui représente la matière première utilisée dans la composition de Temchent, caractérise la roche de gypse avec 99.5% de gypse. Par contre l'échantillon (II), qui rentre dans la composition du mortier, contient du plâtre qui peut facilement s'hydrater en absorbant de l'eau pour se transformer en gypse. Cet échantillon contient 46% du gypse, 9.7% de plâtre ,34% de quartz et 10.3% de calcite et une porosité de l'ordre de 44% et une absorption d'eau de l'ordre de 20%, ce qui peut mener à une dilatation à l'humidité et formation des hydrates et par conséquent une dégradation progressive de ce mortier. L'échantillon N° (I), représente l'enduit de chaux contenant un pourcentage important de sable quartzeux de l'ordre de 68.9% et du calcite à 22.94 %, par contre il contient 0.94% de gypse et 7.3% de dolomie. La porosité ouverte est de 31.2% avec une absorption d'eau de 14.26%, ce qui lui donne une meilleur résistance contre l'humidité et l'érosion (grain de sable, vent et pluie), c'est la raison pour laquelle est utilisé comme

enduit externe pour les façades des murs ou l'absorption d'eau est diminuée et par conséquent limiter le gonflement et la dilatation ce qui permet de mieux préserver les façades des murs du ksar à court et moyen terme.

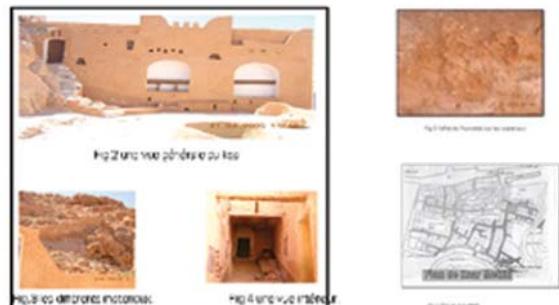
6-Conclusions

- La majorité des matériaux de constructions dans le ksar sont d'origines locales à savoir : Timchent, pierre calcaire, sable et argile
- La matière première la plus utilisée dans la composition des mortiers et des enduits est le Timchent.
- Les façades des murs du ksar ayant une dégradation avancée sont celles qui portent des matériaux d'une porosité ouverte élevée et une composition minéralogique apte à absorber de l'eau comme le plâtre
- Parmi les facteurs responsables de la dégradation de ces matériaux, on cite l'humidité issue des canalisations sanitaires du à un assainissement désordonné autour du ksar, ainsi que la différence de température entre jour et nuit et entre hiver et été.
- Les facteurs internes responsables de la dégradation sont la porosité ouverte importante (44.9%) et la présence de plâtre qui peut réagir facilement en présence de l'eau



BILIOGRAPHIE

1. A.CAUNEILLE, Les Chaâmbas, leur nomadisme, Edition CNRS, Paris1968, P155.
2. YVE REGNIES: Les files de Thèmeur, Paris1923, P14.
3. M.HAMIANE, A.KIELSKI, bulletin céramique polonais No4 p197
4. M.HAMIANE, P.IZAK, bulletin céramique polonais No4 p201
5. S.BADJADJIEVA, J.PAWLAWA, interbrik 1989.5 (3) p126
6. M.HAMIANE,A.BRAHIMI,ProcedingVI séminaire International forum UNESCO p105
7. M.HAMIANE,A.BOUKHAN,ProcedingVI séminaire International forum UNESCOp105
8. M.HAMIANE procedingVséminaire des archéologues A tomIII P13



Piedra de calar de la Fatarella, entre el conocimiento popular y la caracterización científica

Alexandra Descarrega¹, Joan Ramon Rosell², Antonia Navarro³

- ¹ Arquitecta técnica. Investigadora de la Fundació El Solà (La Fatarella)
² Arquitecto técnico e Ingeniero en Organización Industrial. Profesor y Director de proyectos del Laboratorio de Materiales de l'EPSEB. UPC
³ Geóloga. Técnica del Laboratorio de Materiales de l'EPSEB. UPC

Dirección postal:

Laboratori de Materials de l'EPSEB. UPC
Avda. Gregorio Marañón, 44-50. 08028 Barcelona

Dirección de correo electrónico:

laboratori.materials@upc.edu

Teléfono:

934016234

Resumen

La piedra de la Fatarella es una roca carbonatada, gris y masiva, que procede de los afloramientos localizados en el sector de la Fatarella, un municipio situado al noreste de la comarca de la Terra Alta, dentro de la Cuenca del Ebro, en Cataluña. Se conoce con el nombre popular de piedra de calar y en el campo aflora en filones paralelos, como mucho de 40 cm de espesor de beta.

La arquitectura tradicional urbana en los últimos años del siglo XX ha sufrido un cambio valorativo muy positivo, (unos años caracterizados por un giro a la sostenibilidad, de toma de conciencia, de un cambio de mentalidad que genera la revalorización de la tradición y de las raíces). Estos cambios de mentalidad trasladan las expectativas económicas al campo de la restauración, rehabilitación i del mantenimiento.

A menor escala, la Fatarella, poniendo como punto de partida el IV Congreso Internacional de la Piedra en Seco, es un claro ejemplo de este fenómeno.

Desde sus inicios, el trabajo en piedra seca ha dependido de la experiencia del trabajador para la selección de las mejores piedras para una óptima construcción. Este hecho, aún vigente, resulta extraño desde el punto de vista del "mundo científico" regido por parámetros y ecuaciones.

El presente trabajo recoge el conocimiento popular, analiza la piedra desde un punto de vista científico y correlaciona las dos familias de información para terminar asignando valores de referencia a las apreciaciones organolépticas tradicionales.

1. Antecedentes

La Fatarella pertenece a la comarca de la Terra Alta, donde ocupa su extremo norte-oriental. La comarca de la Terra Alta limita con las

comarcas de la Ribera d'Ebre, Baix Ebre y la comarca del Matarraña. Todas ellas, junto con la comarca de la Ribera d'Ebre, Baix Ebre y del Montsià, forman parte de la región geográfica de las Tierras del Ebro. Desde el punto de vista geográfico el territorio se localiza en pleno dominio de la Cadena Costero Catalana. Es un área extensa donde domina y preside este sistema montañoso, que se extiende paralelamente al frente litoral y que se encuentra estructurado por elevaciones medianas y bajas.

La arquitectura tradicional, desde siempre ha tenido dos vertientes claramente diferenciadas, la rural y la urbana. En los últimos años del siglo XX, unos años caracterizados por el llamamiento hacia la sostenibilidad, de un cambio de mentalidad que ha generado la revalorización de la tradición, ha sufrido un cambio valorativo muy positivo.

Estos cambios de mentalidad trasladan las expectativas económicas al campo de la restauración, rehabilitación y mantenimiento.

A más pequeña escala, la Fatarella es un ejemplo claro de este fenómeno, a partir del año 1988 con el primer Congreso Internacional de la Piedra en Seco en Barcelona.

La Fatarella desde siempre ha mostrado interés hacia este tipo de construcción vernacular y ha sido pionera en la comarca en la implantación de esta técnica en la moderna obra pública.

Por este motivo es de interés hacer un estudio científico riguroso de la piedra de la zona, cotejándolo con el conocimiento popular, conocimiento del que disponen los constructores especializados en la técnica de la piedra seca, a la hora de escoger el material según su posterior puesta en obra.

Es un estudio capital para avanzar en esta vertiente y hacer de esta construcción una opción fundamentada desde sus raíces hasta la cara más visible, las construcciones.

2. . Caracterización

Para caracterizar esta roca se ha hecho un estudio geológico, petrofísico, y se ha envejecido aceleradamente.

2.1. Caracterización geológica

La zona de estudio se encuentra situada dentro de la Cuenca del Ebro. El llenado de la Cuenca del Ebro se inició a finales del Cretáceo superior, y duró hasta mediados del Mioceno.

En el área de estudio se encuentran sucesiones sedimentarias lacustres, formadas por una alternancia de rocas calcáreas, areniscas y arcillas.

Atendiendo a la experiencia de los constructores en piedra seca, se han seleccionado cuatro tipos de roca. En el siguiente gráfico se detallan las áreas de extracción.

Geológicamente, los cuatro tipos de roca seleccionados son rocas calcáreas, diferenciadas entre sí por su lugar de deposición, y en consecuencia por las discontinuidades presentes a escala de muestra de mano (calizas masivas, con laminación milimétrica o centimétrica, y/o presencia de materia orgánica). En general se presentan en niveles muy compactos, tabulares, de espesor decimétrico y extensión grande (kilómetros).

Tipos G y M: Son calizas micríticas (tamaño de grano muy fino) sin laminación aparente. Su coloración es gris claro.

El tipo G tiene óxidos de hierro y pequeños niveles lenticulares más arcillosos. También tiene una pequeña cantidad de materia orgánica (caliza fétida). El tipo M es la más masiva, sin que se aprecie ninguna discontinuidad ni cambio de material.

Tipos H y P: Son calizas micríticas con laminación milimétrica paralela. La laminación viene marcada por una alternancia de restos vegetales fosilizados con zonas más micríticas y sin tantos restos de fósiles. Su coloración es más marronosa. El tipo P es el que presenta mayor concentración de restos de materia orgánica, y una laminación más marcada.

2.2. Caracterización petrofísica

A partir de las muestras representativas extraídas de las cuatro variedades de roca estudiadas, se ha realizado el correspondiente estudio experimental para su caracterización petrofísica. En la siguiente tabla se recogen los resultados de algunas propiedades físicas.

TIPOS	ρ_o	n_o	$\delta_{standard}$	W_s	c.A.C.	S_e	C_e	Kv'	Rc	R _f
G	2.82	10.36	3,47	4.39	0.81	4.35	12.83	20.41	63.94	18.38
M	2.71	16.95	4,04	7.62	2.39	3.13	11.78	77.45	67.88	15.16
H	2.82	10.80	3,38	4.59	1.21	0.82	17.93	12.87	66.78	15.52
P	2.89	5.59	2,38	2.28	0.25	3.49	22.38	38.93	61.02	19.38

ρ_o : densidad aparente (kg/dm^3); n_o : porosidad abierta (%); W_s : contenido de agua en saturación (%); c.A.C.: coeficiente de capilaridad ($\text{Kg}/\text{m}^2\text{h}^{1/2}$); S_e : Grado de saturación final tras la desorción (%); C_e : coeficiente de evaporación inicial (%/h); Kv' : coeficiente de permeabilidad al vapor de agua ($\text{gr}/(\text{m}^2 \cdot 24\text{h})$); Rc: resistencia a la compresión uniaxial (MPa); R_f: resistencia a la flexotensión (MPa).

También se han realizado estudios preliminares de la respuesta sonora como consecuencia de impactos en los cuatro tipos de piedra estudiados.

En un análisis en frecuencias en el rango de sonidos graves (frecuencias bajas de 25 a 80 Hz), se perciben claras diferencias, especialmente entre el tipo P y el M, siendo el primero el más grave y el segundo el más agudo. En el siguiente gráfico se representan los cuatro registros, en las bandas de menor frecuencia.

