

a cura di | editado por
GIACOMO TEMPESTA
JACOPO G. VITALE

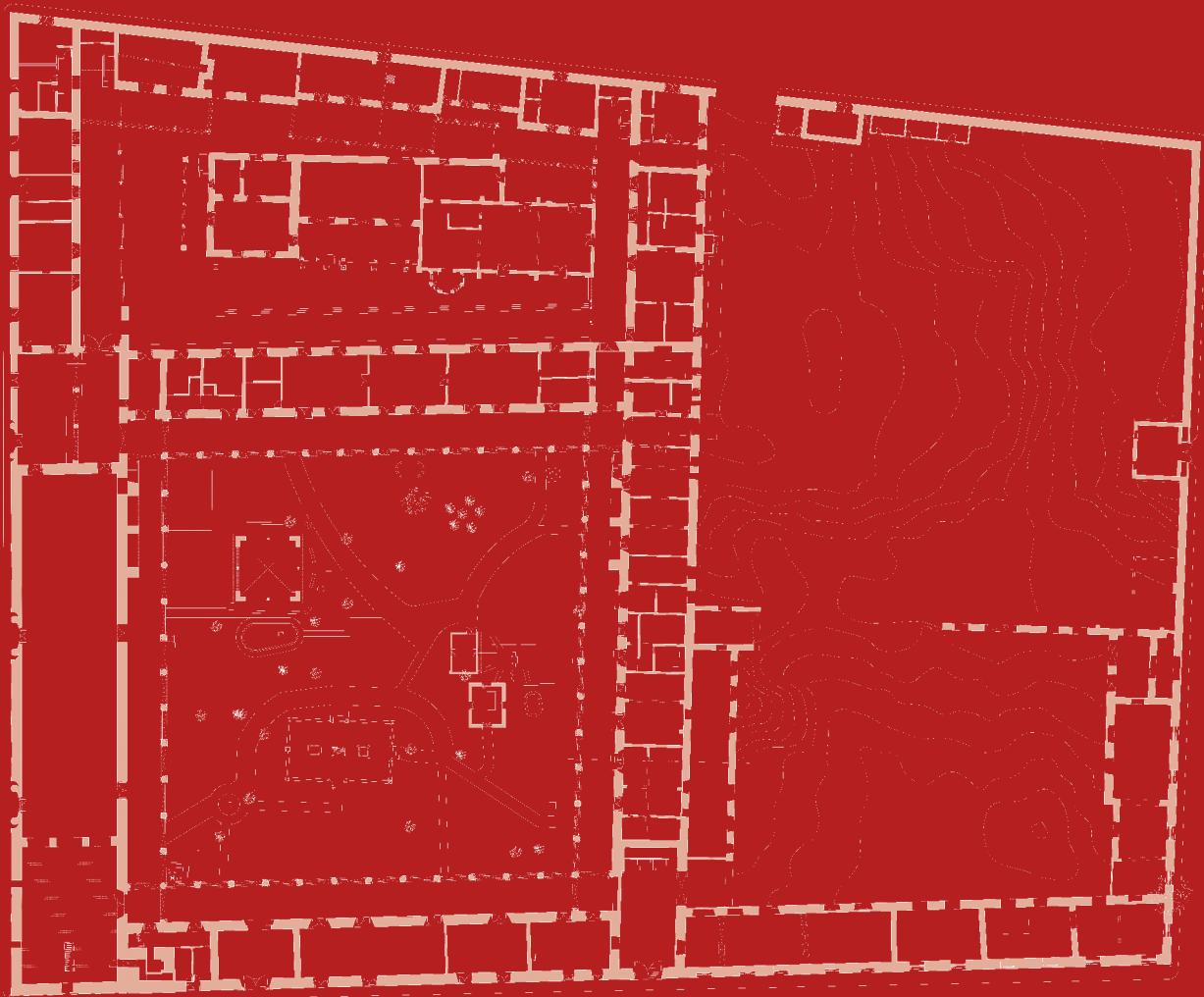
Convento di Santa Clara de Asis, L'Avana - Cuba

Convento de Santa Clara de Asís, La Habana - Cuba

*Indicazioni per il recupero
e la riqualificazione funzionale*

*Indicaciones para la recuperación
funcional y el redesarrollo*

FIRENZE
UNIVERSITY
PRESS



Ricerche. Architettura, Pianificazione, Paesaggio, Design

La Firenze University Press, in collaborazione con il Dipartimento di Architettura dell'Università di Firenze, promuove e sostiene la collana *Ricerche. Architettura, Pianificazione, Paesaggio, Design*. Questa iniziativa si propone di offrire un contributo alla ricerca nazionale e internazionale sul progetto in tutte le sue dimensioni, teoriche e pratiche. I volumi della collana sono valutati secondo le migliori policy editoriali internazionali e raccolgono i risultati delle ricerche di studiosi dell'Università di Firenze e di altre istituzioni nazionali e internazionali. *Ricerche. Architettura, Pianificazione, Paesaggio, Design* supporta pienamente la pubblicazione ad accesso aperto come strumento ideale per condividere idee e conoscenze in ogni campo di ricerca con un approccio aperto, collaborativo e senza scopo di lucro. Le monografie e i volumi miscelanei ad accesso aperto consentono alla comunità scientifica di ottenere un elevato impatto nella ricerca, nonché una rapida diffusione.

Editor-in-Chief

Francesco Valerio Collotti | University of Florence, Italy

Scientific Board

Gianpiero Alfarano | University of Florence, Italy; **Barbara Aterini** | University of Florence, Italy; **Carla Balocco** | University of Florence, Italy; **Susanna Caccia Gherardini** | University of Florence, Italy; **Maria De Santis** | University of Florence, Italy; **Letizia Dipasquale** | University of Florence, Italy; **Giulio Giovannoni** | University of Florence, Italy; **Lamia Hadda** | University of Florence, Italy; **Anna Lambertini** | University of Florence, Italy; **Francesca Mugnai** | University of Florence, Italy; **Luisa Rovero** | University of Florence, Italy; **Marco Tanganelli** | University of Florence, Italy

International Scientific Board

Daniela Bosia | Politecnico di Torino; **Nicola Braghieri** | EPFL - Swiss Federal Institute of Technology in Lausanne, Switzerland; **Lucina Caravaggi** | University of Rome La Sapienza, Italy; **Federico Cinquepalmi** | ISPRA, The Italian Institute for Environmental Protection and Research, Italy; **Margaret Crawford**, University of California Berkeley, United States; **Maria Grazia D'Amelio** | University of Rome Tor Vergata, Italy; **Francesco Saverio Fera** | University of Bologna, Italy; **Carlo Francini** | Comune di Firenze, Italy; **Sebastian Garcia Garrido** | University of Malaga, Spain; **Medina Lasansky** | Cornell University, United States; **Jesus Leache** | University of Zaragoza, Spain; **Heather Hyde Minor** | University of Notre Dame, United States; **Tomaso Monestiroli** | Politecnico di Milano; **Daniilo Palazzo** | University of Cincinnati, United States; **Pablo Rodríguez Navarro** | Universitat Politècnica de València, Spain; **Ombretta Romice** | University of Strathclyde, Scotland; **Silvia Ross** | University College Cork, Ireland; **Monica Rossi-Schwarzenbeck** | Leipzig University of Applied Sciences, Germany; **Jolanta Sroczynska** | Cracow University of Technology, Poland; **Hua Xiaoning** | Nanjing University

Emeritus Board

Paolo Felli | Emeritus Professor, University of Florence

Saverio Mecca | Emeritus Professor, University of Florence

Raffaele Paloscia | Emeritus Professor, University of Florence

Maria Concetta Zoppi | Emerita Professor, University of Florence

a cura di | editado por
GIACOMO TEMPESTA
JACOPO G. VITALE

**Convento
di Santa Clara de Asis,
L'Avana - Cuba**

**Convento
de Santa Clara de Asís,
La Habana - Cuba**

*Indicazioni per il recupero
e la riqualificazione funzionale*

*Indicaciones para la recuperación
funcional y el redesarrollo*



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DIDA
DIPARTIMENTO DI
ARCHITETTURA



Convento di Santa Clara de Asis, L'Avana - Cuba = Convento de Santa Clara de Asís, La Habana - Cuba : indicazioni per il recupero e la riqualificazione funzionale = Indicaciones para la recuperación funcional y el redesarrollo / a cura di = editado por Giacomo Tempesta, Jacopo Giuseppe Vitale. - Firenze : Firenze University Press, 2024.

(Ricerche. Architettura, Pianificazione, Paesaggio, Design ; 35)

<https://books.fupress.com/isbn/9791221505429>

ISSN 2975-0342 (print)
ISSN 2975-0350 (online)
ISBN 979-12-215-0541-2 (Print)
ISBN 979-12-215-0542-9 (PDF)
ISBN 979-12-215-0543-6 (XML)
DOI 10.36253/979-12-215-0542-9

Peer Review Policy

Peer-review is the cornerstone of the scientific evaluation of a book. All FUP's publications undergo a peer-review process by external experts under the responsibility of the Editorial Board and the Scientific Boards of each series (DOI: 10.36253/fup_best_practice.3).

Firenze University Press Editorial Board

M. Garzaniti (Editor-in-Chief), M.E. Alberti, F. V. Arrigoni, E. Castellani, F. Ciampi, D. D'Andrea, A. Dolfi, R. Ferrise, A. Lambertini, R. Lanfredini, D. Lippi, G. Mari, A. Mariani, P.M. Mariano, S. Marinai, R. Minuti, P. Nanni, A. Orlandi, I. Palchetti, A. Perulli, G. Pratesi, S. Scaramuzzi, I. Stolzi.

FUP Best Practice in Scholarly Publishing (DOI: 10.36253/fup_best_practice)

The online digital edition is published in Open Access on www.fupress.com.

Content license: except where otherwise noted, the present work is released under Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/legalcode>) This license allows you to share any part of the work by any means and format, modify it for any purpose, including commercial, as long as appropriate credit is given to the author, any changes made to the work are indicated and a URL link is provided to the license.

Metadata license: all the metadata are released under the Public Domain Dedication license (CC0 1.0 Universal: <https://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/legalcode>).

in copertina

Planimetria generale piano terreno. *Plano general de planta baja*.

Traduzione a cura di Libero Marcello Pagliai Santillán.

progetto grafico

didacommunicationlab

Dipartimento di Architettura
Università degli Studi di Firenze

© 2024 Author(s)

Published by Firenze University Press

Firenze University Press
Università degli Studi di Firenze
via Cittadella, 7, 50144 Firenze, Italy
www.fupress.com

*This book is printed on acid-free paper
Printed in Italy*

Stampato su carta di pura cellulosa *Fedrigoni Arcoset*

ELEMENTAL
CHLORINE
FREE
GUARANTEED



Premessa Prólogo	9
Prefazione Prefacio	11
Introduzione Introducción	13
Il caso studio El estudio de caso	15
Analisi dei luoghi Análisis de lugares	33
Analisi dello stato di conservazione Análisis del estado de conservación	33
Principali problematiche che affliggono il manufatto Principales problemas que afectan la manufactura	36
Analisi biologiche Análisis biológicos	50
Indagini microdistruttive e caratterizzazione dei materiali Estudios microdestrutivos y caracterización de los materiales	59
Geomatica e diagnostica non distruttiva Geomática y diagnóstico no destructivo	59
Analisi e selezione dei test non distruttivi Análisis y selección de pruebas no destructivas	60
Discussione dei risultati ottenuti Discusión de los resultados obtenidos	64
Conclusioni Conclusiones	72
Analisi minero-petrografiche Análisis minerales y petrográficos	74
Caratterizzazione dei materiali da costruzione Caracterización de los materiales de construcción	76
Conclusioni Conclusiones	85
Considerazioni su materiali, tecnologie impiegate ed ipotesi di consolidamento Consideraciones sobre los materiales, las tecnologías empleadas y las hipótesis de consolidación	91
Apparati murari Aparatos de mampostería	91
Strutture verticali lignee Estructuras verticales de madera	95
Ipotesi di consolidamento su patii Supuestos de consolidación en los patios	96
Sistema di smaltimento e regimazione delle acque piovane Sistema de regulación y evacuación de aguas pluviales	100
Restauro e conservazione dei sostegni lignei della copertura della Chiesa attraverso l'uso di resine Restauración y conservación de los soportes de madera de la cubierta de la iglesia mediante el uso de resinas	110
Soluzione proposta: sigillatura delle crepe con resina epossidica Solución propuesta: sellado de grietas con resina epoxi	117

Proposte di ricostruzione e rifunzionalizzazione Propuestas de reconstrucción y refuncionalización	121
Proposte funzionali Propuestas funcionales	121
Ringraziamenti Agradecimientos	137
Profili degli autori Perfiles de los autores	138
Bibliografia Bibliografía	140
Crediti fotografici Créditos fotográficos	141



M. Sc. Arq. Tatiana Fernández de los Santos
Directora de la Empresa Restauración
de la Oficina del Historiador de la Ciudad de La Habana



Il gruppo di lavoro in occasione del primo workshop sul posto. El grupo de trabajo durante el primer taller en los sitios de estudio.

Questo libro si rivolge a tutti coloro che nutrono una profonda passione per la disciplina del Restauro.

L'Opera è dedicata in modo particolare al nostro Maestro, lo storico Dr. Eusebio Leal Spengler che ci ha insegnato la passione per il patrimonio della nostra città. In tutti gli anni della sua vita, ha trasmesso a tutti i suoi collaboratori esperienza e metodologie su come agire di fronte a un edificio deteriorato dal passare del tempo. Leal ha sempre avuto la virtù della tenacia, della saggezza, della responsabilità e dell'amore per un lavoro eseguito a regola d'arte.

Il nostro libro è nato dalle mani di molti professionisti del restauro: storici, ricercatori, architetti, ingegneri, costruttori e molti altri membri di squadre multidisciplinari che si sono formate all'interno della Oficina del Historiador, tutti uniti nello stesso obiettivo di far rivivere il Convento di Santa Clara de Asís all'Avana.

Siamo grati a tutti coloro che hanno preso parte a quest'opera per il loro impegno profuso nel fornire la visione storica di un'architettura e della sua relazione con le funzioni del passato e del futuro che questa opera ci riserverà, è il nostro più sincero obiettivo.

Questi ricordi fanno parte della nostra esistenza; ciò che non è scritto se, in qualche modo, non è trasmissibile ad altri, non esiste.

Este libro está dirigido a todas las personas sensibles por la calidad de las ejecuciones en obras de restauración.

De forma muy especial, está dedicado a nuestro líder, el historiador Dr. Eusebio Leal Spengler, quien nos enseñó la pasión por el Patrimonio de nuestra Ciudad. Años de experiencia transmitiendo a todos sus colaboradores, cómo actuar ante un inmueble deteriorado por el paso del tiempo. Leal tuvo siempre la virtud de la tenacidad, la sabiduría, la responsabilidad y el amor al trabajo bien hecho.

Nuestro libro nace de manos de muchos profesionales de la restauración: historiadores, investigadores, arquitectos, ingenieros, constructores y muchos otros actores provenientes de los equipos multidisciplinarios formados en la Oficina del Historiador, todos unidos en el mismo objetivo de revivir el Convento de Santa Clara de Asís de La Habana.

Agradecer el esfuerzo de todos por ofrecer la visión histórica de una arquitectura y su relación con las funciones del pasado y el futuro que nos deparará esta obra, es nuestro más sincero propósito.

Estas memorias son parte de nuestra existencia; lo que no quede escrito y, de alguna manera, transmisibile para otros, no existe.





Corridoio coperto del
Primo Chiostro.
Pasillo cubierto del
Primer Claustro.

La monografia si inquadra all'interno del progetto INNOVA CUBA, un piano di lavoro che fa parte di un programma pluriennale di partenariato tra ARCS e la Oficina de l'Historiador de la Ciudad de la Habana – OHCH, struttura statale responsabile della gestione del centro storico dell'Avana, grazie alla quale sono state aggiornate le tecniche e le modalità di intervento nella salvaguardia e valorizzazione del patrimonio culturale cubano con strumenti innovativi. Il progetto nasce con l'obiettivo di rafforzare il processo di conservazione, valorizzazione e diffusione del patrimonio culturale di Cuba attraverso l'incremento della collaborazione tra istituzioni pubbliche, attori non statali e comunità locali. Una delle finalità principali è stata quella di promuovere l'uso delle innovazioni tecnologiche e metodologiche applicate alla conservazione ed alla salvaguardia del patrimonio culturale, rafforzando l'offerta turistica e la crescita economica e sociale del territorio.