2.3. Envejecimiento artificial

Se ha realizado el envejecimiento artificial acelerado de los cuatro tipos de roca, a partir de la cristalización de sales (sulfato sódico) y se ha estudiado la variación que generan estos agentes alterológicos sobre las propiedades físicas de los cuatro tipos de roca.

En la siguiente tabla se recoge la variación de las propiedades físicas, así como la variación de masa de las probetas tras el envejecimiento.

Cristalización de sales (sulfato sódico)

TIPOS	ρ_o	n_o	W_s	Rc	Δm	ρ_o	n_o	W_s	Rc
G	2.40	7.32	3.06	63.94	1.30	2.42	9.02	3.74	65.84
M	2.71	13.53	5.95	67.88	1.89	2.27	13.58	6.01	43.94
H	2.42	7.62	3.15	66.78	1.46	2.43	8.53	3.51	54.78
P	2.47	2.90	1.18	61.02	0.43	2.54	4.88	1.92	66.77

ρ_o : densidad aparente (kg/dm^3); n_o : porosidad abierta (%); W_s : contenido de agua en saturación (%); Δm : variación de masa tras el envejecimiento (%); Rc: resistencia a la compresión uniaxial (MPa);

■ Valores antes del envejecimiento

■ Valores después del envejecimiento

3. Correlación entre el conocimiento popular y el conocimiento científico

A partir del trabajo de campo realizado, entrevistando diferentes personas conocedoras (desde largas tradiciones profesionales, personales y familiares) de las características de los distintos tipos de

TIPO G

Del conocimiento popular	Del conocimiento científico
<ul style="list-style-type: none"> Piedra poco viva. Sonido más bueno que en los tipos M y H, pero más malo que el del tipo P. Coloración rojiza Tapas más bueno que en el resto de tipos; son capas orgánicas. Piedra mezclada con capas horizontales de arena. Fácil de romper en la dirección de los estratos de sedimentación. Utilización: arcos, embaldosados. Nunca en dinteles. 	<ul style="list-style-type: none"> Tanto la porosidad como la densidad son intermedias. Contiene óxidos de hierro que al oxidarse dan esta coloración. La separación entre estratos es gradual, y con materia orgánica. La colmatación de cada secuencia se da con aportes de arenas. Posee mayor resistencia a flexión que los tipos M y H.

TIPO M

Del conocimiento popular	Del conocimiento científico
<ul style="list-style-type: none"> Es la roca menos viva de los cuatro tipos. Sonido no muy bueno ya que es una piedra bastante <i>fofa</i>. Coloración clara y textura rugosa, con bandas grisáceas y negruzcas. Esta piedra no siempre obedece a las manos del constructor. Utilización: márgenes, escaleras, elementos rústicos sin necesidad de hacer un trabajo fino. 	<ul style="list-style-type: none"> Es la roca más porosa y menos densa. Los estratos son masivos, sin que haya discontinuidades. Entre cada estrato suele haber niveles con materia orgánica. Posee la mayor resistencia a compresión y la menor resistencia a tracción, de entre las del grupo.

TIPO H

Del conocimiento popular	Del conocimiento científico
<ul style="list-style-type: none"> Piedra poco viva, presentada en estratos de bastante grueso. Sonido bastante malo. Coloración clara a la extracción, luego adquiere una coloración anaranjada. El tapas se encuentra en algunos estratos, pero no en todos. Es de buen trabajar Utilización: márgenes, y elementos bastos, donde no haya necesidad de hacer aristas. 	<ul style="list-style-type: none"> Tanto la porosidad como la densidad son intermedias. Contiene restos vegetales que pueden dar la coloración anaranjada. La separación entre estratos es muy clara, y cada nivel tiene un principio y fin muy marcado. Posee elevada resistencia a flexión, aunque baja resistencia a compresión, de entre las del grupo estudiado.

TIPO P

Del conocimiento popular	Del conocimiento científico
<ul style="list-style-type: none"> Piedra muy viva, presentada en losas delgadas. Es la más viva de los cuatro tipos. Sonido muy bueno, canta mucho. Muy poco tapas. Salen algunas capas negras, que son las piedras malas. Coloración blanquecina. Tiene una labra muy buena, en general siempre obedece las manos del trabajador. Utilización: arcos, dinteles, y jambas. 	<ul style="list-style-type: none"> Es la roca menos porosa y más densa. La separación entre estratos es muy clara, y cada nivel tiene un principio y fin muy marcado. Entre ellos existen niveles con más contenido de materia orgánica. No contiene óxidos de hierro que le generen un cambio de color con el paso del tiempo. La laminación propia de la roca ayuda a su talla. Posee elevada resistencia a flexión, aunque baja resistencia a compresión.

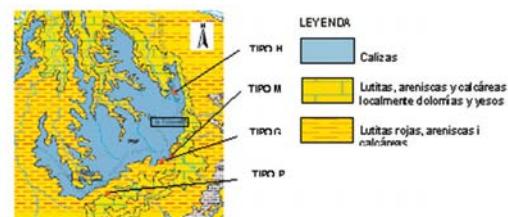
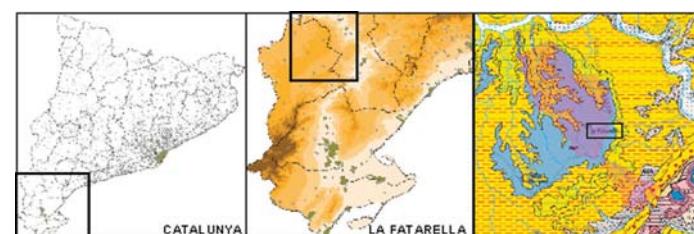
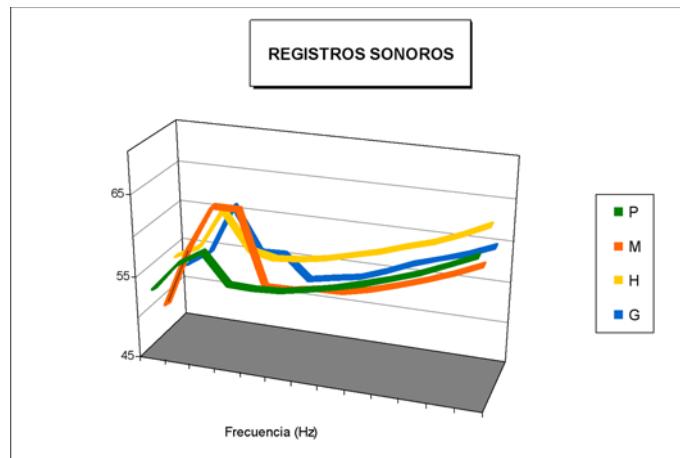
piedras, se relaciona el conocimiento popular con los datos obtenidos en los estudios realizados en laboratorio.

4. CONCLUSIONES

Como se ha podido comprobar, las correlaciones entre el conocimiento popular y las características geológicas son lógicas y explicables en su mayoría.

Aunque los cuatro tipos de roca no tienen características físicas destacables como material de construcción, comparándolas con las existentes en el mercado, si se escoge su colocación en función de sus propiedades, su funcionamiento constructivo llega a ser correcto.

El envejecimiento artificial acelerado ensayado de estas rocas, nos indica que no se alteran excesivamente, tal y como se puede comprobar en la realidad, en los edificios construidos.



Utilización para margeón, Tipos M y H



Utilización para construir un arco, Tipos G y P

Conservation of the traditional architecture: a case study from the village of Samad/Jordan

Ziad Al-Saad and Asma Khalili

- Ziad Al-SAAD is the Dean of the faculty of Archaeology and Anthropology at Yarmouk University. He is a professor of cultural heritage conservation and management. He finished his PhD in conservation and analysis of archaeological materials from University College London, U.K.
- Al-SAAD has been involved establishing teaching and training programs in the field of conservation and cultural resources management at Yarmouk University. He also established a specialized laboratories for conservation, dating and analysis of cultural materials.

Address:

Faculty of archaeology, Yarmouk University, Jordan

E-mail address:

zalsaad@yu.edu.jo

Telephone:

00962-2-7211111

Introduction

Jordan has few natural resources, but contains one of the highest concentrations of monuments and archaeological sites in the world, which must be considered one of its principle assets.

It is fair to say that conservation of cultural heritage in Jordan is not a priority, consequently, the number of conservation projects is very limited. Furthermore, most of the conservation efforts in Jordan focused on preserving of archaeological sites while the traditional architecture is completely neglected. What aggravate the situation is the fact that there are no clear conservation guidelines and principles adopted by the responsible authorities.

This study aims at the formulation of a conservation and rehabilitation plan for Samad, a unique historic village in northern Jordan. Due to the aggravated situation of the site an immediate intervention to protect it and prevent further destruction should be adopted. Otherwise, this irreplaceable cultural heritage site will be completely destroyed.

The Traditional village of Samad

The village is located within a few kilometers from Irbid and can be reached following the road which climbs up the hills surrounding the city. It was probably built between the end of the 19th century and the beginning of the 20th century over an older archaeological site that has Roman, Byzantine and Islamic settlements (Khamash, 1986).

The structure of Samad's historical core is extremely complex and centers upon a maze-like grid of narrow alleys departing from a wide unpaved square (figure 1). Buildings differ in size and appearance

according to the owner's social status. Some of the dwellings include 1-2 rooms with adjoining annexes for cattle and animals. There are also larger buildings surrounded by a wall, with a water-well and a cooking oven. They all follow a regular plan, either square or rectangular. Doors and windows are framed by hewn stone blocks, some have ornamented lintels. Double-faced walling is made of limestone blocks and lime mortar. The roofing system is very interesting, with pointed stone arches supporting wooden beams and a light thatched structure covered with soil that constitutes the roof mantle.

The Current situation in Samad

The traditional buildings of Samad, suffered varying degrees of either deterioration or destruction. The majority of buildings were deserted by the owners who moved out of the village for pursuit of modern lifestyles. The deserted buildings deteriorated as a result of exposure to weathering conditions such as rainwater, humidity and salt crystallization. Lack or inadequate maintenance added to the burden (figure 2).

The few buildings that remained inhabited were not spared from deterioration. They were exposed to uncontrolled alterations and unsupervised maintenance works carried out to the mere satisfaction of the owners. Although those works were carried out with a good intention of the inhabitants, yet they were not based on a solid scientific ground.

Conservation plan of Samad

The proposed conservation plan of Samad is based on the deep understanding of the condition of the site. To be effective and compatible conservation intervention on the site should be preceded by full identification of the factors that cause the weathering and destruction of the site. Proper conservation measures whether preventive or remedial should then be implemented to deal with these causes (Feilden, 1982).

Causes of Weathering and Deterioration of Stone Buildings in Samad

The weathering and destruction of the stone buildings in Samad is caused by a combination of natural and human factors (Amoroso and Fassina, 1983). The natural factors particularly salt crystallization, rainwater, frost damage, earthquakes and micro-organisms caused a great deal of weathering and deterioration (figure 3). More drastic damage is caused by human factors such as abandonment, contemporary repair, modern alterations and ignorance (figure 4).

Conservation approaches

Two major conservation approaches are proposed to be adopted for achieving the goal of protecting the traditional architecture in Samad. The first approach is referred to as preventive (passive) approach while the second one is remedial (active) (Ashurst and Ashurst, 1990).

Preventive Approach

Prevention aims at the protection of the buildings of Samad from natural agents and the possible damage and decay they may cause. It could also protect those historical sites from the harmful effects that could be inflicted by human intervention.

The following main preventive measures are recommended to deal with specific causes:

- **Earthquakes.** Periodic inspection of the buildings constitutes a

fundamental preventive measure to locate the weakened areas where interventive works should be undertaken (Al-Saad, 2001). Signs of damage observed in Samad buildings that was caused by earthquakes include loss of important structural elements, detachments of stone blocks, cracking and loss of binding material.

- **Rainwater.** Since Samad buildings are vulnerable to the damage caused by rainwater, actions to prevent that damage are crucial. The damage could be a result of poor drainage, penetration and possible condensation (Honeyborne, D. B., 1990). Signs of such damage include cracking, discoloration and biogenic crusts. Preventive measures for the protection of buildings from rainwater damage may include:
 - 1- Frequent inspection and maintenance of the roof surface and its binding material.
 - 2- Keeping a properly functioning system of gutters and downpipes.
 - 3- Digging appropriate channels around the building with a sufficient gradient to ensure that the drained down rainwater would run in these channels away from the building.
 - 4- Addition of shelters above the windows and doors could minimize the entry of rainwater through those probable ports.
- **Legal Measures.** Legislations and regulations aiming at the protection of buildings and roads from human intervention should be laid down, implemented and enforced by a competent authority.
- **Public awareness and educational efforts.** In this field, various approaches may be used to educate the local community and the general public at large about the significance and importance of Samad as part of their cultural heritage.

Remedial Approach

Remedial approach consists mainly of direct action carried out on cultural property with aim of retarding further deterioration. This may include full or partial restoration. Intervention includes a combination of cleaning, mortar application, grout injections, stone strengthening and consolidation and replacement of missing elements.

The determination of the restoration techniques needed in a particular damaged historical building depends on the nature and extent of damage, the intended future use of the building, the weathering conditions prevailing in the environment and the characteristics of the materials used in that building.

General guidelines for restoration

- The minimum intervention necessary to accomplish the restoration is to be used.
- The gentlest methods of cleaning are preferred to harsh ones which would inflict damage to the fabric of the stone.
- The most possible exacting standards should be applied to preserve the original material and features.
- Should new stones be deemed necessary for restoration, suitable stones for replacement need to be sought in an original source, if such a source still exists, otherwise matching stones for replacement would be used.
- **Cleaning**

The walls of Samad buildings show encrustations of dirt, staining, and salts crystallization and discoloration caused by microorganisms attack. The objective of cleaning the stones of Samad buildings is to

restore their aesthetic beauty and physical integrity.

Test areas should be prepared in order to agree on the amount of cleaning that is required and to find the most suitable method. (Feilden 1982: 333-334).

A combination of cleaning methods like water mists, micro-blasting and clay packs can be used for cleaning the buildings in Samad. The selection of the appropriate cleaning method(s) depends on the nature of the specific problem to be dealt with. Cleaning methods that should be avoided under all circumstances are cleaning with acids, alkali, grit blasting, chiseling and water jets.

Grouting of the Walls

The object of grouting is to strengthen and consolidate decayed masonry which is weakened by large fractures and voids. (Feilden 1982: 365)

Because a lot of voids, cracks, internal fractures and fissures were noted in the walls of Samad buildings, the applicability of grouting to those defects need to be considered.

Repair with Mortar

Loss of binding material and large cracks frequently encountered in the walls of Samad buildings need to be filled in with a repair material that best suits the natural stones and the characteristics of the binding material. The delicate fabric and vulnerable nature of certain damaged walls of Samad buildings makes it imperative to choose the least disruptive, yet reliable method of repair with mortar.

The characteristics of mortar used for the warranted repair should be selected in a way to assure that no future damage would result. Thorough laboratory and field testing programs should be applied to select the proper mortar for specific application.

Stone consolidation

Because of the historical value, attempts should not be spared to avoid replacement of weakened stones. Strengthening of the said stones by consolidation should be considered as a first choice. (Feilden 1982: 341)

Consolidants must not be thought of as grouts, void fillers or bridges, or adhesives. They will often be used as part of a conservation treatment which may include crack filling and pinning with stainless steel wire and cleaning (Ashurst and Ashurst 1990: 89-91, Al-Saad, 2002)

In the case of Samad, where the majority of buildings display features of slight or moderate damage in their stones and binding material, consolidation would be resorted to on a wide scale. Laboratory and field experiments and evaluation show that silicic acid esters and silanes may give good reinforcement and can strengthen the badly deteriorated stones.

REFERENCES:

- KHAMMASH, A. 1986, Notes on Village Architecture in Jordan. First edition. Louisiana: University Art Museum.
- FEILDEN, B. M. 1982, Conservation of Historic Buildings. London: Butterworth.
- ASHURST, J. AND ASHURST, N., 1990, Stone Masonry. Practical Building Conservation. Vol. 1. England: Gower Technical Press.
- AMOROSO, S. AND FASSINA, V. 1983 Stone Decay and Conservation. Materials Science Monographs, 11. Amsterdam: Elsevier.
- HONEYBORNE, D. B., 1990, Weathering and Decay of Masonry. In: Conservation of Building and Decorative Stone, Vol.1. eds. John Ashurst and Francis Dimes. London. Pp.153-179.
- AL-SAAD, Z., 2001, Earthquakes Hazards Evaluation and Methods of Mitigating their Environmental Impact The Archaeology Part. Final Report. Jordan: Yarmouk University.
- AL-SAAD, Z., 2002 Evaluation of the Effectiveness of a Number of Stone Consolidants: A Case Study from the Antiquity City of Petra/ Jordan. Abhath Al-Yarmouk. Basic Sciences and Engineering. Vol. 11. No.1B. Pp. 373 -389.



Figure 1. General view of Samad



Figure 2. An example of the damage and destruction of Samad traditional buildings



Figure 4. An example on modern alteration of the traditional buildings in Samad

Il Borgo Svevo di Termoli. Wall building systems: analysis and recover

Mario Cristiano

Engineer, PhD in Construction Engineering area Recovery and Technological Innovation; he collaborates with the University of Studies of Molise and is author of various papers on the technology of architecture and building systems.

Address:

Via Vigna 60, Pozzuoli (NA), 80078 Italy

E-mail address:

mchristia@unina.it

Telephone:

0039 081 5260095

Within the research coordinated by the prof Agostino Catalano for the course of Technical Architecture and Recovery and Maintenance of the Buildings of the Faculty of Engineering of the University of Studies of Molise, related to the traditional constructive techniques in the Molise province, the author has analyzed and deepened the thematic related to the techniques of building and the causes of deterioration of some wall building systems in the ancient part of Termoli.

The historic nucleolus of the town was built on a small peninsula that stretches out in the sea beside an observation tower known as "Torre di Termule" not before the beginning of the Vth century A.C., historical data was lost in the late XVIth century due to the destruction wrought by Turk raiding parties.

We know that in 568 A.C. the Longbard dukes of Benevento built the first town walls and its fortifications, a tower and eight turrets, for its strategic position and importance.

The living centre of the town was entirely encompassed by these walls until 1847, when king Ferdinando II di Borbone authorized the construction outside the city walls and traced two new roads as directions for the future expansion of the city.

The part of the town within the city walls is known as "Borgo Svevo" due to the reconstruction by Federico II in 1247 after the destruction of the defense system by the venetian navy in 1240.

The architectural characteristics of the structures present allow us to identify the construction era of most of the buildings in the lower medieval times. The town within the walls, with the urban distribution we see today, was rebuilt on the ruins of the fishing village destroyed by the Turkish raiding parties in 1567.

After the reconstruction the biggest urban expansion within the boundaries of the city fortifications occurred in the XVIII century when in a spontaneous way the alleys and small courts that characterize the built environment were created.

The houses, born mostly as modest homes for the fishermen and farmers of the area, leaning against and in symbiosis with the buildings around them, interacting with the public and private spaces with stairways,

low walls that face the sea known as "poggi" and wide doorways.

About the materials, the most ancient buildings are realized with calcareous stone and sandstone, sometimes used rounded and smooth as they were found, tied with a light lime and sand mortar or gauged plaster; usually the cornerstones are well worked even in the poorer dwellings.

The window frames and the doorways were in calcareous stone slabs or often made with bricks.

Newer building were constructed mainly of clay bricks, the bricks used were produced in situ with clay of the nearby area known as "Ponticelli" a clay rich in ferrous components but, as the commentaries of the past inform, free of any nitrous salts.

The masonry was protected by a thick layer of plaster to hide the non homogeneous elements used, to give extra strength and cohesion to the building envelope and to resist the deteriorating effects of the climate and exposure to the elements. This sacrifice layer, in need of constant maintenance, was often abandoned creating the conditions for the wider deterioration phenomena of the whole masonry, even today that most of this picturesque hamlet has been recovered for touristic reasons some buildings, to show the beauty of the brickwork underneath are left without the plaster that isn't replaced when the buildings are recovered.

The building envelopes were protected even in the narrow alleys by the creation of weather moulding with bricks and tiles known as "romanelle", in successive layers the next a bit further out than the one before, to avoid rainwater running along the face of the walls.

Certainly because of the topographical position and the morphology of the town, the exposure to the direct action of the climate and to the indirect action of the sea are the causes of deterioration of great importance: the town rises in fact on a small peninsula that stretches out in the sea exposing itself to the action of the strong north winds and the notable dampness due to the presence of the Adriatic.

Widespread deterioration of the stone and brick masonry envelopes is noticeable in many buildings of the hamlet, on these envelopes conspicuous bricks additions are frequently visible in the different areas more and more, to make up for to the effects produced by the erosive action both from the winds than from the waters of rain and from the saltiness that during the centuries has caused the separation of great quantities of constituent materials of the masonry.

The breach of the plaster was particularly devastating for the poorer stone masonry, without its protection the mortar, was attacked by the disintegration effect of the salts and the wash out effect of the water dissolving the matrix that kept together the non homogeneous elements used for the walls.

To try to remedy such erosion, making abundant use of plasters, great quantities of bricks have been used for the substitution of the deteriorated elements. The infiltration and the stagnation of rain-water have also great importance because penetrating in the clay subsoil it provokes variations of volume that contribute to increase the entity of the push produced by the tall embankments on which the building system of the walls directs its containment action.

The main deterioration phenomena, both internal and external, of plasters and the masonry underneath are caused by the chemical aggression and the mechanical action of the atmospheric agents, cycles of freezing – defrosting, the vegetation and the bacterial flora or a combined action of these agents.

But in this case the main agents of the deterioration are the strong

north winds that blow from the Balkans and carry with them the saline spray from the base of the cliff where the sea breaks.

Due to presence of ions present in seawater (such as Na⁺, Mg²⁺, Cl⁻, SO₄²⁻, etc.), chemical and physical phenomena can occur which cause distresses in bricks, stones and mortars of the involved structures.