L'iniziativa ha fatto riferimento, inoltre, alla necessità di rispondere a problematiche come l'eccessiva durata degli interventi di restauro, la mancanza di tecnici qualificati, la limitata crescita delle nuove forme di gestione non statale previste dalla legge nel settore del restauro, il lento sviluppo del passaggio di competenze dalla OhcH al settore privato ed al mancato sviluppo di modalità che permettano un più efficiente sfruttamento della domanda di turismo culturale. All'interno del progetto sono stati coinvolti altri enti, di ricerca e non, quali Assorestauo "Centro di Formazione per il Restauro e il Design", sostenuto da ICE e MISE (2016-2018) e l'attività della Fondazione Tecnalìa, che opera con

La monografía se inscribe en el proyecto INNOVA CUBA, un plan de trabajo que forma parte de un programa plurianual de colaboración entre la ARCS y la Oficina del Historiador de la Ciudad de la Habana – OHCH, estructura estatal responsable de la gestión del centro histórico de la Habana, gracias a la cual han sido actualizadas las técnicas y métodos de intervención en la conservación y valorización del patrimonio cultural cubano con herramientas innovadoras. El proyecto nace con el objetivo de reforzar el proceso de conservación entre las instituciones públicas, los agentes no estatales y las comunidades locales. Uno de los objetivos principales del proyecto recae en la promoción del uso de innovaciones tecnológicas y metodológicas aplicadas a la conservación y preservación del patrimonio cultural, reforzando la oferta de turismo y el crecimiento económico y social del territorio.

La iniciativa se ha referido, también, a la necesidad de responder a las problemáticas como la duración excesiva de las intervenciones de restauración, la falta de técnicos cualificados, el crecimiento limitado de las nuevas formas de gestión no estatales previstas por la ley en el sector de restauración, el lento desarrollo del pasaje de competencias de la OHCH al sector privado y al desarrollo ausente de formas que permitan explotar de la manera más eficiente, la demanda del turismo cultural.

En el proyecto participaron otras entidades, de investigación y no, como Assorestauo "Centro de Formación para la Restauración y el Diseño", apoyado por el ICE y el MISE (2016-2018) y la actividad de la Fundación Tecnalìa, que

finanziamenti della cooperazione basca (2017-2019) per il miglioramento delle tecniche di pianificazione urbana del territorio, ed il coinvolgimento di altri partner come l'Accademia delle Belle Arti di Varsavia, l'Università di Firenze, AITR (associazione italiana turismo responsabile), Arci Toscana e DiaCon srl Spin-off dell'Università degli Studi di Firenze.

Nello specifico gli obiettivi raggiunti sono stati molteplici. Tra questi il più significativo ha riguardato il rafforzamento della capacità locale nell'uso delle innovazioni tecnologiche e metodologiche da applicare nel processo di conservazione e salvaguardia del patrimonio culturale, ed in particolar modo il trasferimento reciproco di know how da parte di tutti gli enti.

La monografia raccoglie i contributi di tutti coloro che hanno preso parte al progetto Innovacuba e viene descritto il caso studio nei suoi aspetti storici, conservativi, strutturali e funzionali; sono inoltre inclusi e approfonditi i risultati delle indagini non distruttive condotte durante il workshop come indagini termografiche ed analisi mineralogiche e petrografiche condotte dal laboratorio Materiali Lapidei e Geologia Applicata, dell'Ambiente e del Paesaggio dell'Università degli Studi di Firenze.

Sono state inoltre approfondite le tecnologie costruttive utilizzate in situ e formulate proposte per un recupero in linea con le tecnologie locali a disposizione oltre ad un'ipotesi di rifunzionalizzazione con schemi distributivi al fine di offrire un'idea progettuale per convertire il Convento in un Centro di Formazione in Gestione e Conservazione del Patrimonio per Cuba e i Caraibi.

trabaja con financiamientos de la cooperación vasca (2017-2019) para la mejora de las técnicas de planificación urbana del territorio, y la implicación de otros socios como la Academia de Bellas Artes de Varsovia, la Università degli Studi di Firenze, la AITR (Asociación Italiana de Turismo Responsable), Arci Toscana e DiaCon srl Spin-off de la Università degli Studi di Firenze.

En concreto, los objetivos alcanzados han sido varios. Dentro de estos, el más significativo se refiere al fortalecimiento de la capacidad local en el uso de las innovaciones tecnológicas y metodológicas que se aplican en el proceso de conservación y preservación del patrimonio cultural, poniendo énfasis en el modo de transferencia recíproca de "know how" por parte de todas las entidades.

La monografía recoge las aportaciones de los que han participado en el proyecto INNOVA CUBA y describe el caso de estudio a partir de sus aspectos históricos, de conservación, estructura y función; también se incluyen y se desarrollan los resultados de las investigaciones no destructivas realizadas a lo largo del taller como las de carácter termográfico y análisis mineralógicos y petrográficos llevadas a cabo por el Laboratorio Materiales Pétreos y Geología Aplicada, del Medio Ambiente y Paisaje de la Università degli Studi di Firenze (Laboratorio Materiali Lapidei e Geologia Applicata, dell'Ambiente e del Paesaggio dell'Università degli Studi di Firenze).

Además, se han profundizado las tecnologías constructivas in situ y formulado propuestas de recuperación de acuerdo con las tecnologías locales a disposición, así como a una hipótesis de replanteamiento funcional con esquemas de distribución con la finalidad de obtener una idea de proyecto para la conversión del Convento en un Centro de Formación en Gestión y Conservación del Patrimonio para Cuba y el Caribe.

Alberto Hernández Oroza

Oficina del Historiador de La Ciudad de La Habana

Non è intenzione degli autori fornire uno studio specializzato o specifico sull'architettura coloniale dell'Avana, poiché questo implicherebbe la raccolta di molte e diverse fonti, così come la necessità di studiare criticamente le sistematizzazioni esistenti sulla sua storia e il suo sviluppo, soprattutto dopo i grandi contributi forniti negli ultimi trent'anni dalle ricerche effettuate presso l'Ufficio dello Storico dell'Avana e altri centri di insegnamento e ricerca della città.

Il restauro e la riabilitazione di importanti edifici e spazi urbani del centro storico dell'Avana hanno portato alla realizzazione di un importante corpo di ricerche specifiche, il cui valore è ancora da dimostrare in termini di trascendenza per la conoscenza della nostra architettura locale. La storia e l'archeologia sono state le discipline che hanno avuto il maggior impatto nel riportare alla luce conoscenze antiche, procedure, modi di fare, abitanti, proprietari, costruttori, modi di vivere, ecc. E i loro creatori hanno scoperto nuove fonti che vanno oltre i documenti puramente architettonici, tecnici e di progetto.

Per questo abbiamo preferito evocare l'impronta delle autorità più importanti nella comprensione dell'architettura coloniale dell'Avana, in modo da scoprire, dagli studi tradizionali all'uso delle nuove tecnologie, i risultati che ci permettono di comprendere il valore delle nostre costruzioni in modo più sensato.

Nel caso specifico, il manufatto che tratteremo è il Convento di Santa Clara de Asís all'Avana.

No es intención de los autores ofrecer un estudio especializado o específico sobre la arquitectura colonial de La Habana, pues ello implicaría la recopilación de muchas fuentes diferentes, así como la necesidad de estudiar de forma crítica las sistematizaciones existentes sobre su historia y desarrollo, sobre todo después de las grandes contribuciones realizadas en los últimos treinta años por parte de las investigaciones en la Oficina del Historiador de La Habana y otros centros de enseñanza e investigación de la ciudad.

La restauración y la rehabilitación de edificios importantes y espacios urbanos del centro histórico de La Habana ha llevado a la formación de un importante conjunto de investigaciones específicas, cuyo valor todavía tiene que ser demostrado cuando se habla de trascendencia para el conocimiento de nuestra arquitectura local. La historia y la arqueología han sido las disciplinas que más han incidido en sacar a la luz antiguos conocimientos, procedimientos, formas de hacer, habitantes, propietarios, constructores, modos de habitar, etc. Y sus creadores han descubierto nuevas fuentes que van más allá de documentos puramente arquitectónicos, técnicos y de proyecto.

Por esto nos hemos enfocado en evocar la huella de la autoridad más importante en la comprensión de la arquitectura colonial de La Habana, de manera que se pueda descubrir, a partir de los estudios tradicionales hasta el uso de las nuevas tecnologías, los resultados que nos permite comprender el valor de lo que construimos de una manera más sensata.

En este caso concreto, el artefacto del que hablaremos es el Convento de Santa Clara de Asís en La Habana.



Alina Romeo Sáez
Alberto Hernández Oroza
Pedro Ramón Cuétara Pérez

Oficina del Historiador de la Ciudad de La Habana



Il Primo Chiostro nel
 2014. Fonte: Oficina del
 Historiador de la Ciudad
 de La Habana.

I modi di costruire nei secoli coloniali dell'Avana, le loro ragioni estetiche, culturali e di vita, sono state valutate in modi diversi da critici e storici. Il professore, architetto e storico dell'architettura, Dr. Joaquín Weiss, nella sua eccellente opera *La Arquitectura Colonial Cubana. Siglos XVI al XIX*, ha dichiarato che:

Per quanto riguarda la qualità di questa architettura, vorremmo sottolineare il nostro modo di pensare ieri e oggi. Crediamo che sarebbe sciocco fare un confronto tra l'architettura coloniale cubana, nata in un ambiente umile, con pochi mezzi di espressione e costruttori che raggiunsero il rango di architetti solo nel XVIII secolo, e i suoi contemporanei rinascimentali e barocchi della metropoli. Né sarebbe ragionevole aspettarsi che produca esemplari paragonabili a quelli che illustrano le architetture coloniali del Messico e del Perù, due dei più grandi e ricchi territori dell'America ispanica. Ma, a parte queste, è probabilmente la più completa e meglio rappresentata dell'architettura coloniale del nostro continente. La sua personalità è chiara e ben definita; le sue soluzioni, interamente funzionali, riflettono in modo impressionante l'ambiente sociale in cui è stato prodotto, la vita e i costumi del paese, e i materiali che la terra e l'industria hanno fornito ai suoi abitanti. La sua sobrietà e la semplicità delle sue soluzioni non potrebbero essere più in sintonia con gli ideali moderni; allo stesso tempo è pittoresco e colorato. La grandezza della sua scala, le sue grandi arcate, i suoi balconi sporgenti, le sue enormi ringhiere, sono state ammirate dai viaggiatori di tutti i tempi, anche dagli architetti con proiezioni completamente moderne.¹

Los modos de construir en los siglos coloniales habaneros, sus razones estéticas, culturales y de vida, han sido valorados de diversas formas por los críticos e historiadores. El catedrático, arquitecto e historiador de la arquitectura, Dr. Joaquín Weiss, en su excelsa obra *La Arquitectura Colonial Cubana. Siglos XVI al XIX*, afirmaba que:

En cuanto a la calidad de esta arquitectura, queremos puntualizar nuestro modo de pensar de ayer y de hoy. Creemos que sería insensato establecer una comparación entre la arquitectura colonial cubana, nacida en un medio humilde, contando con muy escasos medios de expresión y constructores que solo en el siglo XVIII alcanzaron el rango de arquitectos, y sus contemporáneos del Renacimiento y el Barroco en la metrópoli. Tampoco sería razonable esperar que produjera ejemplares comparables a los que ilustran las arquitecturas coloniales de México y el Perú, dos de los más extensos y ricos territorios de la América hispana. Pero, fuera de estos, es probablemente la arquitectura más completa y mejor representada de la arquitectura colonial de nuestro continente. Su personalidad es clara y bien definida; sus soluciones, enteramente funcionales, reflejan de un modo impresionante el medio social en que se produce, la vida y costumbres del país, y los materiales que el suelo y la industria brindaban a sus habitantes. Su sobriedad y la sencillez de sus soluciones no pueden estar más a tono con los ideales modernos; al propio tiempo es pintoresca y de un gran colorido. La grandeza de su escala, sus grandes soportales, sus voladizos balcones, sus enormes rejas, han sido admirados por viajeros de todos los tiempos, incluso por arquitectos con proyecciones enteramente modernas.¹

¹ Weiss y Sánchez, Joaquín E. "Introducción". L'Avana, febbraio 1968. La

¹ Weiss y Sánchez, Joaquín E. "Introducción". La Habana, febrero de 1968. La

Un altro dei classici degli studi storici dell'architettura dell'Avana, il professore e ricercatore Francisco Prat Puig, dimostrò ampiamente l'esistenza di un'architettura precedente agli esempi barocchi, presi all'epoca come l'unica vera forma di architettura, che emerse nel XVII secolo e sopravvisse nei primi decenni del XVIII secolo, e i cui esponenti non potevano essere considerati precari, artisticamente poveri per il loro carattere popolare e anonimo. Proprio quest'ultima caratteristica dà loro ancora più valore, quando si interpreta archeologicamente la loro² costruzione ed esistenza. La pubblicazione dell'opera sostanziale *El pre barroco en Cuba. Una scuola creola di architettura moresca*, nel 1947, erano già undici anni che Weiss aveva pubblicato il suo *Cuban Colonial Architecture*. Tuttavia, la tesi di Prat doveva essere accettata nel senso che forniva i fattori essenziali che hanno contribuito a caratterizzare l'architettura cubana durante la maggior parte del periodo coloniale. È proprio in questa tendenza, il pre-barocco, che si trova il nostro oggetto di studio.

Infine, abbiamo voluto citare uno dei nostri autori contemporanei e forse uno dei pochi che ha capito la città nella sua rete intrinseca di edifici e spazi urbani. Lo storico e saggista Carlos Venegas Fornias che ha pubblicato l'importante monografia *La Urbanización de Las Murallas: dependencia y modernidad* nel 1992³. Basandosi su uno studio del quartiere di Las Murallas e della sua urbanizzazione nella seconda metà del XIX secolo, Venegas Fornias ci mostra un universo che va oltre la presunzione dell'architettura come soluzione funzionale o estetica: un'architettura che fa città. Città intesa, non solo nel senso urbano, ma nel senso più importante: quello umano.

Arquitectura Colonial Cubana. Editorial Letras Cubanas, Agencia Española de Cooperación Internacional, Junta de Andalucía, La Habana-Sevilla, 1996. Seconda edizione.

² Prat Puig, Francisco. *Pre-barocco a Cuba. Una scuola creola di architettura moresca*. L'Avana, 1947. Edizione in facsimile della Diputació de Barcelona, Spagna, 1995.

³ Venegas Fornias, Carlos. *L'urbanizzazione di Las Murallas: dipendenza e modernità*. Editorial Letras Cubanas, L'Avana, 1990.

Otro de los clásicos de los estudios históricos de la arquitectura habanera, el profesor e investigador Francisco Prat Puig, demostró sobradamente que la existencia de una arquitectura anterior a los ejemplos barrocos, tomados en su época, como la única y verdadera forma de hacer arquitectura, la cual emerge en el siglo XVII y pervive en las primeras décadas del siglo XVIII, y cuyos exponentes no pueden considerarse precarios, pobres artísticamente por su carácter popular y anónimo. Precisamente, este último rasgo les otorgaba aún más valor, al interpretar arqueológicamente su construcción y existencia². Al publicarse el enjundioso trabajo *El pre barroco en Cuba. Una escuela criolla de arquitectura morisca*, en 1947, ya hacía once años que Weiss había publicado su *Arquitectura colonial cubana*. Y, sin embargo, no hubo menos que aceptar las tesis de Prat en el sentido que estas aportaban los factores esenciales que contribuyeron a caracterizar la arquitectura cubana durante la mayor parte de la época colonial. En esta tendencia, la pre barroca, se ubica precisamente nuestro objeto de estudio.

Por último, hemos querido traer aquí a uno de nuestros contemporáneos, y tal vez uno de los pocos que ha comprendido la Ciudad en su red intrínseca de edificios y espacios urbanos. El historiador y ensayista Carlos Venegas Fornias publica en 1992 la importante monografía *La Urbanización de Las Murallas: dependencia y modernidad*³. A partir del estudio del reparto Las Murallas, y su urbanización en la segunda mitad del siglo XIX, Venegas Fornias nos muestra un universo que va un poco más allá de la presunción de la arquitectura como solución funcional o estética: la arquitectura que hace Ciudad. Y Ciudad, no solo en el sentido urbano, sino en el que es el más importante: el sentido Humano.

Arquitectura Colonial Cubana. Editorial Letras Cubanas, Agencia Española de Cooperación Internacional, Junta de Andalucía, La Habana-Sevilla, 1996. Segunda Edición.

² Prat Puig, Francisco. *El pre barroco en Cuba. Una escuela criolla de arquitectura morisca*. La Habana, 1947. Edición facsimilar realizada por la Diputació de Barcelona, España, 1995.

³ Venegas Fornias, Carlos. *La Urbanización de Las Murallas: dependencia y modernidad*. Editorial Letras Cubanas, La Habana, 1990.

Introduce quindi lo studio della distribuzione urbana nel suo presente e nel suo futuro, riconoscendo la concorrenza che gli danno altri spazi della città, l'autore insiste che questi ulteriori sviluppi

(...) hanno, d'altra parte, aumentato la carica emotiva del riconoscimento abituale dei suoi edifici monumentali, testimoni di una storia turbolenta che si riferisce costantemente ad essi.

Se l'esperienza del residente dell'Avana gli permette di identificare e situare questo complesso senza difficoltà, sia in relazione al resto della città che nella sua disposizione interna, non è solo dovuto alla sua memoria affettiva, ma anche all'esistenza di un processo progettuale che, plasmato dagli eventi, ha sedimentato edifici che rivelano diversi periodi architettonici e urbani, il cui significato trascende l'intera isola attraverso il ruolo di capitale dell'Avana.⁴

La comprensione dell'architettura qui si basa sull'umano, l'affettivo, il simbolico, dando al modo di costruire un'essenza antropologica. La definizione del senso del luogo attraversa tutta l'esperienza architettonica ed è ciò che dà il suo valore di patrimonio originale.

Tra i più grandi difensori di questo valore patrimoniale originale, la storia riconoscerà sempre, senza dubbio, lo storico dell'Avana, il dottor Eusebio Leal Spengler. Ideatore e direttore di un progetto pluripremiato a livello internazionale, riconosciuto a pieni voti dai suoi contemporanei e dagli abitanti di Cuba, Leal ha fornito la visione che armonizza questo valore patrimoniale con la sua vocazione sociale.

Il restauro del centro storico dell'Avana ha dimostrato che è impossibile tralasciare la profonda vocazione sociale del progetto sotto criteri preziosi e puramente utilitaristici, che con notevole miopia vedono in questo progetto di patrimonio e bene pubblico solo un modo per ottenere risultati economici. Ci sono le scuole, le case dignitose, i servizi pubblici, il culto del giardino e della fontana, la protezione dei monumenti pubblici, il persuasivo

⁴ Idem, pp. 5-6

Al introducir el estudio sobre el reparto en su presente y devenir, reconociendo la competencia que otros espacios de la ciudad le hacen, el autor nos insiste en que estos posteriores desarrollos

(...) han incrementado, en cambio, esa carga emotiva que le imprime el reconocimiento habitual de sus construcciones monumentales, testigos de una agitada historia que vuelca en ellos referencias constantes.

Si la experiencia del habanero permite identificar y situar sin dificultad este conjunto, tanto en relación con el resto de la ciudad como en su disposición interna, no solo se debe a su memoria afectiva, sino a la existencia de un proceso de diseño que, modelado por el acontecer, ha sedimentado edificaciones reveladoras de diversos períodos arquitectónicos y urbanos, cuya significación trasciende a toda la Isla, a través del papel de capital desempeñado por La Habana.⁴

La comprensione de lo architettonico se hace aquí desde lo humano, lo afectivo, lo simbólico, otorgándole al modo de construir una esencia antropológica. La definición del sentido de lugar atraviesa toda la experiencia architettonica y es la que le otorga un valor patrimonial original.

Entre los máximos defensores de ese valor patrimonial original, la Historia situará siempre, sin duda alguna, al Historiador de La Habana, Dr. Eusebio Leal Spengler. Diseñador y gestor de un proyecto multipremiado internacionalmente y reconocido hasta la saciedad por sus contemporáneos y habitantes de Cuba, Leal ha aportado la visión que armoniza ese valor patrimonial con su vocación social.

La restauración del Centro Histórico habanero ha demostrado que es imposible omitir la profunda vocación social del proyecto bajo criterios preciosistas y puramente utilitarios, que con notable miopía ven solo en esta gesta patrimonialista y de bien público una forma de alcanzar resultados económicos. Ahí están las escuelas, los dignos hogares, los servicios públicos, el culto al jardín y a la fuente, la protección de los monumentos públicos, la persuasiva labor educativa realizada siempre con una visión

⁴ Idem, pp. 5-6

*lavoro educativo svolto sempre con una visione intergenerazionale, dando priorità ai bambini e agli adolescenti, che saranno in definitiva i continuatori di questo lavoro nell'immediato futuro.*⁵

La gestione del restauro del centro storico è stata, appunto, una ricerca interdisciplinare per capire la città, la sua architettura e il suo sviluppo. Con un senso profondamente umanista, Eusebio Leal ha elevato il restauro al rango di volontà politica. Ha portato all'attenzione di tutti l'importanza di restaurare per salvare l'anima della nazione, di cui l'architettura è forse uno dei suoi esponenti più belli e significativi.

Attraverso il lavoro delle varie discipline che compongono il complesso campo del restauro, lo Storico della Città ha diretto con mano serena e sicura le azioni per intraprendere il restauro del più antico complesso conventuale dell'Avana.

L'Ordine delle Povere Signore di San Damiano fu fondato da Santa Chiara nel 1212, e istruito e diretto da San Francesco d'Assisi. Nel 1218, il primo convento delle Clarisse fu fondato in Spagna, precisamente nella città di Burgos, iniziando così la loro influenza nel mondo latinoamericano.

Nel 1263, papa Urbano IV concesse loro la possibilità di acquisire affitti. In questo modo, l'Ordine cominciò a fare contratti di compravendita, acquisire schiavi, costruire le proprie celle e fare testamenti. Tutto questo significava una crescita continua del loro potere e della loro autorità. La sua storia all'Avana iniziò il **6 aprile 1603**, quando il Consiglio Comunale dell'Avana, in una seduta pubblica, discusse il bene e l'utilità di fondare un monastero di suore nella città. Comincia il lungo cammino che il popolo dell'Avana - e le Clarisse - hanno dovuto percorrere per realizzare l'aspirazione di stabilire un convento delle Piccole Sorelle di San Francesco all'Avana.

⁵ Leal Spengler, Eusebio. "Proemio. *Para No Olvidar. Testimonianza grafica del restauro del Centro Storico della città dell'Avana*. Ediciones Boloña, L'Avana, 2018. Libro IV, p. 10.

*intergeneracional, priorizando al niño y al adolescente, quienes en definitiva serán los continuadores de esta obra en el inmediato futuro.*⁵

Porque la gestión de la restauración del centro histórico ha sido, precisamente, la gestión de la interdiscipliniedad para entender la ciudad, su arquitectura y el desarrollo de estas. Con un sentido profundamente humanista, Eusebio Leal elevó la restauración al rango de la voluntad política. Puso ante la mirada de todos, la importancia de restaurar para salvar el alma de la Nación, de la cual la arquitectura es, tal vez, uno de sus más bellos y significativos exponentes.

Mediante el quehacer de las diversas disciplinas que integran el complejo campo de la restauración, el Historiador de la Ciudad dirigió con mano serena y segura las acciones para acometer la restauración del más antiguo conjunto conventual habanero.

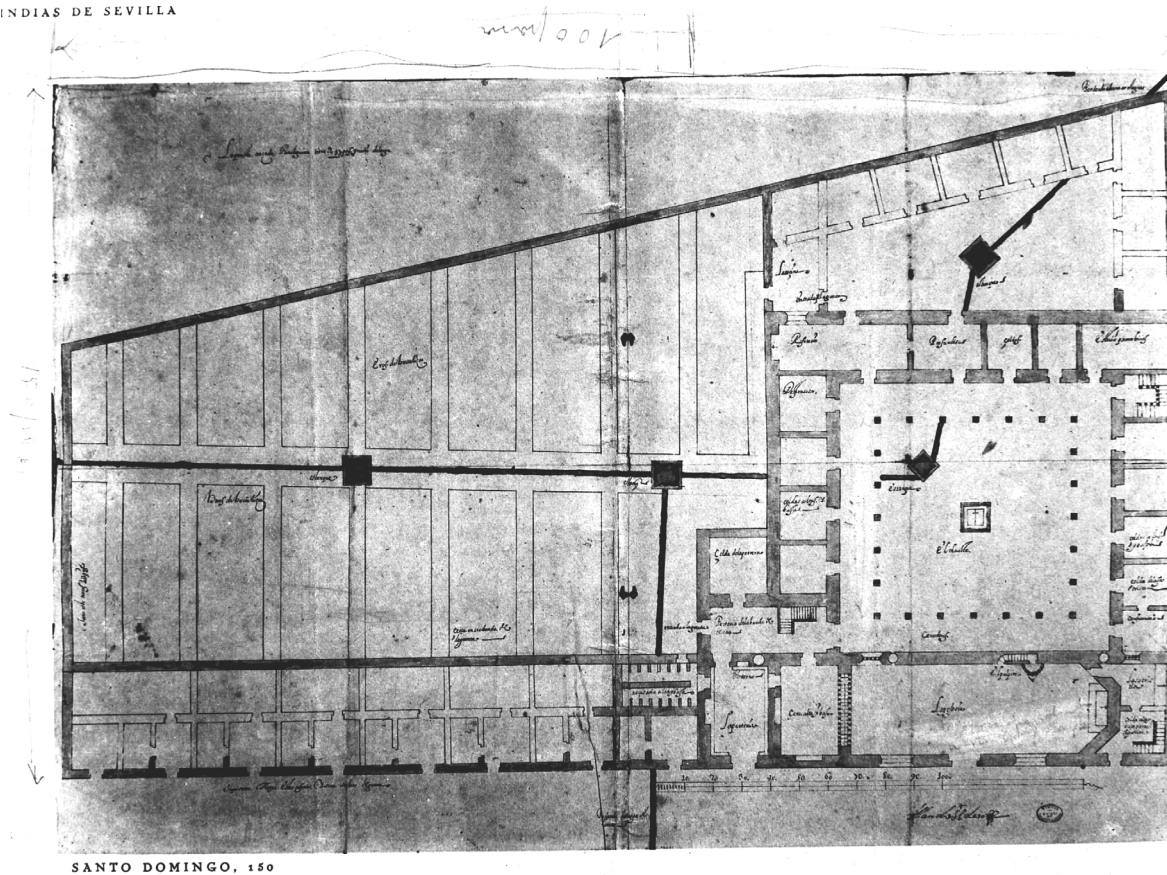
La Orden de las Damas Pobres de San Damián fue fundada por Santa Clara en 1212, e instruida y dirigida por San Francisco de Asís. Ya en 1218, se funda el primer convento de las clarisas en España, específicamente en la ciudad de Burgos, comenzando así su influencia en el mundo hispanoamericano.

En 1263, el Papa Urbano IV les concedió la posibilidad de adquirir rentas. De esta manera, la Orden comenzó a realizar contratos de compra-venta, adquirir esclavas, construirse celdas propias y hacer testamentos. Todo esto significó un crecimiento continuo de su poder y autoridad.

Su historia en La Habana comienza el **6 de abril de 1603**, cuando el Cabildo habanero, en sesión pública, trata sobre el bien y la utilidad de fundar un monasterio de monjas en la ciudad. Empieza el largo camino que tuvieron que recorrer los habaneros – y las clarisas – para hacer realidad la aspiración de instituir un convento de las hermanitas de San Francisco en La Habana.

⁵ Leal Spengler, Eusebio. "Proemio". *Para No Olvidar. Testimonio gráfico de la restauración del Centro Histórico de la ciudad de La Habana*. Ediciones Boloña, La Habana, 2018. Libro IV, p. 10.

INDIAS DE SEVILLA



SANTO DOMINGO, 150

CONVENTO DE MONJAS. HABANA

Fig. 1 - Planimetria storica del Convento. Fonte: Oficina del Historiador de la Ciudad de La Habana. Plano histórico del Convento. Recurso: Oficina del Historiador de la Ciudad de La Habana.

Il 29 agosto 1608, nel municipio stesso fu letta una petizione da diversi vicini al vescovo e al capitano generale per chiedere a Sua Maestà di fondare il suddetto convento. Meno di un mese dopo, il 19 settembre, furono inviate lettere al Re, al Consiglio Reale e ad Alonso de Aviar per richiederlo.

27 febbraio 1610. Il re, per decreto reale, richiede rapporti sulle persone, le doti e i costi della costruzione.

17 novembre 1613. La riunione pubblica del Cabildo che si tiene nella Iglesia Parroquial Mayor richiede i mandati che i vicini faranno per la fondazione del convento.

8 agosto 1615. Il Consiglio Comunale ribadisce la sua richiesta a Sua Maestà di una licenza per fondare un convento di suore in questa città.

11 ottobre 1624. Il Cabildo è d'accordo che il maestro

El 29 de agosto de 1608, se lee una petición en el propio Ayuntamiento de varios vecinos al Sr. Obispo y al Capitán General para que soliciten a Su Majestad, la fundación del referido convento. Menos de un mes después, un 19 de septiembre, se envían cartas al Rey, al Real Consejo y a Alonso de Aviar para solicitarlo.

27 de febrero de 1610. El Rey, mediante Real Cédula, pide informes sobre las personas, dotes y costos del edificio.

17 de noviembre de 1613. El Cabildo público celebrado en la Iglesia Parroquial Mayor solicita las mandas que han de hacer los vecinos para la fundación del convento.

8 de agosto de 1615. El Cabildo reitera su solicitud de licencia a Su Majestad para que en esta Ciudad se funde un convento de monjas.

11 de octubre de 1624. El Cabildo acuerda que el Maestro

sindaco Andrés Valero elabori un piano per conoscere il costo dell'edificio.

Dal 1625 al 1632, i verbali del Consiglio Comunale mostrano innumerevoli petizioni e richieste per l'erezione e la fondazione del convento.

Il **20 dicembre 1632**, infine, un decreto reale del re Filippo IV di Spagna autorizzò la fondazione di un monastero di suore all'Avana.

1 gennaio 1636. Nel consiglio comunale tenuto per l'elezione delle cariche annuali, il capitano generale Don Francisco Riaño y Gamboa propose di nominare quattro capitolarî affinché, in compagnia sua e del suo tenente generale, visitassero i vicini che avevano promesso donazioni e risorse per la costruzione del convento.

7 febbraio 1636. Il capitano generale Riaño y Gamboa va dal vescovo per convincere lui e gli ecclesiastici a contribuire all'opera e sollecita anche i membri del Cabildo a fare lo stesso, a cominciare dalla sua persona.

4 aprile 1636. Il capitano generale propone il sito per la costruzione del convento, che non è altro che lo stesso sito proposto da Andrés Valero nel 1624.

1 novembre 1638. Il giorno in cui la Chiesa cattolica celebra la festa di Tutti i Santi, il vescovo Jerónimo de Lara benedice la prima pietra e il capitano generale Francisco Riaño la posa.

1643. La costruzione della chiesa è completata.

1644. Il primo chiostro e i suoi annessi sono completati.

4 novembre 1644. Le prime suore dell'Ordine di Santa Chiara d'Assisi arrivarono all'Avana, provenienti da Cartagena de Indias, e furono accolte con giubilo dalla popolazione. Erano:

- Catalina de la Concepción Mendoza, badessa e madre fondatrice.
- Ángela de Jesús, vicario.
- Isabel de San Juan Bautista, maestra delle novizie.
- Antonia de la Encarnación, tornitore.

Mayor Andrés Valero hiciese un plano para conocer el costo de la fábrica.