In many cases it is not easy to distinguish the specific phenomenon responsible for the distress for the following reasons:

- at given environmental conditions, the prevalent type of distress depends on the quality of the material exposed to the attack; for instance, the chemical composition for a mortar, the porosity for a stone or the presence of contaminating salts for a brick can significantly affect the type and the degree of the distressing mechanism;
- for a given material, the type and the degree of the distress can change as a function of relative humidity, temperature and windy conditions of the environment;
- the coexistence of other potential distressing mechanisms – such as the acid rain – can overlap and mask the effect produced by the salts raised by seawater capillary rise.

The direct erosion effect of the wind is combined with the more consistent deterioration effect of the efflorescence in the pores on the surface of the material and the sub efflorescence in the pores within the material or in the interface between different materials such as the plaster and the underlying materials.

The typical sub efflorescence defect with the most serious damaging effect, which causes cracking and detachment of the mortar, is the presence of NaCl crystals in the interface between materials. Such crystals can increase their volume up to 300% when they absorb water from the environment or from rainwater creating pressure just under the mortar itself.

The prevalence of defects based on either sub efflorescence or efflorescence depends not only on the environmental conditions favoring more or less the water drying from the wall, but even on the porosity of the plaster mortar: in general porous mortars favor more efflorescence rather than sub efflorescence defects.

The main process to recover the masonry is the replacement of the outer plaster layer after the portions of the stonework lost to deterioration and disaggregation of the mortar have been replaced and the mortar joints integrated with new material.

A chemical characterization has yet to be conducted to determine the necessity of salt removal procedures but the constant maintenance of the plaster envelopes and the replacement of the damaged parts should produce similar effects as salt contaminated plaster is replaced with new one.





Structural behaviour characterization of existing adobe constructions in Aveiro

Humberto Varum*, Aníbal Costa, Tiago Martins, Henrique Pereira, João Almeida, Hugo Rodrigues, Dora Silveira

Humberto Varum

Assistant professor in the Civil Engineering Department of University of Aveiro.

Main investigation interests: evaluation, rehabilitation and strengthening of existing constructions; seismic engineering.

Member of several national and international scientific associations.

Address:

Civil Engineering Department, University of Aveiro,
Campus Universitário de Santiago, 3810-193
Aveiro, Portugal

E-mail:

hvarum@civil.ua.pt

Telephone:

234 370 938

1. Introduction

In the near past, earth was a very common construction material in Portugal. Adobe and rammed earth were used through years in almost all types of construction, having this utilization declined during the first half of 20th century, with the emergence of cement industry. Rammed earth was more applied in south and adobe in littoral centre, especially in Aveiro district^{1,2}. Presently, according to information from the municipality, about 25% of the existing buildings in Aveiro city are made of adobe. It is estimated that this percentage rises to 40% when referred to the entire district. Adobe can be found in varied types of construction: rural and urban buildings, many of which are still inhabited, walls for the delimitation of properties, water wells, churches and warehouses (Fig. 1). An important number of the urban adobe buildings are of cultural, historical and architectural recognized value, belonging some of them to the "Art Nouveau" style.

The techniques adopted in the construction of adobe buildings in Aveiro district were based in the accumulated experience, transmitted from generation to generation, and did not concern the seismic safety. Rehabilitation and strengthening of existing adobe constructions have also been disregarded during decades. This constructed park is thus not properly reinforced to resist to seismic actions, suffering of various structural anomalies and deficiencies. Structural rehabilitation of the existing adobe constructions is demanded, and constitutes an urgent matter. It presents, however, relevant difficulties, essentially due to the lack of information concerning properties and characteristics of the mechanical behaviour of adobe masonry. Technical studies for the determination of these properties and characteristics are

necessary. The mechanical characterization of adobe existing masonry constitutes a fundamental instrument in the support of rehabilitation and strengthening projects, and even in the support of the design of new adobe constructions³.

2. Experimental work developed

2.1. Introduction

The mechanical characteristics of adobe units and mortar samples were investigated. Cylindrical adobe specimens cores were subjected to compression and splitting tests, and prismatic mortar specimens were subjected to compression tests. The structural non-linear response of adobe walls has also been investigated in a series of full-scale tests, in the laboratory and *in situ*, with constant vertical load combined with imposed horizontal cyclic displacements.

2.2. Mechanical characterization of adobe units and mortars

2.2.1. Simple compression and splitting tests on adobe specimens

For the experimental testing campaign, it was selected a set of adobe samples units representative of different existing adobe construction typologies. Samples were collected from eight houses and eight land dividing walls, from different locations.

Cylindrical cores, with diameters ranging between 60 and 95mm, were extracted from the collected adobe samples units. These cylindrical cores had a height of approximately two times the diameter.

A total of 101 cylindrical specimens, 51 proceeding from houses and 50 from land dividing walls, were submitted to mechanical tests: 83 specimens were submitted to compression; and 18 to splitting tests (Fig. 2).

The adobe specimens present significant compressive strength values, varying from 0.32 to 2.46MPa. For each construction analysed, the tensile strength corresponds to approximately 20% of the compressive strength. Results for the analysed adobe samples reveal a clear tendency for samples with larger fractions of small dimension particles to present superior compressive and tensile strength values.

The detailed description of the mechanical characterization testing campaign and of the obtained results can be found in^{4,5}.

2.2.2. Simple compression tests on mortar specimens

10 mortar samples (2 from plaster and 8 from joints) taken from 3 different houses were submitted to compression tests (Fig. 2).

The load applied by the compression testing machine was transmitted through two square steel plates, with 40mm side. It was obtained for the unconfined average strength: 1.68MPa (house 1); 1.07MPa (house 5); and, 0.45MPa (house 12).

2.3. Tests on full-scale adobe masonry walls

2.3.1. Introduction

It were conducted tests on adobe masonry wall specimens, one in laboratory and another *in situ* conditions (Fig. 3), to characterize the mechanical behaviour of this masonry when subjected to cyclic actions, as those induced by earthquakes.

The wall tested in laboratory was subjected, initially, to a non-destructive dynamic test, to estimate the natural frequencies in each direction. These measured frequencies help on the dynamic characterization

of the adobe masonry wall, and also on the calibration of numerical models. In a second phase, it was conducted a destructive test imposing constant vertical load combined with in-plane horizontal cyclic forces. The wall tested *in situ* was subjected to dynamic characterization tests, and to two horizontal cyclic mechanical tests, namely: an in-plane semi-destructive test and an out-of-plane destructive test. The detailed description of the procedures and of the obtained results can be found in⁶.

2.3.2 Laboratory test results

The wall tested in the laboratory was constructed with units taken from an existing construction and with a mortar having a composition similar to the one traditionally used. The boundary conditions at the base of the wall avoid lateral displacements and rotations.

The natural frequencies in the two horizontal directions (transversal and longitudinal) were measured with a seismograph. A frequency of 10.94Hz in the transversal direction was measured and, from it, an average modulus of elasticity of 316MPa was estimated. Subsequently, it was applied a vertical load of 2.86kN on the top of the wall, and in-plane horizontal forces were imposed, in cycles of increasing amplitude, till the collapse was reached. A maximum horizontal force of 3.2kN was applied. The failure mode was traduced by the opening of a horizontal crack at the base of the wall.

2.3.3 In situ tests results

The wall tested *in situ* conditions was firstly subjected to dynamic tests. A frequency of 2.20Hz in the transversal direction was measured and, from it, an average modulus of elasticity of 101MPa was estimated. For the cyclic tests on the wall it was not applied an additional vertical load. Initially, in-plane horizontal cyclic forces were imposed, in cycles of increasing amplitude. In a second phase, out-of-plane horizontal forces were applied to the wall, in cycles of increasing amplitude, but without inversion of the force signal, till the collapse was reached. A maximum horizontal force of 10.7kN was applied in-plane. This force was not raised to a higher level in order to allow performing the out-of-plane test. A maximum horizontal force of 0.69kN was applied out-of-plane. The failure mode observed is characterized by a rotation at the base, with damage spread through the wall height.

3. Work in Development

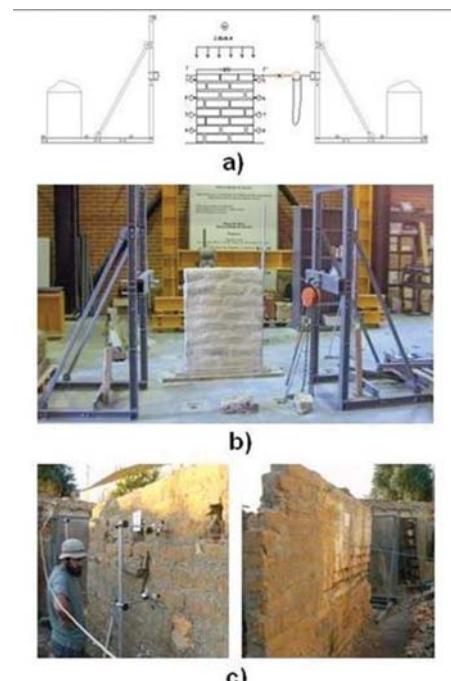
A group at the Civil Engineering Department from the University of Aveiro has been developing research work focused in the rehabilitation and strengthening of the adobe constructed park of Aveiro district. The following methodology is being followed: i) detailed survey of the existing constructions and of the commonest structural and non-structural pathologies; ii) material mechanical characterization; iii) structural characterization and evaluation of structural safety; iv) development of non-structural rehabilitation and structural strengthening solutions. Part of the work developed was presented in this paper.

materials (mud walls and adobe) in the Churches of Cisneros, Villada and Boada de Campos (Palencia). *Materiales de Construcción*, 50(257), pp. 33–45, 2000.

- 4 VARUM, H., MARTINS, T. & VELOSA, A., Caracterização do adobe em construções existentes na região de Aveiro. Proc. of IV SIACOT Seminário Ibero-Americano de Construção com terra and III Seminário Arquitectura de Terra em Portugal, eds. ARGUMENTUM: Monsaraz, pp. 233–235, 2005.
- 5 VARUM, H., COSTA, A., PEREIRA, H. & ALMEIDA, J., Ensaios de caracterização do comportamento estrutural de construções existentes em adobe. Proc. of V SIACOT Seminário Ibero-Americano de Construção com terra and I Seminario Argentino de Arquitectura y Construcción con tierra, eds. R. Mellace, J.A. Voltan, S.A. Cirivini, G.M. Viñuales, C.M. Neves, R. Rotondaro & E. Montaña: Mendoza, pp. 73–74, 2006.
- 6 VARUM, H., COSTA, A., PEREIRA, H., ALMEIDA, J. & RODRIGUES, H., Avaliação experimental do comportamento estrutural de elementos resistentes em alvenaria de adobe. Proc. of III Congreso Internacional de Arquitectura en Tierra, Valladolid, 2006.



Adobe Constructions in Aveiro



Tests on full-scale walls

¹ OLIVEIRA, E.V. & GALHANO, F., *Arquitectura tradicional portuguesa*, Publicações D. Quixote: Lisbon, 1992.