Desde 1625 hasta 1632, las actas del Cabildo muestran innumerables peticiones y solicitudes para la erección y fundación del convento.

El **20 de diciembre de 1632**, por fin, una Real Cédula del Rey Felipe IV de España, autoriza la fundación de un monasterio de religiosas en La Habana.

1 de enero de 1636. En cabildo celebrado para la elección de los cargos anuales, el Capitán General don Francisco Riaño y Gamboa, propone que se nombren cuatro capitulares para que, en su compañía y la de su teniente general, visiten a los vecinos que habían prometido donaciones y recursos para la construcción del convento.

7 de febrero de 1636. El Capitán General Riaño y Gamboa acude al Obispo para que este y los eclesiásticos contribuyan a la obra e igualmente conmina a los miembros del Cabildo a hacer lo mismo, comenzando con su propia persona.

4 de abril de 1636. El Capitán General propone el sitio para la construcción del convento que no es otro que el mismo propuesto por Andrés Valero en 1624.

1 de noviembre de 1638. En el día que la Iglesia Católica celebra la fiesta de Todos los Santos, el Obispo Jerónimo de Lara bendice la primera piedra y el Capitán General Francisco Riaño procede a colocarla.

1643. Se culmina la construcción de la Iglesia.

1644. Se termina la edificación del primer claustro con sus dependencias.

4 de noviembre de 1644. Llegan a La Habana las primeras monjas de la Orden de Santa Clara de Asís, provenientes de Cartagena de Indias, y siendo recibidas con júbilo por la población. Ellas fueron:

- Catalina de la Concepción Mendoza, abadesa y madre fundadora.
- Ángela de Jesús, vicaria.
- Isabel de San Juan Bautista, maestra de novicias.

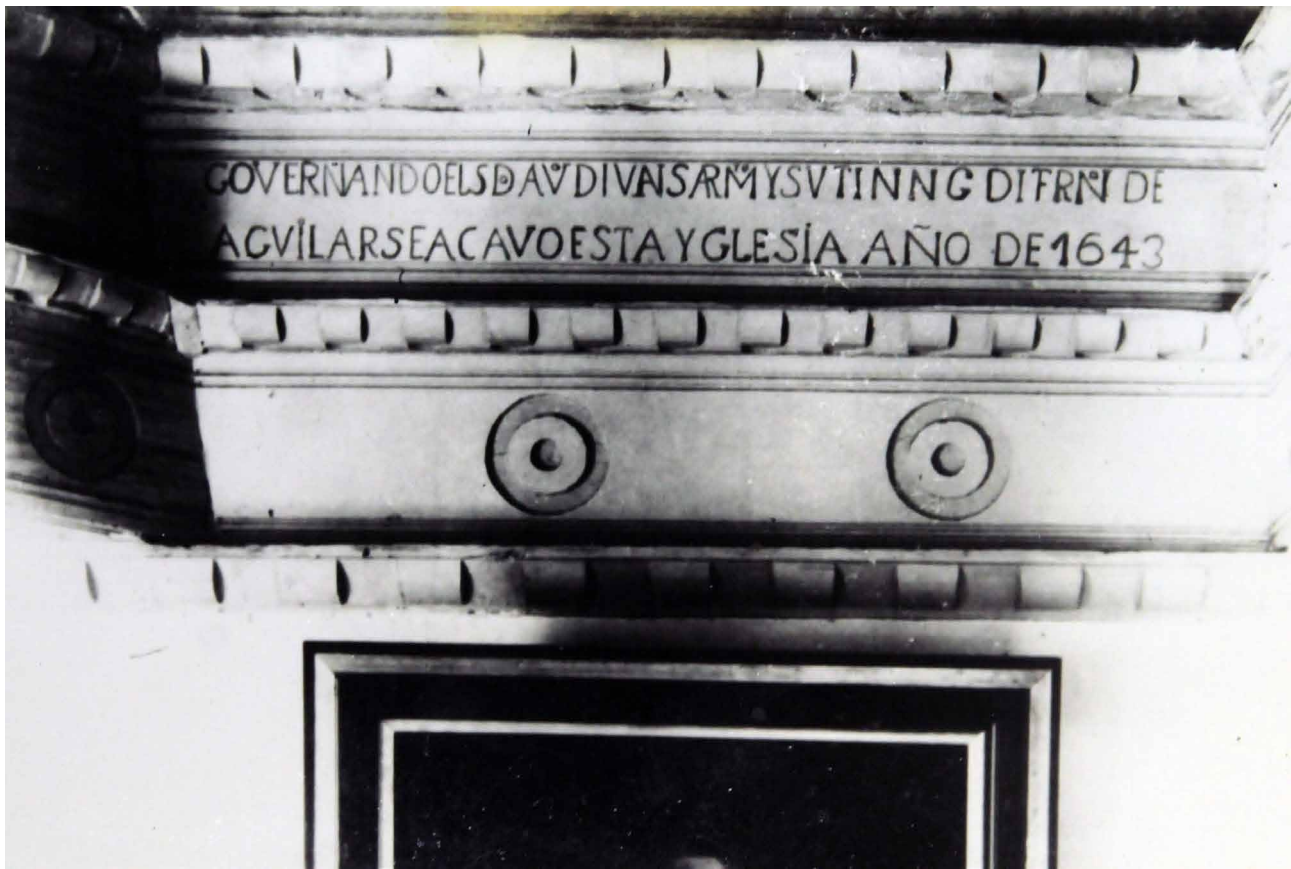


Fig. 2 - Dettaglio incisione a testimonianza del completamento della chiesa nel 1643. Fonte: Oficina del Historiador de la Ciudad de La Habana. *Detalle de grabado que atestigua la finalización de la iglesia en 1643. Recurso: Oficina del Historiador de la Ciudad de La Habana.*

– Luisa de San Vicente, portiera.

12 dicembre 1644. Viene fondato definitivamente il primo convento femminile. La prima novizia dell'Avana fu Ana Pérez de Carvajal, che fu accettata e cambiò il suo nome in Ana de Todos los Santos. Nel 1647, fu professata suora e il 14 maggio 1650 fu eletta badessa dai voti della comunità.

1649. Epidemia di febbre gialla all'Avana. La madre fondatrice del convento e diverse persone coinvolte nei lavori del convento muoiono.

1657-1665. Inizia la costruzione del secondo chiostro.

1698. La costruzione del campanile della chiesa è completata. La croce posta sul pinnacolo è dell'Ordine Militare di Alcántara e fu fusa da Jerónimo Martínez Pinzón negli anni 1640, creatore anche della Giraldilla del castello della Forza Reale.

– Antonia de la Encarnación, tompera.

– Luisa de San Vicente, portera.

12 de diciembre de 1644. Queda definitivamente establecido el primer convento para mujeres. La primera novicia habanera fue Ana Pérez de Carvajal, quien al ser aceptada cambió su nombre a Ana de Todos los Santos. En 1647, profesó como religiosa, y el 14 de mayo de 1650 fue elegida como la abadesa por los votos de la comunidad.

1649. Epidemia de fiebre amarilla en La Habana. Muere la madre fundadora del Convento y varios de los participantes en las obras del Convento.

1657-1665. Comienza a construirse el segundo claustro.

1698. Se termina la construcción de la torre campanario de la Iglesia. La cruz colocada en el pináculo es de la Orden Militar de Alcántara y fue fundida por Jerónimo Martínez Pinzón en los años 1640, también creador de la Giraldilla

1730. Si suppone che la costruzione del terzo chiostro sia stata completata in questo decennio.

1751. Viene costruita la grande cisterna del primo chiostro.

1755. Il vescovo Pedro Agustín Morell de Santa Cruz riferisce che il convento di Santa Clara era abitato da 108 suore.

1761. Lo storico José Martín Félix de Arrate y Acosta nota nel suo libro *Llave del Nuevo Mundo y Antemural de las Indias Occidentales*, che più di 100 monache vivevano nel monastero e che con i servi e gli schiavi c'erano più di 250 donne.

Giugno 1762. A seguito della presa e dell'occupazione dell'Avana da parte degli inglesi, le suore furono costrette a fuggire dal convento, alcune di loro morirono. L'edificio divenne un ospedale di sangue per le truppe spagnole.

1 novembre 1762. Le suore tornano al convento.

21 dicembre 1795. Le suore clarisse di Santo Domingo arrivano al convento.

1801. Mercedes Santa Cruz y Montalvo, figlia dei conti di San Juan de Jaruco, che diventerà poi contessa di Merlin e figura famosa delle lettere cubane del XIX secolo, entra come pensionante.

1815. Le suore clarisse furono autorizzate dal re a continuare le sepolture nel cimitero che possedevano nel frutteto del convento. Dal 1807 in poi, questa usanza era stata disapprovata e tutte le persone dovevano essere sepolte nel Cimitero Generale creato dal vescovo Juan José Díaz de Espada y Landa un anno prima.

1835. Come risultato della legge di Mendizábal, i conventi monastici furono esclaustriati e il Primo Ordine Franciscano fu abolito, con il risultato che le Clarisse passarono sotto la giurisdizione del Vescovo.

10 ottobre 1846. Un grande uragano colpisce l'Avana e provoca danni all'edificio.

1849. Progetto di modifica delle facciate del Convento lungo le vie Sol e Cuba, modernizzandole secondo il gu-

del castillo de la Real Fuerza.

1730. En esta década se supone fue terminada la construcción del tercer claustro.

1751. Se construye el gran aljibe del primer claustro.

1755. El Obispo Pedro Agustín Morell de Santa Cruz, informa que en el Convento de Santa Clara habitaban 108 monjas.

1761. El historiador José Martín Félix de Arrate y Acosta apunta en su libro *Llave del Nuevo Mundo y Antemural de las Indias Occidentales*, que en el monasterio vivían más de 100 monjas y que con las sirvientas y esclavas sobrepasaban las 250 mujeres habitando el lugar.

Junio de 1762. Ante la toma y ocupación de La Habana por los ingleses, las religiosas son obligadas a huir del convento, muriendo algunas de ellas. El edificio devino hospital de sangre de las tropas españolas.

1 de noviembre de 1762. Las monjas regresan al convento.

21 de diciembre de 1795. Arriban al convento, monjas clarisas de Santo Domingo.

1801. Entra como pensionista, la que después sería Condesa de Merlin y célebre figura de las letras cubanas del siglo XIX, Mercedes Santa Cruz y Montalvo, hija de los Condes de San Juan de Jaruco.

1815. Las monjas clarisas son autorizadas por el Rey a continuar los enterramientos en el cementerio que poseían en la huerta del Convento. A partir de 1807 se había desaprobado esta costumbre y todas las personas debían enterrarse en el Cementerio General creado por el Obispo Juan José Díaz de Espada y Landa un año antes.

1835. Con motivo de la Ley de Desamortización de Mendizábal, son exclaustros los conventos de monjes, resultando abolida la Primera Orden Franciscana, con lo cual las clarisas pasan a estar bajo la jurisdicción del Obispo.

10 de octubre de 1846. Un gran huracán azota La Habana y causa destrozos en el edificio.

1849. Proyecto de modificación de las fachadas del

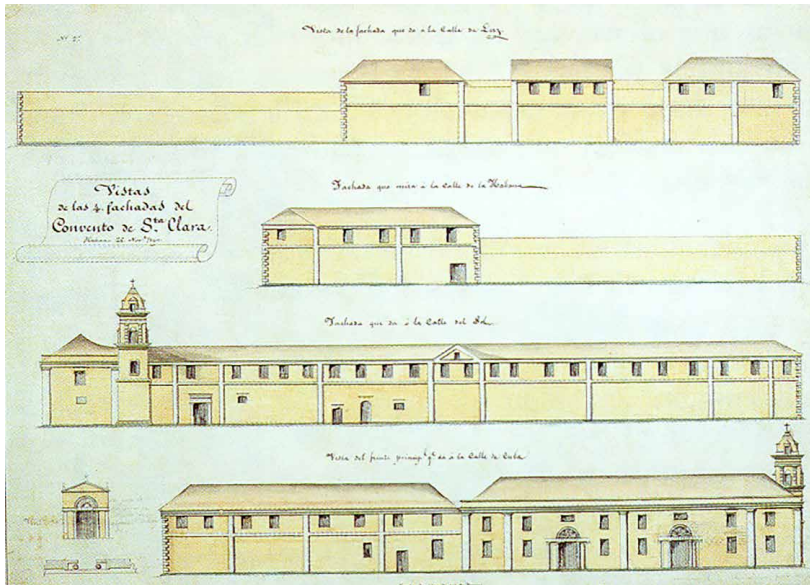


Fig. 3 - Rappresentazione storica dei principali prospetti. Fonte: Oficina del Historiador de la Ciudad de La Habana. *Representación histórica de las principales elevaciones. Recurso: Oficina del Historiador de la Ciudad de La Habana.*



Fig. 4 - Foto storica del capitano generale Valeriano Weyler. Fonte: Oficina del Historiador de la Ciudad de La Habana. *Foto histórica del Capitán General Valeriano Weyler. Recurso: Oficina del Historiador de la Ciudad de La Habana.*

sto neoclassico dell'epoca.

31 agosto 1896. Il capitano generale Valeriano Weyler ordinò lo sgombero della Casa Reale di Carità per convertirla in un ospedale militare, e i neonati e i bambini furono inviati al convento. Le condizioni insalubri del luogo hanno causato la malattia e la morte di più di 100 bambini fino all'inizio del 1897.

1905. Le Clarisse eseguono riparazioni al convento e alla chiesa.

1909. Nel secondo chiostro si eseguono lavori di ampliamento.

1911. Le Clarisse cominciarono a prendere provvedimenti per vendere il convento e la chiesa e trasferirsi in un'altra parte della città.

1919. Le suore di Santa Chiara acquistano un blocco di terreno nella zona di Lawton-Batista per la costruzione del nuovo convento.

26 gennaio 1920. Fu fondata la Sociedad Anónima Compañía Urbanizadora Santa Clara, il cui scopo era quello di demolire l'edificio e costruirvi un grande mercato o centro commerciale e diversi condomini.

19 marzo 1920. Le Clarisse decidono di vendere il con-

vento por las calles Sol y Cuba, modernizándolas al gusto neoclásico de la época.

31 de agosto de 1896. El Capitán General Valeriano Weyler ordena el desalojo de la Real Casa de Beneficencia para convertirla en Hospital Militar, y se envían al Convento los niños de pecho y de primera infancia. Las condiciones insalubres del lugar provocaron la enfermedad y muerte de más de 100 criaturas hasta principios de 1897.

1905. Las Clarisas llevan a cabo reparaciones en el Convento e Iglesia.

1909. Se ejecutan obras de ampliación en el segundo claustro.

1911. Las clarisas comienzan las gestiones para vender el Convento e Iglesia, y trasladarse hacia otro sitio de la Ciudad.

1919. Las monjas de Santa Clara adquieren una manzana en el reparto Lawton-Batista para la construcción del nuevo convento.

26 de enero de 1920. Se constituye la Sociedad Anónima Compañía Urbanizadora Santa Clara, cuyo propósito era demoler el edificio y construir allí un gran mercado o centro comercial y varios edificios de apartamentos.



Fig. 5 - Foto storica del cortile interno ad inizio del XX secolo. Fonte: Oficina del Historiador de la Ciudad de La Habana. *Foto histórica del patio interior de principios del siglo XX.* Fonte: Oficina del Historiador de la Ciudad de La Habana.

vento e la chiesa alla Compañía Urbanizadora Santa Clara, S.A.

29 aprile 1921. Il contratto di vendita viene firmato tra le due parti.

28 marzo 1922. L'Ordine di Santa Chiara d'Assisi lascia definitivamente la sua chiesa e il suo convento all'Avana Vecchia dopo più di 277 anni, stabilendosi nel suo nuovo complesso nel quartiere Lawton.

19-26 novembre 1922. Il VI Congresso Medico Nazionale ed Esposizione Internazionale d'Igiene si svolge nella Chiesa e Convento di Santa Clara.

22 novembre 1922. Si inaugura l'Esposizione Commerciale e Industriale nel Convento e Chiesa di Santa Clara.

10 marzo 1923. Il presidente della Repubblica, Alfredo Zayas, firma il decreto 329 che autorizza l'acquisto del Convento di Santa Clara in cambio di 2.350.000 pesos, molto più del doppio del prezzo originale.

15 marzo 1923. Protesta dei 13, guidati da Rubén Martínez Villena, contro l'acquisto fraudolento del Convento.

12 giugno 1924. Con una legge promulgata in questa data, l'acquisto del convento a favore dello stato cubano divenne effettivo.

4 settembre 1924. Il convento e la chiesa di Santa Clara



Fig. 6 - Foto storica del prospetto su Calle Cuba all'inizio del XX secolo. Fonte: Oficina del Historiador de la Ciudad de La Habana. *Foto histórica de la fachada de la calle Cuba de principios del siglo XX.* Recurso: Oficina del Historiador de la Ciudad de La Habana.

19 de marzo de 1920. Las clarisas deciden vender el Convento e Iglesia a la Compañía Urbanizadora Santa Clara, S.A.

29 de abril de 1921. Se firma el contrato de compra-venta entre ambas partes.

28 de marzo de 1922. La Orden de Santa Clara de Asís abandona definitivamente su Iglesia y Convento en La Habana Vieja, después de más de 277 años, instalándose en su nuevo recinto del reparto Lawton.

19-26 de noviembre de 1922. Se celebra en la Iglesia y Convento de Santa Clara, el VI Congreso Médico Nacional y la Exposición Internacional de Higiene.

22 de noviembre de 1922. Se inaugura en el Convento e Iglesia de Santa Clara, la Exposición Comercial e Industrial.

10 de marzo de 1923. El Presidente de la República, Alfredo Zayas, firma el Decreto 329 que autorizaba la compra del Convento de Santa Clara a cambio de 2 millones 350 mil pesos, mucho más del doble del precio original.

15 de marzo de 1923. Protesta de los 13, encabezada por Rubén Martínez Villena, contra la compra fraudulenta del Convento.

12 de junio de 1924. Mediante Ley promulgada en esta fecha, se hace efectiva la compra del convento a favor del



Fig. 7 - Foto storica raffigurante due sorelle dell'Ordine delle Clarisse. Fonte: Oficina del Historiador de la Ciudad de La Habana. Foto histórica que representa a dos hermanas de la Orden de Clarisas. Recurso: Oficina del Historiador de la Ciudad de La Habana.

sono registrati nel registro delle proprietà a favore dello Stato cubano. Nonostante la frode commessa, questo fatto salvò l'edificio dalla picca di demolizione che colpì altri edifici simili in città.

1925. Lo Stato destina il Convento e la Chiesa alla sede del Segretariato dei Lavori Pubblici, che a partire dal 1940 prenderà il nome di Ministero dei Lavori Pubblici. Inizia il restauro del convento per adattarlo al suo nuovo uso.

1928. Inaugurazione ufficiale della Segreteria dei Lavori Pubblici nell'ex Convento di Santa Clara de Asís.

1929. La Segreteria dei Lavori Pubblici svolge le sue funzioni nel Convento.



Fig. 8 - Fig. estratta dall'articolo "El Convento de Santa Clara de Asís" di Ottavio de la Suarée, 24 ottobre 1959. Fonte: Oficina del Historiador de la Ciudad de La Habana. Fig. extraída del artículo "El Convento de Santa Clara de Asís" de Ottavio de la Suarée, 24 de octubre de 1959. Recurso: Oficina del Historiador de la Ciudad de La Habana.

Estado cubano.

4 de septiembre de 1924. Se inscribe en el Registro de la Propiedad, en favor del Estado Cubano, el Convento e Iglesia de Santa Clara. A pesar del fraude cometido, este hecho salvó al edificio de la pica demoledora que afectó a otros similares en la Ciudad.

1925. El Estado destina el Convento y la Iglesia para sede de la Secretaría de Obras Públicas, la cual a partir de 1940 se denominaría Ministerio de Obras Públicas. Comienza la restauración del Convento para acondicionarlo al nuevo uso.

1928. Inauguración oficial de la Secretaría de Obras Públicas en el antiguo Convento de Santa Clara de Asís.

Insertar aquí figura Carpeta 1928: en el PDF buscar página 14 y extraer imagen de la inauguración a página completa.

1929. La Secretaría de Obras Públicas desarrolla sus funciones en el Convento.

1946. El Convento es sometido a una reparación general. Es modificada la fachada por la calle Sol, se rehabilita la torre campanario de la antigua Iglesia, mientras son reparadas las fachadas por las calles Cuba y Luz, además de las galerías del primer claustro.

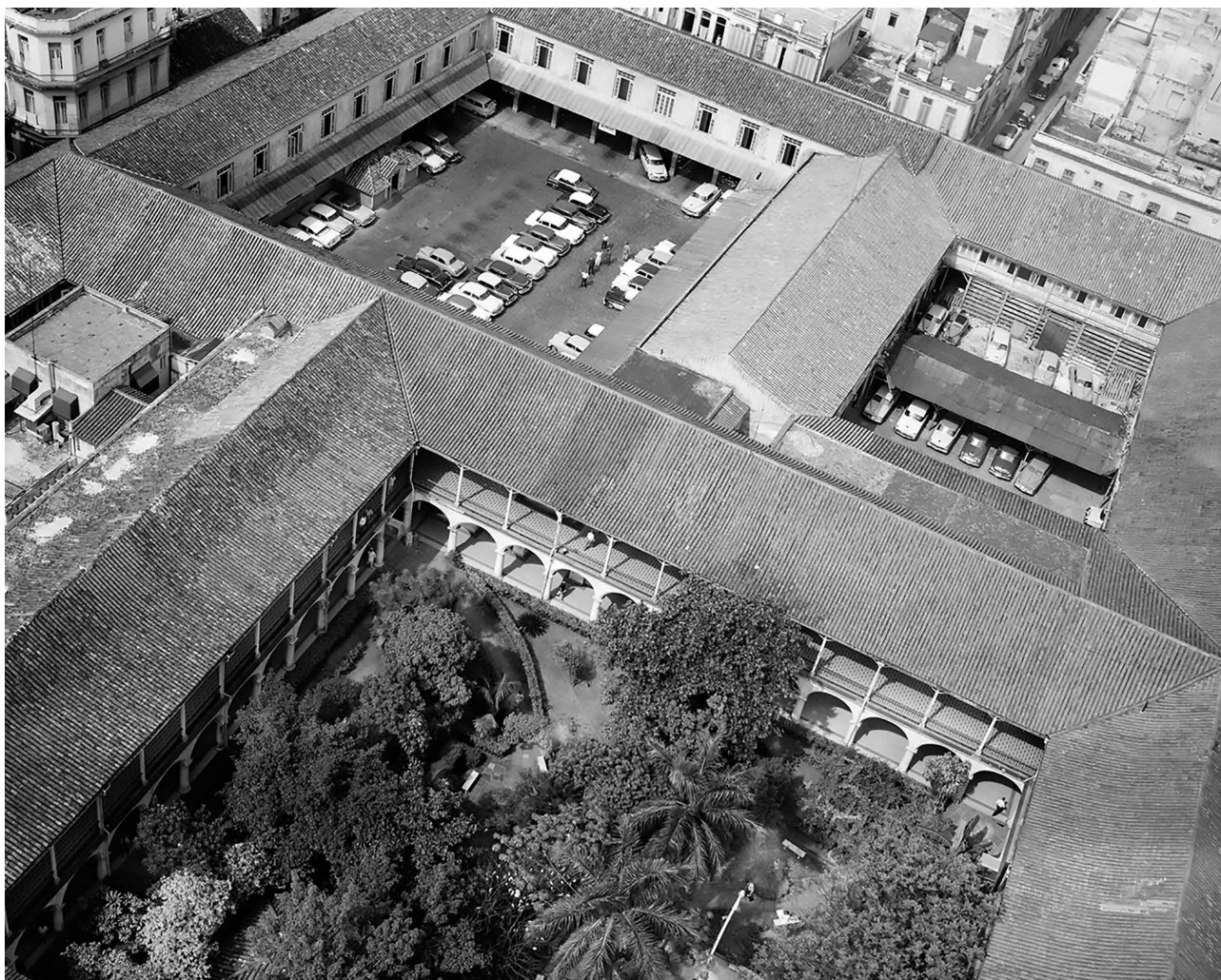


Fig. 9 - Vista aerea del complesso risalente alla metà degli anni '50 del 900. Fonte: Oficina del Historiador de la Ciudad de La Habana. *Vista aérea del complejo que data de mediados de los años 50. Recurso: Oficina del Historiador de la Ciudad de La Habana.*

1946. Il convento ha subito delle riparazioni generali. La facciata sulla via Sol fu modificata, il campanile della vecchia chiesa fu restaurato, mentre le facciate sulle vie Cuba e Luz furono riparate, così come le gallerie del primo chiostro.

1959. Il Ministero dei Lavori Pubblici si trasferisce nella sua attuale sede nelle vicinanze della Plaza Cívica, poi Plaza de la Revolución.

ottobre 1959. Iniziano le demolizioni parziali del Convento di Santa Clara, ordinate dal Ministero dei Lavori Pubblici, per “eliminare le aggiunte fatte dall'ex Segretario dei Lavori Pubblici, Carlos Miguel de Céspedes, nel 1926”.

1959. El Ministerio de Obras Públicas se traslada hacia su sede actual, en las inmediaciones de la Plaza Cívica, después Plaza de la Revolución.

3 de octubre de 1959. Comienzan demoliciones en el Convento de Santa Clara, ordenadas por el Ministerio de Obras Públicas, para “eliminar los agregados hechos por el ex Secretario de Obras Públicas, Carlos Miguel de Céspedes, en 1926”.

4 de octubre de 1959. La Junta Nacional de Arqueología y Etnología, organismo rehabilitado por el Gobierno Revolucionario para velar por la protección del patrimonio construido cubano y habanero en particular, protesta públicamente por las acciones demoledoras en el Convento, y



Fig. 10 e 11 - Foto storica risalente ai lavori di restauro effettuati dal Governo Rivoluzionario dal 1976 al 1980. Fonte: Oficina del Historiador de la Ciudad de La Habana. *Foto histórica que data de las obras de restauración realizadas por el Gobierno Revolucionario de 1976 a 1980. Recurso: Oficina del Historiador de la Ciudad de La Habana.*

ottobre 1959. La Junta Nacional de Arqueología y Etnología (Commissione Nazionale di Archeologia ed Etnologia), un organismo riabilitato dal governo rivoluzionario per vigilare sulla protezione del patrimonio costruito di Cuba e dell'Avana in particolare, protesta pubblicamente contro i lavori di demolizione del Convento e avverte dei pericoli per le strutture storiche che vi si trovano. Il segretario del Consiglio, il dottor Emilio Roig de Leuchsenring, scrive diversi articoli in cui articola la necessità di fermare i lavori.

6 ottobre 1959. Il Ministero dei Lavori Pubblici dichiara che demolirà le aggiunte del 1926 per convertire l'incrocio delle vie Habana e Luz in un parco in stile coloniale, necessario come polmone verde per il popoloso quartiere.

14 ottobre 1959. L'uso di dinamite e bulldozer per la demolizione ha causato la rottura delle strutture storiche del convento. La stampa descrive la demolizione come "demolizione sconsiderata". Nelle aree intervenute sono segnalati significativi ritrovamenti archeologici.

16 ottobre 1959. Il Governo Rivoluzionario dichiara che il Convento di Santa Clara sarà restaurato, come previsione tecnica, e ribadisce il suo rispetto per il patrimonio della Nazione.

Novembre 1959. I lavori di demolizione si fermano e il terzo chiostro viene messo in sicurezza. Sul terreno dell'ex

avverte sobre sus peligros para las estructuras históricas del mismo. El Secretario de la Junta, Dr. Emilio Roig de Leuchsenring, escribe varios artículos articulando la necesidad de detener las obras.

6 de octubre de 1959. El Ministerio de Obras Públicas declara que demolerá los agregados de 1926 para convertir la intersección de las calles Habana y Luz en un parque estilo colonial, necesario como pulmón verde de la populosa barriada.

14 de octubre de 1959. El uso de dinamita y bulldozer para la demolición, ha provocado el resquebrajamiento de las estructuras históricas del Convento. La prensa califica el hecho como "demolición temeraria". Se informa de hallazgos arqueológicos importantes en las áreas intervenidas.

Insertar aquí figura Carpetas 1956 y 1959: en el PDF buscar página 52 a 107 e incluir dichos recortes en el trabajo.

16 de octubre de 1959. El Gobierno Revolucionario declara que se restaurará el Convento de Santa Clara, lo cual ha sido planeado técnicamente, y reitera su respeto por el patrimonio de la Nación.

Noviembre de 1959. Se detienen las demoliciones y se apuntala el tercer claustro. Se ubican en los terrenos de la antigua huerta, un parqueo de automóviles y un taller de reparaciones automotrices. El resto del inmueble lo ocupa el Ministerio de Bienestar Social hasta su disolución en 1961.



Fig. 12 - Foto storica risalente ai lavori di restauro effettuati dal Governo Rivoluzionario dal 1976 al 1980. Fonte: Oficina del Historiador de la Ciudad de La Habana. *Foto histórica que data de los trabajos de restauración realizados por el Gobierno Revolucionario desde 1976 a 1980. Recurso: Oficina del Historiador de la Ciudad de La Habana.*

Fig. 13 - Foto storica risalente al 1981. Fonte: Oficina del Historiador de la Ciudad de La Habana. *Foto histórica que data de 1981. Recurso: Oficina del Historiador de la Ciudad de La Habana.*



frutteto vengono costruiti un parcheggio e un'autofficina. Il resto dell'edificio fu occupato dal Ministero della Previdenza Sociale fino alla sua dissoluzione nel 1961.

1961. L'edificio è occupato da vari dipartimenti del Consiglio Nazionale della Cultura, che elabora un bilancio per il restauro dell'edificio.

6 novembre 1980. Il decreto 77 del Consiglio dei Ministri ha creato il Centro Nazionale di Conservazione, Restauro e Museologia, CENCREM, collegato al Ministero della Cultura. La sua missione era la salvaguardia del patrimonio monumentale della nazione, la ricerca storica, archeologica e costruttiva dei monumenti, e la formazione di tecnici museali e di restauro.

1981. Il progetto Cuba-81-017 UNDP-UNESCO è firmato tra il Ministero della Cultura della Repubblica di Cuba e l'UNESCO per il restauro del Convento di Santa Clara. Il progetto di restauro e adattamento dell'edificio per l'uso di CENCREM è affidato all'architetto Daniel Taboada

1961. El inmueble es ocupado por distintas dependencias del Consejo Nacional de Cultura, el cual elabora un presupuesto para la restauración del edificio.

6 de noviembre de 1980. El Decreto 77 del Consejo de Ministros crea el Centro Nacional de Conservación, Restauración y Museología, CENCREM, adscrito al Ministerio de Cultura. Su misión era salvaguardar el patrimonio monumental de la Nación, las investigaciones históricas, arqueológicas y constructivas de los monumentos, y la formación de técnicos en museos y restauración.

1981. Se firma el Proyecto Cuba-81-017 PNUD-UNESCO, entre el Ministerio de Cultura de la República de Cuba y la UNESCO, para la restauración del Convento de Santa Clara. El proyecto de restauración y adaptación del inmueble para el uso del CENCREM es encargado al Arq. Daniel Taboada Espiniella.

1983. Se llevan a cabo importantes investigaciones arqueológicas en la Iglesia y el Convento.



Fig. 14 - Foto del primo Chiostro nel 1985. Fonte: Oficina del Historiador de la Ciudad de La Habana. Foto del primer Claustro en 1985. Recurso: Oficina del Historiador de la Ciudad de La Habana.



Fig. 15 e seguenti/y siguientes - Foto del primo Chiostro nel 2014. Fonte: Oficina del Historiador de la Ciudad de La Habana. Foto del primer Claustro en 2014. Recurso: Oficina del Historiador de la Ciudad de La Habana.

Espiniella.

1983. Nella chiesa e nel convento si realizzano importanti ricerche archeologiche.

luglio 1985. Il ministro della cultura cubano, Armando Hart Dávalos, inaugura la parte restaurata del convento e della chiesa.

8 luglio 1985. CENCREM inizia le sue attività nell'edificio.