² Proc. of Seminário Arquitecturas de Terra, eds. CCRCentro: Portugal, 1992.

³ HERNANDEZ, R.S., BARRIOS, M.S. & POZAS, J.M.M., Characterization of ancient construction

Diagnostic Visuel Rapide des Constructions Pour le Risque Sismique Potentiel

Amina Foufa

Dr. Architecte, enseignante-chercheur au Département d'Architecture. 2002-2003 et 2004- Enseignant invité aux cours intensifs Euro-péens sur la Culture Sismique locale. (CUBEC), Ravello, Italie. 2000 - Aujourd'hui –Projet de Recherche IUGS-UNESCO-IGCP Projet 457 "Seismic Hazard Assessment in North Africa". 2007 – Chercheur associé au CNERU, Alger. « Projet : Plan de sauvegarde de la Casbah d'Alger ».

Adresse postale :

Département d'Architecture, Faculté des Sciences de l'Ingénieur. Université de Blida. BP 270- Blida 09000, Algérie

Adresse courrier électronique :

Foufa_a_dz@yahoo.fr

Téléphone :

Tel : + 213 25 415 697 ; Mob : + 213 71 309 595

Introduction :

L'estimation de la vulnérabilité sismique des structures urbaines est étroitement liée à la vulnérabilité des bâtiments et des réseaux. Elle nécessite par conséquent l'identification, la description et la classification des bâtiments présentant un doute de vulnérabilité. Leur identification permet de classer ceux à préserver en priorité contre les séismes futurs.

Les inspections de bâtiments ainsi que la collecte et l'interprétation des données qui leurs sont relatives (âge, état de vétusté, réparations antérieures, surface, nombre de planchers, etc.) faciliteront la tâche de classification.

Le diagnostic visuel permettra de déterminer le degré de vulnérabilité du bâtiment. Celui de plusieurs constructions déterminera la vulnérabilité de la zone où ils sont situés. Et bien entendu, la vulnérabilité de plusieurs zones donnera la vulnérabilité de la structure urbaine.

Méthode du diagnostic visuel :

C'est une méthode qui consiste à inspecter le bâtiment de l'extérieur et de l'intérieur afin de déterminer si oui ou non il résiste à un aléa sismique donné.

Cette méthode se base sur l'identification des :

- Morphologies et typologies des centres urbains concernés (situés en zones sismiquement actives).
- Bâtiments à préserver en priorité (bâtiments stratégiques, publics, ouvrages d'art, monuments historiques).

La compilation des données recueillies facilitera l'identification des bâtiments critiques, la classification selon l'importance des dommages

qu'ils pourraient subir et la proposition de solutions adéquates pour une éventuelle réhabilitation sismique [1].

Classification des bâtiments :

L'Algérie est très riche en patrimoine colonial qui est réalisé en maçonnerie. La classification de ces constructions tient compte de deux paramètres essentiels qui sont :

- Les paramètres d'identifications.
- Les paramètres d'évaluation.

Les paramètres d'identification :

Ils assurent le maximum d'information sur le bâtiment considéré. Ils sont relatifs à sa localisation, à son âge, au nombre d'étages et à la surface plancher, à l'occupation et au type d'occupation ainsi qu'à la présence des éléments structuraux ou non structuraux [2]. Ces informations sont écrites, accompagnées de photos, de croquis et de commentaires.

Les paramètres d'évaluation :

Ceux sont les paramètres qui faciliteront l'évaluation des caractéristiques de la vulnérabilité en fonction de la qualité de la structure, des matériaux et de leurs caractéristiques, de la conception du bâtiment et des caractéristiques du sol.

Etant donné que les constructions de type colonial sont en maçonnerie donc la structure considérée est celle des murs porteurs.

Structures à murs porteurs :

Il faudra vérifier si elles présentent [3] :

- Des fissures au niveau des murs et des ouvertures
- Des écrasements aux angles, puisque c'est au niveau de l'intersection des murs que sont concentrées les efforts tranchants et les forces de tension.
- La disposition de l'appareillage au niveau des angles.
- Les fissures au niveau des angles.
- La disposition et la qualité de l'appareillage au niveau des murs.
- La régularité en élévation.
- La position du bâtiment le terrain (plat ou accidenté).
- La perpendicularité des murs au sol.
- Le chaînage des murs.
- L'enracinement des murs aux planchers et aux toitures.

Les caractéristiques et qualité des matériaux :

Ces facteurs sont difficilement visibles de l'extérieur. L'enquêteur doit connaître les différents matériaux constitutifs des bâtiments à considérer. L'évaluation de l'état des matériaux facilite celle de l'état de vétusté.

Pour cela il faudra vérifier :

- La qualité du mortier.
- L'existence des vides entre les assises de briques ou de moellons.
- L'entassement des assises.

Caractéristiques du sol :

Le sol a une influence majeure sur l'amplitude, la durée du choc et les dommages. L'identification des caractéristiques du sol ne peut se réaliser à l'œil nu, il est donc impératif d'avoir une connaissance préalable sur la

géologie du sol, la profondeur du bon sol et l'existence ou non de failles dans les environs du bâtiment..

Identification des erreurs de conception par apport aux règles parasismiques :

D'après le règlement parasismique algérien (RPA 99 addenda 2003), il est recommandé pour toutes les constructions la symétrie et la rigidité [4].

Il faut donc vérifier ces paramètres :

- La symétrie en plan (forme, proportions et décrochements).
- La régularité en élévation.
- La répartition des masses.
- La régularité de la structure.
- La qualité des matériaux.

Les indices d'appréciation :

Ces indices quantifient le degré de vétusté de chacun des paramètres d'évaluation. Quatre valeurs ont été choisies pour représenter le degré d'appréciation [5]. Ils sont classés par ordre croissant, de l'état bon jusqu'à l'état mauvais du bâtiment. Ces valeurs caractérisent l'état des éléments structuraux, la qualité des matériaux, la répartition des masses, la stabilité de la structure, la symétrie en plan, la régularité en élévation ainsi que les caractéristiques du sol. Ils représenteront par conséquent les critères pathologiques du bâtiment diagnostiqué.

Conclusion :

La classification des bâtiments s'établit après avoir effectué un diagnostic visuel de ceux susceptibles d'avoir un degré de vulnérabilité sismique. La méthode consiste à identifier plusieurs facteurs dont les plus importants sont liés à la résistance structurale, la qualité des matériaux, les caractéristiques du sol ainsi que les erreurs de conception parasismiques.

Le résultat global de ce diagnostic se divise en deux catégories :

Les bâtiments ne présentant aucun doute de vulnérabilité sismique. Ils peuvent alors fonctionner dans leur état normal.

Les bâtiments qui présentent un doute de vulnérabilité sismique. Ils nécessitent par conséquent d'autres investigations plus détaillées afin de déterminer leur degré de risque sismique.

Le diagnostic visuel est une phase préliminaire de celles de l'analyse de la vulnérabilité sismique. C'est un outil qui permet une approche des actions prioritaires à entreprendre pour la sauvegarde du patrimoine colonial en Algérie d'autant plus que certains bâtiments localisés à Alger ont considérablement souffert des effets du séisme de Boumerdes le 21 mai 2003.

RÉFÉRENCES :

[1]- V. PETRINI ET M. FERRINI. 1991. Implementation of risk reduction measures in Garfaniana (Tuscany). Proceeding of workshop III on seismic risk reduction and disaster management. Rome 18 -22 novembre. pp 75-88. Rome nov 1992.

[2]- FEMA. 154. 1988. Rapid visual screening for potential seismic hazard : a hand book. Earthquake Hazard Reduction series 41. Applied Technology Concil. pp 53-127. Washington DC.

[3]- ASSOCIATION FRANÇAISE PARASISMIQUE AFPS. Fiches de recensement de facteurs de vulnérabilité à destination des bâtiments à étages multiples en béton armé, béton banché, maçonnerie de blocs et/ou ossature poteau/poutres avec ou sans remplissage. pp 29-47. Paris.

[4]- MINISTÈRE DE L'URBANISME, DE LA CONSTRUCTION ET DE L'HABITAT (MUCH). 2003. Règles parasismiques algériennes RPA 98 addenda 2003. DTRB-C-2-48. Alger. Janvier 2004.

[5]- D. BENEDETTI ET G. M. BENZONI. 1985. Seismic vulnerability index versus damage for unreinforced masonry buildings. Proceeding of International Conference on Reconstruction, Restauration and Urban Palning twns and regions in seismic prone areas. Skopje, Yugoslavia. 5-9 novembre. pp 333-347.

Fiche n° 1

I- Données générales		
1. Equipement n°.....	2. Nom du bâtiment.....	
3. Adresse.....	4. Ville.....	
5. Wilaya.....	6. Code.....	
7. Année de construction.....		
8. Date de modification, reconstruction, surélévation.....		
9. Type de bâtiment: Administration Habitat Equipement		
10. Utilisation du bâtiment:.....	11. Utilisation d'origine:.....	
12. Sous-sol oui.....non.....	Nombre de sous-sol.....	Nombre d'étage.....
13. Hauteur du rez- de chaussée.....		
14. Hauteur des étages courants.....	Hauteur particulière.....	
15. L'extérieur du R.d.C est-il différent des étages?.....		
Façade principale oui.....non.....	Autres façades oui.....non.....	
16. Proximité aux bâtiments adjacents.....	(croquis avec indication du Nord)	
au nord.....au sud.....	à l'est.....	à l'ouest.....
Indiquer: Rue.....Ruelle.....Impasse.....		Autre autour du bâtiment.....
.....		
17. Existe t-il des plans?.....	si oui ou peut-on les avoir?.....	
18. Existe t-il un calcul de structure?	si oui ou peut-on l'avoir	
Nom de l'architecte.....	Ingénieur	Propriétaire
19. Plan original du bâtiment		
a- croquis des différents plans.		
b- Indiquer les murs de contreventement.		
c- Indiquer la structure principale.		
d- Indiquer les joints de dilatation.		
e- Indiquer le nord, nommer les différents côtés, indiquer rue, ruelle,- impasse ou autre.		
f- Noter les différents poteaux ou murs porteurs.		
g- Si l'étage est différent, faire croquis et noter les différents changements.		

Fig 1- fiche n°1- Données générales

fiche n° 3

III- Système structural (a)			
1. Matériaux	a- Béton armé	b- Briques	c- Pierres
d- Moellons.....			
2. Qualité des matériaux	a- Ossature	b- Murs porteurs	c- Mixte
d- Métallique	e- Bois	f- Autre	
Dans le cas où la structure est à ossature, identifier le type de poteaux			
a- Carré	b- circulaire	c- rectangulaire	d- autres.....
4. Répartition des masses	a- Bonne	b- Moyenne	c- Mauvaise
d- Symétrique	e- Décrochement	f- dissymétrique.....	
5. Régularité en élévation	a- Bonne	b- Moyenne	c- Mauvaise
d- Poteaux courts	e- Hauteurs des poteaux irrégulières		
f- Etage mou			
6. Régularité de la structure	a- Dimensions des poteaux	b- Joints de dilatation	c- Joints de rupture
d- Type de contreventement latéral			
7. Types de plancher	a- Dalles traditionnelles (hourdis-poutrelles)	b- Béton armé	
c- Voûtais	d- Bois	e- Métallique	f- autres.....