Fine del 1985. L'architetto Roberto Gottardi viene incaricato di progettare e costruire i laboratori CENCREM nell'ala ovest del primo chiostro.

1993. Al CENCREM, la Cattedra Regionale UNESCO di Scienze per la Conservazione Integrale del Patrimonio Culturale e Naturale in America Latina e nei Caraibi

5 de julio de 1985. El Ministro de Cultura de Cuba, Armando Hart Dávalos, inaugura la parte restaurada del Convento y la Iglesia.

8 de julio de 1985. El CENCREM comienza sus actividades en el inmueble.

Finales de 1985. El Arquitecto Roberto Gottardi es encargado del proyecto y montaje de los laboratorios del CENCREM en la crujía oeste del primer claustro.

1993. En el CENCREM se funda la Cátedra Regional de Ciencias de la Conservación Integral de los Bienes Culturales y Naturales de América Latina y del Caribe UNESCO (CRECI), la cual se adscribe oficialmente a la UNESCO en 1995.

Enero de 2012. Mediante el Decreto 295, del Consejo de



(CRECI) è stata fondata e ufficialmente unita all'UNESCO nel 1995.

Gennaio 2012. Il decreto 295 del Consiglio dei Ministri decreta l'estinzione del CENCREM, le cui funzioni sono assunte dal Consiglio Nazionale dei Beni Culturali, il Collegio di San Geronimo e l'Istituto Superiore d'Arte.

Dal **2012**, il Convento è stato sottoposto a ricerche storiche e archeologiche per il suo restauro completo e capitale, iniziato nel **2014**.

Ministros, se dicta la extinción del CENCREM, cuyas funciones son asumidas por el Consejo Nacional de Patrimonio Cultural, el Colegio de San Gerónimo y el Instituto Superior de Arte.

Desde **2012**, el Convento es sometido a labores de investigación histórica y arqueológica para su restauración integral y capital, la cual comienza en **2014**.



Alina Romeo Sáez
Alberto Hernández Oroza
Pedro Ramón Cuétara Pérez

Oficina del Historiador de la Ciudad de La Habana



Interno del
primo Chiostro.
Interior del
primer Claustro.

Analisi dello stato di conservazione

Il Convento de Santa Clara (Convento di Santa Clara) si trova a Calle Cuba, al sud di Plaza Vieja, è composto da un edificio principale a tre piani e tre chiostri, oltre ad uno spazio a cielo aperto che fu un frutteto.

Il primo chiostro sorge intorno a un patio pressoché quadrato, circondato da colonne in pietra di ordine tuscanico (48 totali), sormontate da archi in laterizio (12 per lato più 2 contrafforti per ogni angolo, per un totale di 56) al piano inferiore; al livello superiore si eleva una galleria con tetti sospesi e sorretti da pilastri in legno a sezione quadrata che poggiano su una base in pietra dal profilo trapezoidale, le quali, nel tempo, sono state inglobate in basamenti in cemento dalla forma cubica.

I solai interpiano sono realizzati quasi interamente nella tipologia costruttiva detta “Alfarjes”, costituita da travi e tavolati in legno, con un riempimento in terra per la distribuzione dei carichi.

In alcuni ambienti, come nei bagni, essi sono stati sostituiti da lastre in cemento, mentre nel coro basso della chiesa si notano recenti interventi di consolidamento per evitare il crollo della struttura, con l'aggiunta di travi in cemento armato e profili metallici a doppio T che hanno compromesso in parte l'autenticità del manufatto. Per quanto riguarda le coperture invece sono realizzate sempre in legno ma secondo diverse tipologie denominate Par Hilera, Par y Nudillo e Nabo.

Le colonne e gli archi sono ancora quelli originali e, includendo anche le porzioni di muratura sopra agli archi, non

Análisis del estado de conservación

El Convento de Santa Clara está situado en la calle Cuba, al sur de la Plaza Vieja, y consta de un edificio principal de tres plantas y tres claustros, así como de un espacio abierto que antes era un huerto.

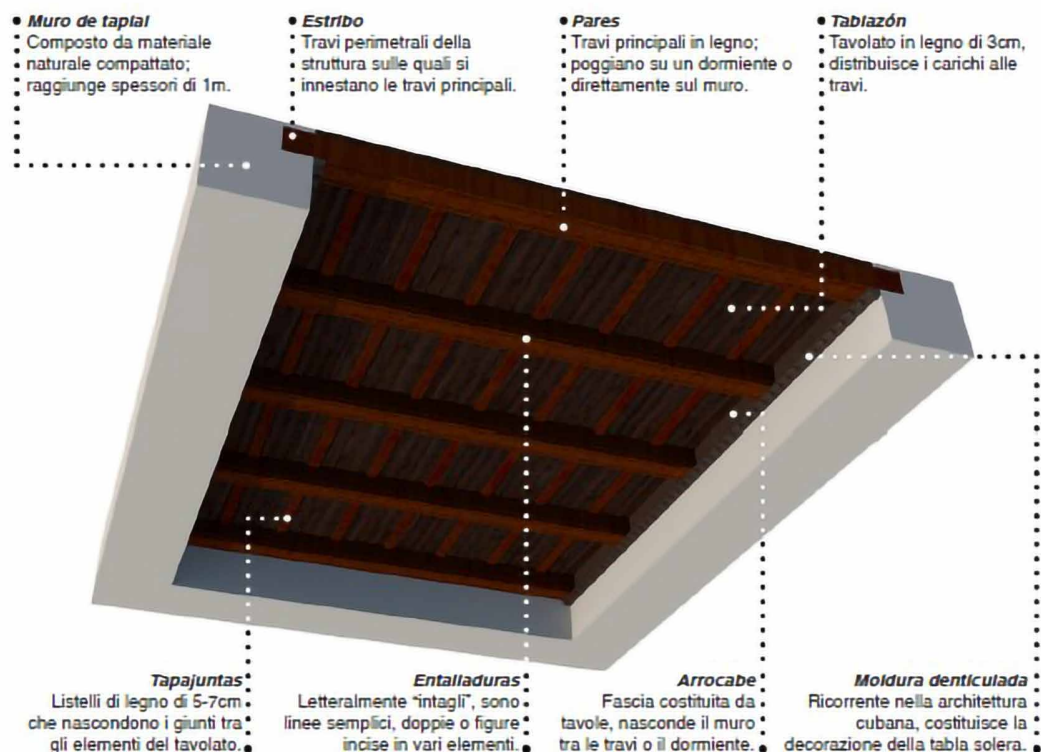
El primer claustro surge alrededor de un patio casi cuadrado, rodeado por columnas de piedra de orden toscano (48 en total), rematadas por arcos de ladrillo (12 por lado más dos contrafuertes en cada esquina, por un total de 56) en el nivel inferior; en el nivel superior se encuentra una galería con losas suspendidas que se apoyan en pilares de madera de sección cuadrada que descansan sobre una base de piedra con perfil trapezoidal que, con el tiempo, han pasado a ser parte de las bases de hormigón con forma cúbica.

Los entrepisos están hechos en su mayoría con la tipología constructiva conocida como “Alfarjes”, que se caracteriza por el uso de vigas y tablonos de madera, con un relleno en tierra que sirve para distribuir las cargas.

En algunos espacios, como en los baños, se han cambiado por losas de hormigón; mientras que en el coro bajo de la iglesia se notan los recientes trabajos de intervención de consolidación para evitar el derrumbe de la estructura, con la adición de vigas de hormigón armado y perfiles metálicos de doble T que han comprometido, en parte, la autenticidad del artefacto. En cuanto a las techumbres, estas se realizan en madera a través de diferentes tipos como el Par Hilera, Par y Nudillo, y Nabo.

Las columnas y los arcos son los originales por lo que mantienen las porciones de mampostería que se encuentran sobre

ABACO DEI SOLAI E DELLE COPERTURE: ALFARJES



mostrano problematiche strutturali ma solo deterioramenti dovuti all'azione dell'acqua: umidità per scorrimento o da risalita per capillarità, depositi superficiali e distacco di intonaco.

I pilastri in legno, i basamenti e le ringhiere in ferro non sono quelle originali ma frutto di interventi successivi a seguito del deterioramento degli stessi dovuti all'azione di eventi atmosferici o fattori di altra natura.

Le basi di calcestruzzo che hanno inglobato le basi originali in pietra, hanno causato ristagno d'acqua con conseguente putrefazione del legno alla base del pilastro e riduzione sensibile della sezione resistente mentre all'estremità superiore si nota, in diverse circostanze, la perdita di contatto con le travi o le saette a causa dell'invecchiamento dei materiali, delle deformazioni e dei cicli di idratazione-essiccazione. Le balaustre in ferro presentano corrosione e in alcuni casi hanno perso il contatto con i pilastri che le sorreggono e sono a rischio crollo.

I solai d'interpiano soffrono invece dell'elevato peso proprio

los arcos, dejando a un lado las problemáticas estructurales, sino que únicamente uno que otro deterioro debido a la acción del agua que puede ser: humedad por flujo por capilaridad, depósitos superficiales y desprendimientos de yeso.

Los pilares de madera, los basamentos y los barandales de hierro no son los originales, sino que son resultado de intervenciones realizadas a partir del deterioro sufrido por eventos atmosféricos u otros motivos.

Las bases de hormigón que englobaron las bases originales en piedra han provocado que el agua se estanque, por lo que la putrefacción en la base del pilar se ha visto afectada, reduciendo, de forma apreciable, la sección resistente. Mientras que en el extremo es clara, en diversas circunstancias, la pérdida de contacto con las trabes o puntales debido al envejecimiento de los materiales, de las deformaciones y de los ciclos de hidratación-secado.

Las balaustradas de hierro presentan corrosión y en algunos casos han perdido el contacto con los pilares que las sostienen y corren el riesgo de derrumbarse.



**Modello e schema costruttivo
dei solai interpiano della chiesa
realizzati in “Alfarjes”**

Maqueta y plano de construcción de
los pisos intermedios de la iglesia
realizados en alfarjes.

dello strato di riempimento e sono stati infatti installati dei puntelli di sostegno.

Le coperture mostrano un andamento ondulatorio, piuttosto che rettilineo, a causa della deformazione delle strutture lignee sottostanti. In alcuni punti sono visibili addirittura dei crolli parziali, come nel caso della copertura all'angolo tra il I e III chiostro.

Al centro del patio vi sono gli elementi, oggi decorativi, che un tempo facevano parte del sistema di raccolta e approvvigionamento di acqua per il convento, ovvero la Fuente de la Samaritana con i bagni annessi, la vecchia lavanderia e la cisterna (costruita in un secondo momento) detta “El Aljibe”, cui perveniva l'acqua attraverso un sistema di recupero costituito da gronde e pluviali in rame, dai collettori e da tubature sotterranee. Essi hanno subito l'azione del tempo e delle intemperie, hanno perso la loro funzione e si presentano in buono stato di conservazione.

Il secondo chiostro presenta sempre un patio centrale, più piccolo rispetto al I chiostro, il cui centro è occupato dai locali del vecchio “Matadero” (Casa del Marino e un suo annesso). La galleria che circonda il patio è realizzata interamente con strutture in legno su entrambi i livelli. I pilastri ottagonali del piano terra sorreggono un solaio composto da uno strato di riempimento in mattoni pieni di laterizio, mentre quelli del primo livello sostengono una copertura lignea della stessa tecnologia del I chiostro. Molti di questi elementi, sebbene affetti da danni causati principalmente dall'umidità, sono originali e conservano un fascino senza tempo.

In generale, è presente un maggior degrado, soprattutto nelle citate strutture lignee che presentano deformazioni, putrefazione, perdita di sezione resistente e addirittura lesioni con crolli parziali.

Il terzo chiostro aveva una disposizione simile al primo chiostro, con il patio centrale quadrato, non edificato e circondato da gallerie; queste non presentavano colonne in pietra al primo piano ma pilastri in legno su entrambi i livelli simili

Los entrepisos, en cambio, sufren el elevado peso propio de la capa de relleno y se han instalado puntales de apoyo.

Las cubiertas muestran una tendencia ondular, en lugar de una recta, debido a la deformación de las estructuras de madera que hay debajo. En algunos puntos es posible observar derrumbes parciales, como en el caso de la cubierta en la esquina entre el claustro I y III.

En el centro del patio se encuentran los elementos, hoy en día decorativos, que en el pasado formaban parte del sistema de recolección y abastecimiento de agua del convento, mejor conocida como la fuente de la Samaritana con los baños anexos, la vieja lavandería y la cisterna (construida posteriormente) conocida como “El Aljibe”, la cual recibía el agua a través de un sistema de almacenamiento constituido por aleros y bajantes de cobre, colectores y tuberías subterráneas. La misma se ha visto afectada por el pasar del tiempo y por la intemperie, por lo que han perdido su función, aunque se mantienen en buen estado de conservación.

El segundo claustro cuenta con un patio central, más pequeño que el primer claustro, cuyo centro está ocupado por las dependencias del antiguo “Matadero” (Casa del Marino y su anexo). La galería que rodea el patio está realizada en su totalidad con estructuras en madera en ambos niveles. Los pilares octagonales de la planta baja sostienen un techo (armazón) de madera compuesto por una capa de relleno de ladrillo macizo, mientras que los del primer nivel soportan una losa de madera con la misma tecnología del primer claustro. Muchos de estos elementos, si bien afectados por los daños de causados principalmente por la humedad, son los originales y conservan un atractivo atemporal.

Por lo general, se presenta un desgaste mayor, sobre todo en las estructuras de madera mencionadas que presentan deformaciones, putrefacción, pérdida en la sección resistente e incluso lesiones con derrumbes parciales.

El tercer claustro tenía una disposición similar al primer claustro, con el patio central cuadrado, sin construcciones y

a quelli del secondo chiostro. Le trasformazioni apportate dal Ministero de Obras Públicas e le demolizioni seguen- ti al periodo rivoluzionario hanno danneggiato significativa- mente il terzo chiostro che oggi si presenta in stato di rovina. Il quarto chiostro, “la huerta”, è andato completamente di- strutto e presenta soltanto il muro perimetrale che delimita l’area.

Principali problematiche che affliggono il manu- fatto

Le indagini condotte sul posto hanno riguardato maggior- mente i primi due chiostri con alcune considerazioni anche sul III e sul IV chiostro. Le problematiche riscontrate sono nella maggior parte dei casi correlate alla presenza di umidi- tà dovuta alle infiltrazioni d’acqua, all’inutilizzo e alla man- canza di manutenzione nonché ad atti di vandalismo.

Per comodità, dividiamo anche le indagini per strutture oriz- zontali e strutture verticali.

Strutture orizzontali

Partendo dall’alto, il primo elemento che incontriamo è il manto di copertura, realizzato quasi esclusivamente in cop- pi di argilla, adagiati su uno strato di circa 10 cm di terra e inerti e una fibra in nylon che dovrebbe garantire l’imper- meabilità.

Le deformazioni riportate dalla struttura sottostante han- no provocato cedimenti differenziali nel manto, con con- seguente ristagno di acqua piovana e formazione di funghi, muffe e lesioni più o meno superficiali.

Alcuni elementi in laterizio del manto di copertura hanno favorito il passaggio dell’acqua che ha creato un ecosistema favorevole per la vegetazione spontanea che sono presenti anche nei canali di gronda del I chiostro, dove causano l’ac- cumulo di foglie e detriti non permettendo il regolare de- flusso delle acque.

Le strutture sopra menzionate sono realizzate interamente

rodeado de galerías; estas no presentaban columnas de pie- dra en le primer plano, sino que pilares de madera en ambos niveles similares a aquellas del segundo claustro. Las trans- formaciones aportadas por el Ministerio de Obras Públicas y las demoliciones posteriores al periodo revolucionario han dañado de forma significativa el tercer claustro que hoy se encuentra en ruinas.

El cuarto claustro, “la huerta”, fue destruido completamen- te y mantiene sólo el muro perimetral que delimita el área.

Principales problemas que afectan la manufactura

Las investigaciones llevadas a cabo en el lugar se centraron principalmente en los dos primeros claustros, con algunas consideraciones sobre el tercer y cuarto claustro. Las pro- blemáticas enfrentadas están, en la mayoría de los casos, con la presencia de humedad debido a las infiltraciones de agua, a la falta de uso y mantenimiento, así como al vanda- lismo.

Por comodidad, también dividimos las investigaciones en es- tructuras horizontales y verticales.

Estructuras horizontales

Empezando por arriba, el primer elemento que encontra- mos es la cubierta del techo, realizada casi exclusivamente por tejas de arcilla, colocadas sobre una capa de aproxima- damente 10 cm de tierra y piedras y una fibra de nylon im- permeable.

Las deformaciones reportadas por la estructura subyacente han provocado sedimentos diferenciales en la cubierta, lo que ha provocado el estancamiento del agua de lluvia y la formación de hongos, moho y afectaciones más o menos su- perficiales.

Algunos elementos en ladrillo de la cubierta han favorecido el paso del agua, lo que ha creado un ecosistema favorable para la vegetación espontánea que está también presente en los canales del alero del primer claustro, donde provocan la

in legno di cedro e, per l'abbondanza delle tipologie presenti, costituiscono un esaustivo inventario sulla maniera di costruire i tetti nell'isola caraibica dal 1600 ad oggi. I maestosi soffitti che ancora oggi coprono il doppio volume della chiesa e il coro alto o quelli delle vecchie celle delle suore, sono pervenuti a noi nelle loro forme originali e, in alcuni casi, originali sono anche i loro elementi costituenti.

Più in generale, però, i componenti che vediamo oggi sono risalenti a un restauro degli anni '80, reso necessario a causa di crolli e rotture di travi, dormienti, tavolati e tiranti.

Allo stato attuale, il sistema di copertura presenta un importante stato di degrado, con evidenti deformazioni delle travi, crolli parziali nelle gallerie del I chiostro e il dislocamento quasi totale della galleria del II chiostro che ha reso necessario il puntellamento delle situazioni più critiche.

Tra i degradi più frequenti possiamo riconoscere:

Fessurazioni nelle travi, causate dai cicli di idratazione-essiccazione del legno che ne comportano l'allungamento e l'accorciamento; solitamente sono longitudinali all'asse della trave e costituiscono gli habitat ideali per la proliferazione di ospiti indesiderati, quali funghi o insetti aggressivi;

Flessioni nelle travi, si verificano nelle travi maggiormente soggette a sollecitazioni di flessione che deformano l'elemento in maniera permanente; comportano la disgiunzione tra gli elementi strutturali, con pericolo di crolli e spostamento delle tegole, e conseguenti infiltrazioni d'acqua;

Rottura delle travi una volta che queste hanno esaurito la loro capacità portante a causa degli attacchi di funghi o agenti xilofagi che scavano gallerie interne all'elemento;

Putrefazione e perdita di elementi del tavolato, si verifica nella parte superiore delle travi, quella a contatto con il tavolato, a causa delle ingenti infiltrazioni d'acqua; pericoloso poiché spesso dal basso non è visibile e causa crolli "improvvisi";

Putrefazione degli appoggi, ovvero delle estremità delle travi che poggiano sui dormienti situati nelle cavità dei muri, che

acumulación de follaje y escombros, impidiendo así el flujo regular de las aguas.

Las estructuras antes mencionadas están hechas de madera de cedro y, por la cantidad de tipos presentes, constituyen un exhaustivo inventario sobre la manera de construir techos en la isla caribeña desde 1600 hasta hoy. Los majestuosos techos que hoy en día siguen cubriendo la doble altura de iglesia y el coro alto, o aquellos de las viejas celdas de las monjas, han llegado a nosotros en su forma original y, en algunos casos, los elementos que las constituyen son los originales.

Sin embargo, los componentes que vemos en esta ocasión datan de una restauración de los años 80, necesaria debido a derrumbes y rupturas de vigas, traviesas, tablones y tirantes.

En el estado actual, el sistema de cubierta presenta una degradación importante, con deformaciones evidentes de las trabes, derrumbes parciales en las galerías del primer claustro, y el desplazamiento casi total de la galería del segundo claustro que ha hecho necesario el apuntalamiento de los lugares y situaciones más críticas.

Entre las degradaciones más frecuentes, podemos reconocer:

Fisuras en las vigas, causadas por los ciclos de hidratación-secado de la madera que hace que se ensanche y acorte; suelen ser longitudinales a los ejes de las vigas y constituyen los hábitats ideales para la proliferación de huéspedes no deseados, como hongos o insectos agresivos;

El pandeo en las vigas se produce en las vigas que están más sometidas a esfuerzos de flexión que deforman el elemento permanentemente; conduce a la disyunción entre los elementos estructurales, con peligro de derrumbe o desplazamiento de las tejas, y consiguientes infiltraciones de agua;

Rotura de las vigas una vez que han agotado su capacidad portante a causa de los ataques de hongos o agentes xilófagos que excavan al interior del elemento;

La putrefacción y pérdida de elementos del entarimado, se produce en la parte superior de las vigas, la que está

a causa dell'umidità vedono la propria sezione ridursi per la sfibratura del materiale o per l'attacco dei funghi, venendo meno alla propria funzione; va menzionato che i dormienti sono quelli originali del '600, che non furono sostituiti a fine secolo scorso;

I solai interpiano presentano meno problematiche relative all'umidità, ma, soprattutto i solai delle gallerie del I e del II chiostro, presentano un pacchetto tecnologico eccessivamente pesante che grava non poco sulle strutture sottostanti. Anche le pavimentazioni in cotto che incontriamo oggi sono frutto del restauro degli anni '80 e si presentano in un avanzato stato di degrado. Su di esse è possibile infatti riscontrare una patina scura e macchie dovute a efflorescenze, oltre a piastrelle saltate a causa di urti accidentali e zone dove il manto è particolarmente consumato dal calpestio perpetrato negli anni.

Come per il manto di copertura, anche in questo caso le cause principali sono le deformazioni della struttura sottostante, le infiltrazioni costanti e gli agenti atmosferici che si aggiungono, in questo caso, alla cattiva qualità del materiale. A spezzare questa conformità di materiale, nei locali della chiesa e del coro alto le pavimentazioni erano in marmo proveniente dalla Isla de la Juventud; un marmo poco resistente sul quale, infatti, si notano macchie ed erosioni causate dall'accumulo di sporcizia e dal guano dei pipistrelli che dimorano stabilmente tra gli snodi ed i travetti della copertura, visibili ancora oggi soprattutto nella copertura del coro alto della vecchia chiesa.

Strutture verticali

Le strutture verticali, che portano gli orizzontamenti appena analizzati, risultano in stato di degrado per cause derivanti da azioni meccaniche (peso proprio, spinte, carichi permanenti o accidentali) o dal contatto con agenti naturali (acqua, piante, parassiti, repentini cambi di temperatura).

in contatto con l'entrambo, a causa delle forti infiltrazioni di acqua; questo è pericoloso perché, con frequenza, non è visibile da sotto e genera crolli "repentini".

La putrefacción de los apoyos, es decir, de los extremos de las vigas que se apoyan sobre los soportes situados dentro las paredes, que debido a la humedad reducen su sección transversal por la fragilidad del material o por el ataque de hongos, incumpliendo con su función; cabe destacar que los soportes no han sido sustituidos a finales del siglo pasado, por lo que se mantienen los originales del 600.

Las losas de entrapiso presentan menos problemas con relación a la humedad, pero, sobre todo las losas de las galerías del primer y segundo claustro presentan un paquete tecnológico excesivamente pesado que supone una carga considerable para las estructuras subyacentes.

Los recubrimientos de terracota que encontramos hoy en día son fruto de la restauración de los años 80 y se presentan con un avanzado estado de degradación. Sobre las mismas es posible apreciar una patina oscura y manchas debido a la eflorescencia, así como baldosas desprendidas debido a robos y zonas donde la superficie está particularmente consumada por el paso de personas a lo largo de los años.

Al igual que en la cubierta, también en este caso las causas principales son las deformaciones de la estructura subyacente, las infiltraciones constantes y los agentes atmosféricos que se agregan, en esta ocasión, a la mala calidad del material. Para romper con la conformidad del material, en la iglesia y en el coro alto los recubrimientos son de mármol proveniente de la Isla de la Juventud; un material poco resistente sobre el cual, de hecho, se notan manchas y erosiones causadas por la acumulación de suciedad y guano de los murciélagos que habitan de forma permanente entre las juntas y vigas de la cubierta, todavía visibles en la losa del coro alto de la iglesia antigua.

Elementi murari

Le strutture murarie in terra cruda soffrono il contatto con l'acqua, causa principale di fessurazioni più o meno profonde, macchie dovute all'umidità, rigonfiamenti, distacco dell'intonaco e depositi superficiali di varia natura.

Le fessurazioni nei muri interni raramente sono passanti da parte a parte e hanno andamento soprattutto verticale; si individuano negli angoli, dove il passaggio di pluviali incassati provoca rigonfiamenti, dovuti alla corrosione del materiale, o al libero flusso dell'acqua all'interno del paramento murario, in caso di rottura del canale di scolo. A volte possono essere provocate anche dall'incompatibilità materica e tecnologica generata dalle nuove pareti divisorie che non presentano una buona ammortatura.

Particolare è il caso della torre campanaria, al cui interno era stato installato un ascensore meccanico e le vibrazioni da esso prodotte avevano causato la formazione di piccole lesioni superficiali. Ad oggi è stato precauzionalmente messo in sicurezza tramite puntelli ed accesso riservato agli operai, anche se le lesioni riscontrate non sono tali da destare preoccupazioni.

I muri sono inoltre afflitti da umidità proveniente dalle infiltrazioni d'acqua. La causa di questo fenomeno è riconducibile in prima battuta al deterioramento del manto di copertura e dal malfunzionamento del sistema di deflusso delle acque meteoriche ma influisce anche l'orientamento geografico delle facciate che non consente adeguati soleggiamento e ventilazione.

La presenza di umidità si manifesta attraverso alterazioni cromatiche o macchie (comunemente dette muffe), mentre, nei casi in cui l'acqua è permeata in quantità eccessive, si verificano rigonfiamenti o distacco dell'intonaco, probabilmente realizzato con materiale non compatibile. Tali manifestazioni sono visibili indistintamente nei muri interni, nei patii e nelle facciate, soprattutto al primo piano e si

Estruttura verticali

Las estructuras verticales, que portan los horizontes apenas analizados, resultan en estado de degradación por causas que derivan de acciones mecánicas (peso propio, empujes, cargas permanentes o accidentales) o por contacto con agentes naturales (agua, plantas, plagas, cambios repentinos de temperatura).

Elementos de la pared

Las estructuras de la pared en tierra sin coger sufren del contacto con el agua, que es la causa principal de fisuras más o menos profundas, manchas debido a la humedad, protuberancias, desprendimiento de yeso y depósitos superficiales de naturaleza varia.

Las grietas en los muros internos raramente son transversales, sino que en su mayoría son verticales; se ubican en las esquinas, donde el paso de bajantes empotrados provoca que la pared se hinche, debido a la corrosión del material, o al libre flujo de agua dentro el muro, en caso de rotura del canal de desagüe. A veces pueden ser provocados también por la incompatibilidad material y tecnológica generada por las nuevas paredes divisorias que no presentan un buen anclaje. Un caso particular es el del campanario, en cuyo interior se había instalado un elevador mecánico y las vibraciones de este habían causado la formación de pequeñas lesiones superficiales. Hoy en día se ha puesto bajo límites de seguridad mediante puntales y acceso reservado a los trabajadores, también si las lesiones encontradas no son motivo de preocupación.

Los muros también están debilitados por la humedad de las infiltraciones de agua. La causa de este fenómeno se debe al deterioro de la cubierta y al malfuncionamiento del sistema de evacuación de aguas pluviales, aunque también influye la orientación geográfica de las fachadas que no permite soleggiamento ni ventilación adecuados.

creano principalmente nella parte sommitale del muro, ma possono interessare anche tutta l'altezza.

Le quattro facciate principali appaiono altrettanto deteriorate; tralasciando quelle su calle Cuba e calle Luz che sono state ristrutturare di recente, analizzeremo quindi di seguito le alterazioni visibili su calle Sol e calle Habana. Similmente ai muri interni, anche in questo caso i danni più consistenti sono dovuti alle infiltrazioni d'acqua, che provocano:

Fessurazioni - appaiono nella parte sommitale delle facciate e vicino a porte e finestre, dovute anche ai movimenti differenziali nei muri (per la disgregazione del tapial), alla corrosione degli architravi in calcestruzzo armato (frutto del restauro degli anni '80), all'ossidazione e alla probabile rottura dei pluviali incassati;

Alterazioni cromatiche superficiali - da distinguere quelle dovute alle infiltrazioni e quelle dovute all'accumulo di polveri e smog;

Erosione dell'intonaco - l'incompatibilità materica, unita all'azione della pioggia, alla risalita d'acqua per capillarità e ai danni meccanici, sono le cause principali dell'erosione o peggio del distacco dell'intonaco (durante i lavori degli anni '80 sono stati utilizzati intonaci con cemento portland che mal si adattano alla tipologia muraria);

Distacco dell'intonaco - frequente nei muri del terzo e del quarto chiostro, si verifica anche per la mancanza di coesione tra i diversi elementi materici che compongono il muro;

Presenza di vegetazione invasiva - rappresenta una seria minaccia per l'incolumità delle facciate a causa della grandezza delle radici che trovano spazio tra i muri di terra; emblematico è il caso dell'albero su calle Habana, ormai parte integrante del convento nella sostanza e nell'immaginario degli abitanti.

La più preoccupante e significativa tra le lesioni è quella verticale all'angolo tra calle Sol e calle Cuba la cui causa può essere attribuibile alla compartecipazione di diverse azioni:

La presenza di umidità si manifesta a través alteraciones cromáticas o manchas (comúnmente conocidas como moho), mientras, en los casos en el que el agua ha permeado en cantidades excesivas, se genera salitre o desprendimiento de yeso, probablemente realizado con material no compatible. Tales manifestaciones son visibles indistintamente en las paredes internas, patios y fachadas, sobre todo en el primer piso y se crean principalmente en la parte superior de la pared, aunque pueden llegar a afectarla en su totalidad.

Las cuatro fachadas principales aparecen deterioradas. Dejando de lado la de la calle Cuba y calle Luz que han sido restauradas recientemente, analizaremos los cambios físicos en la calle Sol y la calle Habana. Al igual que las paredes interiores, aquí también los daños más importantes se deben a las infiltraciones de agua que provocan:

Grietas: aparecen en la parte superior de las fachadas y cerca de puertas y ventanas, son causadas debido a los movimientos diferenciales en los muros (por la desintegración del tapial), a la corrosión de los arquivados en hormigón armado (fruto de la restauración de los años 80), a la oxidación y a la probable rotura de los bajantes empotrados;

Alteraciones cromáticas superficiales: hay que distinguir aquellas debidas a las infiltraciones y las que se deban a la acumulación de polvo y esmog;

Erosión del yeso – la incompatibilidad del material, combinada con la acción de la lluvia, humedad por capilaridad y a los daños mecánicos, son las causas principales de la erosión o, por un del desprendimiento del yeso. (Durante los trabajos de los años 80 fueron utilizados yesos con cemento Portland que se adaptan mal a la tipología de mampostería)

Desprendimiento del yeso – frecuente en los muros del tercer y cuarto claustro, se produce debido a la falta de cohesión entre los distintos elementos materiales que componen el muro;

Presencia de vegetación nociva – representa una seria amenaza para la seguridad de las fachadas debido al tamaño de

Cedimenti della fondazione, non è stato però possibile condurre ulteriori analisi per verifica;

Rottura di un pluviale interno, che ha permesso la fuoriuscita di acqua nel muro e il conseguente distacco;

L'eccessiva spinta del tetto, che ha causato un'inclinazione della facciata su calle Cuba e il possibile distacco dal muro ortogonale (lo stesso problema si è verificato nella parete tra il I e il III chiostro, dopo la demolizione di quest'ultimo);

Crollo di una porzione muraria, ricostruita con materiali incompatibili e con una ammorsatura non adeguata che si è distaccata in occasione di qualche vibrazione;

Vibrazioni prodotte dal passaggio dei mezzi a motore.