Fig 2- Fiche n°3- Système structurel (a)

PLANS - ELEVATIONS CROQUIS		PHOTO DU BÂTIMENT						
		Adresse: Nombre d'étage: Année de construction: Enquêteur: Date: Nom du bâtiment: Utilisation Surface de plancher totale:						
Résidentiel	Indices d'appréciation	Paramètres d'évaluation						
- Commercial		0.83Qm	0.70Rm	0.55Ss	0.66Es	0.13Sy	0.13Ré	0.002So
- Administratif								
- Socioculturel								
- Scolaire								
- Hospitalier								
- Sportif								
- Industriel								
- Autre (préciser)								
Nombre de personnes :								
0 - 10	1							
11 - 100	2							
+ 101	3							
	4							
Evaluation de la vulnérabilité	Résultat final:							
oui.....	Degré de dommages:							
non.....	Indices de vulnérabilité:							
	COMMENTAIRE:							

Fig 3- Fiche Globale du diagnostic visuel

Revisión crítica de las metodologías de diagnosis de forjados de vigas de madera

Joaquín Montón Lecumberri, Joan Ramon Rosell Amigó

UPC Universitat Politècnica de Catalunya

Dirección de correo electrónico:

joaquin.monton@upc.edu

1. Antecedentes

En la ponencia "Una metodología de inspección de forjados de vigas de madera" se pretendía dar respuesta a multitud de interrogantes metodológicos: cuestiones que van desde los criterios de representatividad por aspecto, tipo de madera, microambiente, etc., a la necesidad de una clasificación en función de síntomas aparentes o a parámetros propios de la naturaleza de la madera, en tanto que producto no industrial.

Como prioridad, se pretendía determinar las prestaciones mecánicas y la seguridad de las vigas y de los forjados que se estaban analizando, así como las expectativas de durabilidad.

El método proponía ordenar un proceso basado en operaciones, pruebas y bibliografía conocidas, depositando una gran esperanza en la ayuda que nos aportaría la normativa de clasificación de la madera con finalidad estructural a partir de métodos visuales (UNE 56544), no publicada oficialmente en el momento de la realización de la citada ponencia.

Los puntos desarrollados eran los siguientes:

- Existencia de dos fases bien diferenciadas. Prediagnosis y Diagnosis.
- Establecer unos criterios de muestreo que contemplaran el riesgo de lesión.
- Clasificación de "lesiones" que pueden afectar a la seguridad o a la durabilidad.
- Determinación inicial de la seguridad a partir de valores de referencia para posteriormente, si era necesario, peritar a partir de valores de ensayo.
- Contemplar la necesidad de un plan de mantenimiento e inspecciones futuras.

El proceso se organizaba de la siguiente manera:

Prediagnosis, cuyo objetivo final es determinar la necesidad de proceder, o no, a la diagnosis.

Se inicia por determinar el muestreo, centrándose especialmente en las zonas de riesgo, determinando el tamaño de la muestra, pasando posteriormente a la prospección, buscando síntomas de degradación, mediante pruebas generalmente sencillas (observación visual, punzón, martillo, taladro, xilohigrómetro, etc).

A partir de la información recopilada, el siguiente paso es tomar las primeras decisiones, admitiendo como criterios de partida los

siguientes:

- Toda estructura con un cierto grado de antigüedad debe ser sometida, como mínimo, a una determinada intensidad de inspecciones periódicas y a un plan de mantenimiento.
- Por ser la madera un material que muestra múltiples síntomas aparentes antes de un colapso, nos planteamos que si en un edificio ningún forjado presentaba lesiones o síntomas de insuficiencias, y habían prestado con normalidad servicio a las acciones habituales, no parecía imprescindible determinar por cálculo la seguridad que ostentan.
- Cuando se pretendía un cambio de uso, el criterio anterior no era válido y debía determinarse la seguridad que presentaba el forjado. Era necesario un peritaje en términos de seguridad.
- Cuando se apreciaban lesiones, considerando que el muestreo había sido "reducido", era lícito suponer un riesgo razonable de existencia de mayor número de lesiones aún no detectadas y por tanto se justificaba la necesidad de un proceso inmediato de diagnosis.

Diagnosis, donde básicamente se trataba de extender el estudio realizado en prediagnosis a una muestra mucho más amplia, de tal forma que se pudieran tomar decisiones sobre todas las "partes" de la población.

Los aspectos que se valoran son la seguridad y la durabilidad de los forjados. En función de estos resultados, se encaminan las posibles intervenciones.

La prospección se realizaba sobre la muestra ampliada.

Se proponía identificar zonas homogéneas, con similares parámetros de fabricación-construcción para proceder a la determinación de la seguridad.

Los indicadores utilizados eran: solución constructiva (piezas de entrevigado, senos, pavimento, apoyos, etc.) luz, intereje, geometría de las vigas, situación en el edificio, época de construcción, etc.

A partir de aquí, y con ayuda de la norma UNE 56544, se pasaba a valorar cada una de las vigas, agrupándolas en aquella época en tres grupos en función de las características observadas:

Tipo I Substitución, refuerzo o reparación de las vigas.

Tipo II Reconsiderar si se mantienen o se sustituyen, en función de los ensayos y del peritaje, así como de la clasificación de sus vigas vecinas.

Tipo III Buen estado, vigas a conservar.

Esta aplicación de la norma UNE 56544: **Clasificación visual de la madera aserrada para uso estructural**, se ha de tomar con cierta precaución, pues se trata de una norma para clasificar madera nueva, recién aserrada, en la que podemos observar las cuatro caras sin problemas. En nuestro caso, en el mejor de los casos vemos entera la cara inferior y parcialmente dos caras laterales, permaneciendo oculta una gran parte de la viga. Además esta norma sólo es aplicable a un número reducido de especies de madera.

A partir de la información obtenida se podía realizar el recálculo de la estructura y, si la seguridad obtenida no era suficientemente satisfactoria, la propuesta era proceder a realizar ensayos para:

1. Determinar las prestaciones mecánicas concretas de una muestra de las vigas.
2. Determinar el comportamiento a flexión "in situ" de una muestra de las vigas con las condiciones de apoyo existentes, pero

desvinculándolas del resto de forjado (eliminación de solución de entrevigado).

- Determinar el comportamiento a flexión "in situ" de una muestra de los forjados con las condiciones de monolitismo, rigidez, etc. existentes (sin eliminación de entrevigados).

Los datos obtenidos en ensayos nos permitían realizar el peritaje final y, por tanto, evaluar la seguridad existente.

Consideramos que el método presentado en la ponencia sigue siendo válido, a pesar del paso de los años. Puede beneficiarse de los avances en las técnicas de prospección y ensayos que sin ser nuevos se están desarrollando y adaptando al campo de la madera en estos momentos.

2. Líneas de investigación actuales

A continuación analizaremos los cambios y los avances que han ido sucediéndose desde el año 1995.

La normativa, especialmente la UNE 56544, ha ido cambiando, haciendo más sencillo el trabajo de clasificar (siempre en madera nueva). Ha habido algún cambio en los valores de las propiedades mecánicas de algunas especies y en las últimas versiones se centra exclusivamente en coníferas. Muchas especies de madera, habitualmente usadas en nuestro país, no están contempladas en esta normativa. Además, siguen sin aparecer normas específicas para la rehabilitación. Al parecer, la nueva versión de la norma se adaptará más a los problemas existentes en madera puesta en obra, al tener en cuenta escudarías algo mayores que las que contempla la norma actual.

El CTE plantea nuevas exigencias que de momento no cuentan con el apoyo de una normativa adecuada.

En cambio, donde realmente se está evolucionando es en el desarrollo de pruebas y ensayos para conocer el estado de la madera y sus propiedades mediante ensayos no destructivos (NDT), que nos debería permitir conocer el estado de la madera, pérdidas de sección por ataques bióticos, propiedades mecánicas de madera en servicio, etc. Los ensayos no destructivos sobre los que actualmente se está investigando están basados en la medición de la velocidad de propagación de sonido o ultrasonidos, determinación de frecuencias de resonancia.

Los ultrasonidos miden los tiempos de paso, a partir de los cuales obtenemos velocidades y, si podemos obtener las densidades, podremos obtener el módulo de elasticidad dinámico (MOE), además de detectar discontinuidades, roturas y otras anomalías.

Mediante el análisis de vibraciones obtenemos la frecuencia natural de vibración de la madera y como en el caso anterior podemos obtener el módulo de elasticidad dinámico.

El georadar, entre otras informaciones interesantes nos llevaría a obtener valores del mismo tipo que los anteriores.

También se está trabajando en ensayos con distintos tipos de penetrómetros: Resistógrafo, Pilodyn y con ensayos de arrancamiento de tornillos, etc., estando estos ensayos más orientados a la determinación de las densidades de la madera.

La combinación de densidades (muy difícil de conocer en madera en servicio) con los valores de los módulos de elasticidad empiezan a dar informaciones interesantes para obtener los valores de las propiedades mecánicas de la madera puesta en obra, pero la precisión y fiabilidad de estos valores obtenidos todavía no es la exigida para realizar un diagnóstico preciso.

3. Nuestra línea de trabajo

Consideramos que se va por el buen camino y que entre los numerosos grupos que están trabajando en la misma dirección, con distintas técnicas, se llegará a desarrollar un sistema fiable, sencillo de utilizar, no excesivamente caro para que pueda ser de amplia difusión, y que dé valores bastante más fiables de los que se están obteniendo hoy en día.

Nuestro trabajo pretende buscar la combinación de ensayos no destructivos "fáciles de realizar" es decir que se puedan transportar y utilizar en obra sin excesivas dificultades, que permitan determinar el estado y las propiedades mecánicas de la madera.

Actualmente trabajamos sobre vigas extraídas de obra, y trasladadas al laboratorio, que clasificamos visualmente, y sometemos a ensayos no destructivos, obteniendo una serie de valores.

Posteriormente procedemos a realizar "ensayos destructivos" (flexión, compresión, módulo de elasticidad, etc.), obteniendo valores reales.

Por último, cotejamos los valores obtenidos, buscando correlaciones entre valores reales contrastados y datos de los ensayos no destructivos, para establecer la fiabilidad de estos nuevos métodos.

Esperamos en el futuro poder decir que habremos logrado el desarrollar una técnica mediante la cual, con equipos fácilmente transportables, fácilmente utilizables, lleguemos a obtener informaciones muy fiables.

BIBLIOGRAFIA

PELLERIN F; ROSS R; et al. *Nondestructive evaluation of wood* (2002) ed. Madison EEUU : Forest Products Society, cop. Pp. 210

ARRIAGA, F.; ESTEBAN, M.; RELEA, E. (2005). Evaluación de la capacidad portante de piezas de gruesa escuadria de madera de conífera en estructuras existentes. *Materiales de construcción*. Vol. 55, no 280. Pp. 43-52

BONAMINI, G.; CECCOTTI, A.; MONTINI, E. (2000). *The next step in the assessment of ancient timber beams: deriving characteristic values*. COST Action 05. Workshop "Restrengthening of material and structures". Zurich.

CAPUZ, R. *Métodos de clasificación no destructivos de la madera estructural*. *Materiales orgánicos*. Maderas (2005). Editorial de la UPV. Valencia

CASADO, M.; PINAZO, O.; BASTERRA, A.; ACUÑA, L. *Técnicas de ensayo no destructivas en madera estructural mediante extracción de tornillos. Aplicación en viguetas de forjado de un edificio singular*. 4º Congreso Nacional de Protección de la Madera. (2005) San Sebastián.

ESTEBAN HERRERO, MIGUEL, Tesis Doctoral. (2002). *Determinación de la capacidad resistente de la madera estructural de gran escuadria y su aplicación a las estructuras existentes de madera de conífera*. Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. Director: Francisco Arriaga Martítegui.

HERMOSO, E.; FERNÁNDEZ-GOLFIN, J.I.; DÍEZ, M.R. (2003). *Evaluación de la clasificación resistente de la madera estructural mediante ultrasonidos*. 10º Congreso Nacional END. Asociación española de ensayos no destructivos. Cartagena

MONTÓN, J.; ROSELL, J.R. (1995) *Una metodología de inspección de forjados de vigas de madera*. 1r Congrés. El cas dels sostres. Experiències i perspectives. ADIGSA. Barcelona

RINN, F. (1994). *Resistographic inspection of building timber*. Proceedings of the Pacific Timber Engineering Conference, Gold Coast, Australia. Vol. 2. Pp. 469-478.

RODRIGUEZ, C.; RUBIO DE HITA, P. (2000). *Evaluación del estado de la madera, en obras de rehabilitación, mediante técnicas de ultrasonidos*. Universidad de Sevilla. Servicio de publicaciones. Sevilla. 160 Pp.

SANDOZ, J.L. (1998). Nondestructive evaluation of building timber by ultrasound. 13th International Symposium on Nondestructive Testing of Wood. Montreux, Switzerland.

NORMATIVA

UNE 56544: 2003 Clasificación visual de la madera aserrada para uso estructural. Madera de coníferas.

UNE-EN 338: 2003. Madera estructural. Clases resistentes.

CTE. *Código Técnico de la Edificación*

La eficiencia en la restauración

José Borja Manrique del Río

Soy Arquitecto Técnico en Ejecución de Obras desde el 25/02/1982 y Master en Prevención de Riesgos Laborales desde el 31/03/2003. Desde enero de 1991 ejerzo mi profesión de una manera liberal. En el campo de la restauración patrimonial estoy involucrado de una manera directa desde mi primera publicación en 1982, haciendo proyectos, direcciones de ejecución, participando en congresos, simposios y demás eventos, dando conferencias, investigando e impartiendo clases.

Dirección postal:

La Camposa, 7 Primero
09005 Burgos (España)

Dirección de correo electrónico:

joboma@ono.com

Teléfono:

947041199

La eficiencia en la restauración

Preámbulo

Ha pasado mucho tiempo desde la Declaración de la Convención Nacional de la República Francesa en el año 1.794, donde se proclamaba que los monumentos debían ser protegidos en contraposición a los bárbaros y esclavos que los destruían, afortunadamente nuestros monumentos ahora llamados Bienes Culturales han sido en mayor o menor medida protegidos, cuidados y respetados. Son muchas las teorías que sobre la restauración de estos monumentos se han sucedido desde aquella Declaración, quedando aceptadas de una manera más o menos universal las cuatro fases de cualquier restauración, es decir, el conocimiento, el diagnóstico, la intervención y el mantenimiento. Por desgracia las edificaciones tradicionales no han corrido tan buena suerte, puesto que su interés generalizado no empieza hasta la década de los setenta del pasado siglo, donde hubo una especie de carrera para dotar a los centros históricos de nuestras ciudades de una normativa de protección, de dudoso resultado, dando lugar a finales del siglo pasado al Consejo de Europa a definir la situación en la que se encontraban estos edificios como de chabolismo vertical, debido a su lamentable estado de conservación, y el poco interés que mostraban sus propietarios por su conservación y/o mantenimiento, despreciando todos los valores que estos poseen.

La llamada Arquitectura Tradicional Mediterránea no se ha librado de esta situación.

El calificativo de arquitectura no me parece muy apropiado, cuando de sobra es conocido que muchas de estas edificaciones tradicionales que han llegado hasta nuestros días no han sido diseñadas por un arquitecto, sino que han salido del saber popular, y precisamente ese es uno de sus grandes valores que hay que preservar, puesto que

recogen la sabiduría popular, la utilización de materiales y técnicas constructivas que han demostrado su eficacia, ajenas a modas imperantes en la arquitectura del momento. Los edificios diseñados por los arquitectos que empiezan a darse aproximadamente a partir del tercer tercio del siglo XIX, intentan aglutinar el gusto popular de los edificios tradicionales con el gusto académico imperante en el momento, introduciendo nuevas tipologías y soluciones constructivas, que obviamente tienen muchísimo interés, pero carecen del sabor o buen hacer popular.

Sea como fuere, tanto los edificios populares como los diseñados por arquitectos, se han quedado obsoletos, pues las viviendas en ellos contenidas no reúnen los estándares de calidad que la vivienda del siglo XXI exige, y quizás sea esta una de las causas de su estado actual de abandono, puesto que sus propietarios prefieren el habitar en una vivienda del siglo XXI dejando a su suerte el edificio tradicional, provocando su ruina para intentar construir en su solar, sin tener en cuenta el gran tesoro que poseen y generalmente con el beneplácito del resto de la sociedad representada por las autoridades locales.

Parece claro cual es el reto para nuestros edificios tradicionales incluidos los mediterráneos, salvar sus muchos valores adaptándolos a los estándares de habitabilidad del siglo XXI.

Afortunadamente para el área del mediterráneo contamos con el programa REHABIMED, que ha desarrollado una metodología propia contando con siete fases en vez de las cuatro definidas para la restauración, que intenta ser la solución al reto planteado.

Es conocida la gran distancia que existe entre los planteamientos teóricos y los prácticos, pues como dice el refranero del dicho al hecho hay un trecho, y es por esta razón por la que me gustaría presentarles lo que yo llamo

La eficiencia en la restauración

Si la eficiencia se define como la capacidad de disponer de alguien o de algo para conseguir un efecto determinado, tendremos que acotar cual es el efecto que se quiere conseguir con la intervención en un edificio tradicional, y por lo comentado anteriormente parece que no es una labor sencilla, puesto que para unos primaria la conquista de los estándares de calidad de la vivienda del siglo XXI, mientras que para otros primaria el propio edificio.

En la acotación del efecto, no hay que olvidar que cuando se interviene en un edificio tradicional lo primero que hay que tener en cuenta es que el edificio, como dice la Carta de Cracovia, tiene memoria, es decir, posee una gran fuente de conocimientos que hay que evitar a toda costa que acaben en una escombrera y/o vertedero. Por eso este tipo de intervenciones no son meras rehabilitaciones sino estamos ante una restauración en toda regla, y como tal antes de actuar en él debemos conocerlo. Nos situamos por tanto en la tercera fase de la metodología Rehabimed, es decir, en la planificación técnica de la diagnosis.

La primera toma de contacto con el edificio o visita previa, nos debe de servir para planificar la toma de datos, pues como ya se ha comentado no se busca únicamente las causas y posibles soluciones de las patologías existentes, es decir su reparación, o la adaptación del edificio a los estándares de calidad de la vivienda del siglo XXI, sino que hay que evitar la perdida de las fuentes del conocimiento que atesora el edificio.

Para esta visita previa, el director del proyecto de restauración del edificio, ayudado con un simple bloc de notas y una cámara fotográfica, revisará atentamente el entorno donde se encuentra el

edificio pasando posteriormente a revisar todo el edificio. Con toda esta información planificará la toma de datos necesaria y suficiente para realizar el proyecto de restauración, describiendo y valorando todos los medios materiales y humanos que el considera necesarios para realizar un buen proyecto, y por tanto ampliar sus carencias y/o desconocimientos en ciertos campos del saber humano. Es muy importante este acto de humildad por parte del director del proyecto, puesto que es él el que solicitará la ayuda que necesita, y nadie mejor que él conoce sus limitaciones. Aunque suene duro decirlo la soberbia de muchos directores de proyectos han arruinado edificios.

Esta demostrado que un buen proyecto ahorra tiempo y dinero, puesto que deja muy poco margen a las sorpresas y por tanto a la elaboración de precios contradictorios y a la prolongación excesiva en el tiempo de la intervención, razón que debería de bastar para que la toma de datos sea realizada de la manera mas exhaustiva posible, pero si ésta ya está valorada y planificada perfectamente la conclusión no puede ser más que una, se consigue una mayor efectividad en el aprovechamiento de los medios tanto materiales como humanos, y a la larga un ahorro de medios importante en la intervención del edificio, obteniendo una calidad mayor.

Parece que nadie duda que para un buen proyecto de restauración es necesario contar con un equipo multidisciplinar, y por desgracia en la mayoría de los casos estos equipos están formados por muy buenos profesionales que, y permítanme la expresión, hacen la guerra por su parte. Con la planificación de la toma de datos, este equipo multidisciplinar se transforma en un equipo interdisciplinar, donde cada uno realiza de acuerdo con el director del proyecto su labor, y sus conocimientos en vez de ponerse al servicio de su lucimiento personal y/o profesional, se ponen al servicio del edificio, evitando pérdidas de tiempo innecesarias e informes de tipo generalista, por desgracia tan abundantes, puesto que se transforman en informes concretos y útiles para la elaboración del proyecto.

Normalmente cuando se solicita a un arquitecto o ingeniero de la construcción que vaya a tomar datos a un edificio, lo primero que suele hacer es empezar a levantar croquis donde poder reflejar en ellos las medidas que va tomando, para de esta manera, tranquilamente en su despacho poder realizar los planos que él considere oportuno. Por esto es importante recordar, que estos edificios contienen memoria y que uno de nuestros objetivos es que esta no acabe en una escombrera y/o vertedero, y que por tanto nuestra actuación debe ser en todo momento la de un profesional de la restauración. Por eso es tan importante una buena toma de datos, y esta debe estar planificada, como ya se ha comentado, en la visita previa y en el proyecto de restauración., es decir, por un lado estará la toma de datos necesaria para ejecutar un buen proyecto de restauración (representación gráfica, fuentes documentales, estudio histórico-artístico, estudio arqueológico, estudio de flora y fauna, estudios técnicos, estudio de los materiales, estudio estructural y estudio del entorno¹⁾) y la que quedará definida en el propio proyecto de restauración (sobre todo lo relativo a la toma de muestras de materiales que van a desaparecer, y que es conveniente, con toda la documentación pertinente, depositar en el museo de la localidad, para su custodia y por supuesto para su análisis y estudio cuando se pueda).

Conclusión

Partiendo de la máxima de que cada edificio es un mundo, debemos planificar y valorar la toma de datos del mismo de una manera

específica, de acuerdo a las características y problemáticas del mismo y a las del técnico redactor del proyecto de restauración, huyendo de programas generalistas y/o de míimos.

Muchas gracias por su atención.

Barcelona 12 - 15 de julio de 2.007

¹ La toma de datos se puede ver de una manera más exhaustiva en LA METODOLOGÍA CIENTÍFICA DE LA RESTAURACIÓN ADAPTADA A LAS CIUDADES HISTÓRICAS. José Borja Manrique del Río. ACTAS DEL CONGRESO INTERNACIONAL "RESTAURAR LA MEMORIA" Los criterios de la restauración de los Bienes Culturales: tradición y nuevas tendencias. Valladolid 2002. Diputación de Valladolid - Junta de Castilla y León. Páginas 739-758

Determination des performances en usage des maisons traditionnelles en climats chaud seches.

Hypothèse de De-codification de l'architecture traditionnelle: le cas d'étude de l'Intervention pilote au Nefta, ville-oasis du Chott - el - Jerid, Tunisie.

Sara Cacciola

Docteur de recherche et collaborateur du Prof. Corrado Trombetta, Italien expert dans le secteur "Expériences de Réhabilitation" du Projet Rehabimed et responsable du groupe de travail dans le Projet italo-tunisienne *Étude, sauvegarde et valorisation des villes-oasis en Tunisie. Intervention pilote au Nefta*, en laquelle suis structurée en qualité de Tutor de Technologie de l'architecture et d'Histoire de l'architecture.

Adresse postale:

Université Méditerranéenne de Reggio Calabria, Italie, Département DASTEC, rue Melissari,
89100 Reggio Calabria, Italie

Adresse electronique:

scacciola@ingegneria.unime.it

Téléphone:

+39 328 1186167

Le cas d'étude de l'intervention pilote italo-tunisienne à Nefta

Le projet a commencé en juin du 2005 avec l'intervention triennale pilote dans la ville-oasis de Nefta et c'est le résultat d'un protocole de coopération du 2001 entre le Gouvernement Italien et Tunisien. Le projet se propose la formation des ressources humaines locales, pour la sauvegarde et la valorisation du patrimoine architectural et du milieux, à travers la messe à point et la consolidation des procès de développement endogène, de croissance économique, culturelle et sociale.

A Nefta un Centre pour la formation et la recherche a été fondé, avec l'objectif d'attribuer aux tunisiens titulaires d'une maîtrise technique la compétence pour comprendre et protéger les réalités locales.

Du 2005 je déroule activité didactique et de recherche et je fais partie du groupe de travail du Prof. Trombetta qui s'occupe de rechercher les aspects technologiques de l'édifié traditionnel en mettant l'attention sur la capacité de l'enveloppe des bâtiments d'interagir avec le difficile milieu désertique en adoucissant l'impact climatique sur le bâtiment. La recherche vise à l'enquête sur l'efficacité énergétique de l'enveloppe de bâtiment traditionnel et sur le niveau de comfort termo-hygrométrique qu'on peut obtenir et à la définition des matériaux et des solutions

technologiques, compositives et formels, basées sur l'expérience qui concourent à garantir confort de l'ambiant et épargne énergétique, à se considérer comme interventions efficaces selon les règles de la soutenabilité.

Enquête instrumentale des performances énergétiques L'enquête directe sur bâtiments de Nefta a permis d'identifier les caractères compositifs et constructifs de l'architecture traditionnel des oasis. Attention s'est concentrée sur le rapport entre architecture et milieu naturel et on est arrivé à déterminer, à l'échelle urbaine, sur chaque bâtiment et sur chaque élément architectural, les systèmes qui, selon une évaluation empirique, ils sont responsables de la modération de l'impact climatique sur les bâtiments. Pour vérifier la validité des systèmes définissables bioclimatiques expérimentaux nécessaires des enquêtes sur le comportement termo-hygrométrique des bâtiments, en cours. La connaissance des valeurs de la température et de l'humidité relative d'un milieu permet, en effet, d'en déterminer avec bonne approximation le niveau de confort et l'étude du rapport direct entre l'usage de quelques systèmes et la différence climatique entre milieu extérieur et intérieur permet de les identifier et de les réutiliser. La définition des solutions efficaces répond à l'objectif de fournir une méthodologie qui peut guider dans le choix des systèmes constructifs qui garantissent une supérieure efficacité termo-hygrométrique de l'enveloppe, selon les lois du soutenabilité, aufin d'une réduction de la consommation énergétique et de la pollution. À la telle fin, on a installés, en quelques maisons de Nefta, des sensoriels thermiques et termo-hygrométriques lointains à la lecture informatique, les iButton. En ayant lu, dans la composition compacte du medina et dans la dimension, conformation et distribution des parcours des systèmes, des probables systèmes de première modération de l'impact climatique à l'échelle urbaine, on a considéré utile de comparer les valeurs aussi termo-hygrométriques extérieurs relevés par le centre météorologique de Nefta.

Premiers résultats

En Juin 2006 les iButton ont été appliqués en la Dar El Wadi (C1) de Nefta, choisie comme maison champion pour ses compositives caractéristiques et constructives. Il s'agit d'un bâtiment traditionnel pour principes compositives, techniques constructives et matériaux utilisés, sauf pour une partie des greniers de couverture, reconstruit en utilisant matériaux nouveaux, et pour l'addition de nouvelles ouvertures pendant l'intervention de restauration du 2006. C'est l'une des maisons à la cour la plus grande de la medina et présente une articulation intéressante dans la subdivision des places intérieures. Le résultat est une variété de milieux qu'ils offrent un répertoire vaste de solutions à rechercher et comparer.

Le comparaison entre les termo-hygrométriques graphiques et entre ceux-ci et les caractéristiques des milieux de la maison C1, a souligné tout ça:

- une réduction de l'oscillation des valeurs de la température extérieure relevés dans la ruelle limitrophe au nord de la maison on la lit en respect aux valeurs obtenues par le Centre Meteo de Nefta, situé dans une zone ouverte - oscillation de 24 à 30°C plutôt que de 20 à 33°C. Telle différence est imputable, avec bonne probabilité, à la présence de courants d'air induits par la conformation du plan de la maison et de l'orientation des ruelles;

- une réduction sensible de l'oscillation des valeurs de l'humidité relative qui va de 15 - 75% à l'extérieur à 30-55% à l'intérieur, en rentrant amplement dans la zone du bien-être;
- les milieux qui présente une réduction consistante de l'oscillation de la température se trouvent au rez-de- chaussée, dans la partie avec exposition est-ouest, avec mur perimetrale à l'est d'épaisseur variable de 80 à 120 cms et ouvert avec lucarnes rares sur une rue étroite, délimitée par hauts murs, et avec mur perimetrale à l'ouest de 80 cms environ d'épaisseur qui presente différentes ouvertures sur la cour interieure. L'oscillation thermique se réduit en manière essentielle dans les milieux pas exposés directement à l'extérieur ou dans les milieux exposés à l'extérieur avec des murs plus épais, 120 cms environ, et aveugles ou encore dans les pièces qui se montrent sous le portique avec petites et rares ouvertures. Dans tels milieux la température, dans la première moitié de Juin, oscille de 24 à la limite de 26°C ou s'arrete à 26°C presques stables, valeurs qui rentrent amplement dans la zone du bien-être, pendant que, comme déjà dit, à l'extérieur la température atteint 20°C de minimume et 33°C de maxime. De la comparaison entre les valeurs comprises dans les entractes dites et les valeurs de l'humidité interne relative résulte que le niveau de confort atteint, en Juin 2006, dans ces milieux il rentre dans la zone du bien-être, ou se rapproche beaucoup, pour toute la période du relevé, sauf pour brefs moments de la journée;
- une oscillation plus grande de la température a été enregistrée dans les pièces toujours mises à rez-de-chaussée, avec des murs moins épais, environ 60 cms d'épaisseur, avec deux facades exposées sur les amples espaces ouverts des cours intérieures et avec ouvertures plus amples et nombreuses directement ouvertes à l'extérieur. Dans ces milieux en Juin les valeurs de température ont été relevées compris entre 22 et 29°C et la comparaison avec l'humidité relative, 30% minimume - 50% maxime souligne qu'on a atteint un niveau de confort acceptable seulement pour valeurs qui rentrent entre 25 et 27°C et c'est-à-dire seulement pour plus ou moins brèves périodes de temps comprises entre les 12 et 24 haures. La comparaison entre les valeurs de température et d'humidité relative relevée entre les heures 1 et les 12 a donné, par contre, résultats qui sont au dehors de la zone du bien-être;
- les autres milieux ont présenté valeurs de température oscillante entre 24 et 28°C, surtout dans les pièces au rez-de-chaussée, et entre 25 et 27°C, dans les pièces au premier étage. Leurs caractéristiques sont: épaisseur de maçonnerie de 80 cms environ, deux murs intérieurs, l'un adossé à l'autre bâtiment ou limitrophe avec les ruelles, exposition plus abritée et une autre ouverte, en position moins protégée, sur l'ample cour interieure.

Conclusions

Les premiers résultats partiels confirment la supposoire capacité des systèmes traditionnels à interagir avec le climat extérieur en l'adoucissant et ils indiquent que les systèmes de habitation des oasis tunisiennes vérifient aussi les standards actuels du comfort.

Une proposition en clé contemporaine, dans la restauration comme dans le projet du nouveau, des systèmes traditionnels présente en tout cas des limites.

Il faut tenir compte, en effet, des nouvelles nécessités d'habitation qui portent à l'introduction d'innovations dans les techniques constructives et dans les caractéristiques du projet et distributives. Le grand besoin actuel d'air et lumière dans les pièces résidentielles

alimente la tendance à augmenter les surfaces trouées dans les murs extérieurs avec la conséquente grande vulnérabilité de l'enveloppe d'habitation aux rigueurs du climat. La résistance insuffisante aux agents atmosphériques des couvertures traditionnelles réalisées avec des feuilles de palmier et terre crue en outre, il comporte interventions continues et systématiques d'entretien non plus compatibles avec les rythmes modernes de vie. Tout ça détermine un abandon graduel des systèmes constructifs et des matériels traditionnels au service de techniques constructives importées, apparemment plus avantageuses, qui prévoient l'usage de matériaux pas trouvables localement et peu connus par les communautés et improprement utilisés. Telles limites sont surmontables avec des interventions complémentaires simples ou avec des substitutions partielles aptes à maintenir inaltérée ou, si nécessaire, améliorer la compatibilité ambiante, sociale et économique des solutions traditionnelles. La plus grande attention dans la distribution et caractéristiques des ouvertures et dans la sélection et composition des matériaux locaux pourrait améliorer ultérieurement le résultat excellent atteint avec les techniques constructives traditionnelles. La définition et la proposition, à travers par exemple un Code de pratique, des différentes solutions, en ligne avec les lois du soutenabilité de la construction, constituent les prochains passes dans le parcour de recherche qui continue avec des relevés annuelles et analyses de laboratoire des champions des matériaux et qui a porté aux premiers résultats encourageants.