In una foto storica si legge una forte infiltrazione d'acqua nella parete, causata proprio dalla rottura di un canale di scolo interno. Questa, forse aiutata dalla spinta del tetto e dalle vibrazioni prodotte lungo la strada, ha causato il crollo di parte della parete. Successivamente fu in parte ricostruita in quanto è evidente la differenza tra il materiale lapideo e il calcestruzzo armato all'altezza del cornicione. Non è da escludere quindi che un'errata progettazione degli interventi di ripristino potrebbe aver causato la riapertura della lesione.

Patii

Le colonne in pietra del primo chiostro sono giunte a noi in ottimo stato di conservazione e non presentano gravi problemi strutturali, così come gli archi (probabilmente realizzati in mattoni) successivamente. Alla vista mostrano delle alterazioni cromatiche superficiali dovute all'azione dell'acqua sul rivestimento in intonaco di calce, causate dal malfunzionamento del sistema di raccolta delle acque piovane.

Discorso diverso per i pilastri in legno ubicati al livello superiore del primo chiostro e su entrambi i livelli del secondo. Ogni elemento delle gallerie, durante il restauro degli anni '80, è stato analizzato in laboratorio per verificare la riduzione della sezione resistente e, se eccessiva, sono stati sostituiti, altrimenti ricollocati con tutte le dovute accortezze. Tali

las raíces que encuentran espacio entre los muros de tierra; emblemático es el caso del árbol sobre la calle Habana, ahora parte integrante del convento en lo sustancial o en el imaginario de los habitantes.

La más preocupante y significativa de las lesiones es aquella vertical en la esquina entre la calle Sol y la calle Cuba, cuya causa puede ser atribuida a la coparticipación de varios eventos.

Fallos de los cimientos, no ha sido posible verificarlos a través de análisis,

Ruptura de un tubo de bajada interno, que ha permitido la filtración de agua en el muro y como consiguiente, el desprendimiento;

El excesivo empuje de la cubierta, que ha provocado la inclinación de la fachada de la calle Cuba y su posible desprendimiento del muro ortogonal (el mismo problema se produjo en el muro entre el primer y el tercer claustro, tras el derribo de este);

Colapso de una porción de mampostería, reconstruida con materiales incompatibles y con un refuerzo inadecuado, que se desprendió durante algunas vibraciones;

Vibraciones, producidas por el paso de los vehículos motorizados.

En una foto histórica se muestra una fuerte infiltración de agua en el muro, causada por la rotura de un canal de drenaje interno. Este, quizás ayudado por la presión de empuje del techo o de las vibraciones producidas a lo largo de la calle, ha hecho que parte de muro se derrumbara. Posteriormente, fue en parte reconstruido pues es evidente la diferencia entre materiales pétreos y el hormigón armado a la altura de la cornisa. No hay que ignorar que una errada proyección de las intervenciones de restauración podría ser la responsable de la reapertura de las lesiones.

Patii

Las columnas de piedra del primer claustro han llegado hasta nosotros en un estado óptimo de conservación y no

pilastrini presentano oggi lievi fessurazioni verticali prodotte dalla degradazione del legno, dall'invecchiamento, dai cicli di idratazione-essiccazione, dall'azione di funghi ed agenti xilofagi e da altri agenti atmosferici. Alcuni hanno perso il contatto con le travi o con i capitelli a causa degli spostamenti di uno di questi elementi. Essi poggiano su dadi di cemento messi in opera agli anni '80, che inglobano le basi originali in pietra. Essi mostrano macchie superficiali, fessurazioni o rotture, dovute alle sollecitazioni, alle infiltrazioni d'acqua ed al rigonfiamento dei pilastrini, sempre causato dall'umidità.

Note di viaggio

Durante il Workshop abbiamo appreso diverse nozioni a proposito delle problematiche relative ai pilastrini e agli altri elementi lignei delle gallerie.

Il legno utilizzato è di origine tropicale ma spesso non corrisponde alle caratteristiche standardizzate in quanto si tratta di legno riciclato da altre opere, in cui era preposto a funzioni diverse da quelle strutturali. Altro fattore potrebbe essere il fatto che non sia stato rispettato il tempo di stagionatura per cui una volta messo in opera subisce ulteriori variazioni dimensionali (soprattutto quello proveniente dal Messico, come riportato dai tecnici locali). La condizione generale dei legni impiegati è peggiorata dai cicli di idratazione-essiccazione che seguono l'alternarsi della stagione secca e della stagione umida, poiché all'aumentare della temperatura aumenta anche l'umidità e quindi il rischio di infiltrazioni o di risalita per capillarità.

Oltre all'acqua, i componenti lignei devono essere affetti da parassiti quali agenti xilofagi e funghi. Tra i primi si distinguono quelli che attaccano il legno secco e quelli che attaccano il legno umido; i primi lasciano traccia del loro passaggio attraverso una sostanza simile alla segatura, mentre i secondi sono detti "di terra" e scavano lunghe e profonde gallerie. Entrambi causano una più o meno sensibile

presentavano gravi problemi strutturali, così come gli archi posteriori (probabilmente realizzati con mattoni). A semplice vista, si osservano alterazioni cromatiche superficiali dovute all'azione dell'acqua sul rivestimento in calce, causate dal malfunzionamento del sistema di raccolta delle acque piovane.

Altra cosa sono i pilastri di legno ubicati nel livello superiore del primo chiostro e nei due livelli del secondo. Ogni elemento delle gallerie, durante la restaurazione degli anni 80, fu analizzato in un laboratorio per verificare la riduzione della sezione resistente e, in caso di eccesso, furono sostituiti. In caso contrario, furono reubicati con il dovuto accorgimento. Tali pilastri presentano oggi fenditure verticali sottili prodotte dalla degradazione del legno, dall'invecchiamento, dai cicli di idratazione-essiccazione, per l'azione della fauna nociva e di altri agenti atmosferici. Alcuni hanno perso il contatto con le travi o i capitelli a causa dello spostamento di uno di questi elementi. Questi riposano su dadi di cemento messi in opera negli anni 80, che incorporano le basi originali in pietra. Gli stessi mostrano macchie in superficie, fenditure o rotture, dovute alla tensione, all'infiltrazione di acqua e al gonfiamento dei pilastri, causato dall'umidità.

Notas del viaje

Durante el taller, hemos aprendido diversas nociones sobre los problemas relacionados con los pilastres y otros elementos de madera de las galerías.

La madera utilizada es de origen tropical, pero con frecuencia no corresponde a las características estandarizadas pues se trata de madera reciclada de otras obras, en las que se empleó en funciones distintas a las estructurales. Otro factor podría ser el hecho de que no se haya respetado el tiempo de secado de la madera, por lo que una vez que se coloca sufre más variaciones dimensionales (especialmente la madera proveniente de México, como reportado por los técnicos

riduzione della sezione resistente dell'elemento che nel peggiore dei casi può portare a rottura. Per far fronte a questa problematica, negli anni passati sono stati sperimentati metodi che prevedono le infiltrazioni di fumo attraverso dei fori appositi nel legno visibili ancora oggi. Tali soluzioni sono però efficaci solo in un primo momento infatti, una volta terminato l'effetto del fumo, gli agenti xilofagi si ripresentano. I funghi, invece, agiscono in modo diverso rispetto agli insetti: infettano la base del pilastro, causandone putrefazione superficiale e, a seconda della profondità, può rendersi necessaria la sostituzione della porzione interessata. Ciò avviene anche a causa dei dadi in calcestruzzo aggiunti alla base di pilastri negli anni '80.

I pilastri del primo chiostro che hanno conservato le basi originali in pietra presentano uno stato di conservazione migliore rispetto a quelli le cui basi sono state rivestite, poiché i dadi in cemento non permettono il deflusso delle acque, trattenendole al loro interno e quindi a contatto col legno, non permettendo al pilastro di "respirare". La mancanza di ventilazione e il ristagno d'acqua costituiscono l'habitat ideale per la proliferazione dei funghi.

I pilastri del secondo chiostro, invece, presentavano originariamente basi realizzate in pietra calcarea bianca, alcune delle quali sono state sostituite con dadi in cemento e mattoni che oggi versano in pessime condizioni: le vibrazioni, le infiltrazioni d'acqua e la mancanza di ventilazione hanno causato la rottura anche di questi dadi.

Limitatamente al secondo chiostro, osserviamo ancora che i pilastri posizionati agli angoli hanno una sezione ottagonale di maggiore dimensione rispetto a quelli centrali, per poter sostenere i carichi più elevati derivanti dal piano superiore.

Elementi non strutturali

Fuente de la Samaritana

Si tratta dell'opera che riveste sicuramente il maggior interesse storico, archeologico e sociale in quanto la più antica

locales). Las condiciones generales de las maderas empleadas empeoraron a causa de los ciclos de hidratación-secado que siguen a la alternancia de la estación húmeda, ya que a medida que va aumentando la temperatura también lo hace la humedad, así como también lo hace el riesgo de infiltraciones o de ascenso por capilaridad.

Además del agua, los componentes de madera se han visto afectados por agentes xilófagos y hongos. Entre los primeros se distinguen aquellos que atacan a la madera seca y aquellos que atacan a la madera húmeda; los primeros dejan huellas de sus pasos a través de una sustancia parecida al aserrín, mientras que los segundos se conocen como "terrosos" y excavan largos y profundos túneles. Ambos provocan una reducción más o menos apreciable de la sección resistente del elemento que, en el peor de los casos, puede generar una rotura. Para enfrentar esta problemática, en los últimos años se experimentaron métodos que prevén las infiltraciones de humedad por medio de los orificios colocados en la madera aún apreciables. Tales soluciones son eficaces sólo al principio pues, una vez que el efecto de humo finaliza, los agentes xilófagos reaparecen.

Los hongos, por su parte, reaccionan de otra manera a diferencia de otros insectos: infectan la base del pilar, provocando una putrefacción superficial y, dependiendo de la profundidad, podría ser necesaria la sustitución de la porción de interés. Esto también sucede gracias a los dados de hormigón añadidos a la base de los pilares en la década de 1980.

Los pilares del primer claustro que han conservado su base original de piedra presentan un estado de conservación mejor de aquellos cuyas bases han sido revestidas, ya que los dados de hormigón no permiten el drenado de agua, reteniéndola en su interior y, por lo tanto, en contacto con la madera, imposibilitando que el pilar pueda "respirar". La falta de ventilación y el estancamiento de agua constituyen el hábitat ideal para la proliferación de los hongos.

fonte d'acqua pubblica tra quelle oggi ancora esistenti in Cuba. Nell'avvicinarsi all'area dove la fonte è situata, si nota subito che le vasche più basse risultano in parte interrata e in parte distrutte dal corso degli anni. Si può ben osservare guardando la fonte dall'alto (stando sulla galleria di fronte ad essa), come delle vaschette poste sulla sinistra (verso i bagni) si possa ancora leggere il disegno, mentre quelle sulla destra e quelle frontali si confondono e si perdono nel terreno. In queste vasche più basse, il perimetro appare molto deteriorato dall'azione del tempo, dagli agenti atmosferici e dal mancato utilizzo, al loro interno si nota infatti la presenza di organismi vegetali infestanti.

Molto più leggibili e meglio conservate sono le due vasche principali, dove l'acqua veniva riversata direttamente dalla bocca della fonte e situate a una quota più alta delle precedenti. Anche qui la vegetazione è cresciuta rigogliosa facendosi spazio tra i muretti in pietra e causandone spostamenti o rotture. L'erosione degli agenti atmosferici ha probabilmente provocato la perdita dell'impermeabilità della struttura ma si conservano alcuni accessori originali che aiutano a capire il funzionamento della stessa, come le grate in ferro posizionate nei fori di passaggio da una vasca all'altra, aventi funzione di filtro, che incontriamo in evidente stato di ossidazione. Quello che non ormai è andato perso è il sistema di risalita dell'acqua, che purtroppo impedisce di capire il funzionamento pratico della fonte. Nel libro di Pedro Antonio Herrera López vi è un passaggio in cui si spiega che la risalita avveniva per gravità, vista la differenza di quota tra il livello della fonte e delle colline vicine; anche l'archeologo dell'OHCH, che ci ha accompagnato durante la visita, conferma la teoria della gravità, pertanto la possiamo considerarla come la più attendibile.

La colonna centrale, corpo principale della fonte, risulta anch'essa molto deteriorata. Il prospetto frontale mostra una cavità verticale dal livello del suolo fino a all'altezza dell'ugello, che rappresenta probabilmente la traccia da dove

Los pilares del segundo claustro, en cambio, tenían originalmente bases de piedra caliza blanca, algunas de las cuales han sido sustituidas por dados de hormigón y ladrillo que ahora se encuentran en pésimo estado. Las vibraciones, las infiltraciones de agua y la falta de ventilación han causado también la rotura de estos dados.

Limitándonos al segundo claustro, continuamos observando que los pilares colocados en las esquinas tienen una sección octagonal de mayor dimensión respecto a los centrales, para poder sostener las cargas más elevadas derivadas del piso superior.

Elementos no estructurales

Fuente de la Samaritana

Se trata de una obra de mayor interés histórico, arqueológico y social, debido a que es la fuente de agua pública más antigua entre todas las que siguen existiendo en Cuba. Al acercarse al área donde se encuentra la fuente, se nota inmediatamente que las cuencas inferiores están en parte enterradas y en parte destruidas por el pasar de los años. Si bien se puede observar mirando la fuente desde arriba (estando en la galería enfrente de la misma), como desde las pilas de la izquierda (hacia los baños) se pueda todavía ver el diseño en relieve, mientras que aquellas de la derecha y las frontales se confunden y se pierden en el terreno. En estas tinas más bajas, el perímetro aparece muy deteriorado por el accionar del tiempo, de los agentes atmosféricos y de la falta de uso, en su interior se nota, de hecho, la presencia de organismos vegetales de la maleza.

Las dos tinas principales son mucho más evidentes y están mejor conservadas, en la sección que recibía el agua proveniente directamente de la boca del manantial, por lo que están a una mayor altura. También aquí la vegetación ha crecido de sobremana, haciéndose espacio entre los muros de piedra y causando desplazamiento y roturas. La erosión de los agentes atmosféricos probablemente ha provocado la

passava il tubo per la risalita dell'acqua. Nell'operazione di riapertura della traccia è stata provocata, forse dai colpi di martello, la perdita di una quantità significativa di materiale lapideo. Nel prospetto posteriore, che doveva essere liscio, sono evidenti i tentativi di apertura di due fori, si pensa per indagini sui materiali. Tutto il corpo centrale è affetto da erosione superficiale ad opera degli agenti atmosferici, macchie causate da muffe e alterazioni cromatiche dovute alla perdita dello strato di finitura. Il capitello modellato è forse la parte che si conserva meglio, mostrando solo lievi segni di erosione. L'elemento tronco-piramidale sommitale, realizzato in pietra, non presenta deformazioni fisiche ma solo alterazioni cromatiche e macchie superficiali provocate dall'umidità, dall'attacco di organismi vegetali e dal guano dei volatili che nidificano sugli alberi del I chiostro.

Sistema di recupero delle acque meteoriche: gronde, pluviali, collettori, aljibe (vedi § 4.3)

Bagni e lavanderia

I bagni venivano un tempo usati dalle Clarisse per l'igiene personale, come dimostrato dalle vasche che si trovano all'interno di essi scavate nel terreno e dalle vasche esterne, sempre nel sottosuolo e segnate da un cordolo in mattoni. Queste due costruzioni molto semplici con tetto a due falde sono collocate a ridosso della fonte, essendo inizialmente da essa alimentate. Una presenta la porta d'ingresso, tre finestre sulle altre tre pareti e una vasca profonda 1,20 m, mentre l'altra ha solo due finestre oltre alla porta d'accesso e una parete cieca. Quest'ultima è oggi utilizzata come vano per impianti tecnici e non si scorge la presenza di una vasca, forse coperta. Entrambe versano in uno stato di conservazione più che accettabile; i pavimenti sono stati smantellati lasciando il massetto grezzo a vista che degrada verso la vasca (nel primo caso), come a segnare la presenza di una cornice. I muri appaiono in salute così come gli infissi, ai quali manca solo qualche elemento decorativo, mentre il

pérdida de impermeabilidad de la estructura, pero se conservan algunos accesorios originales que ayudan a entender el funcionamiento de esta, como las rejillas de hierro colocadas entre las pilas, que funcionaban como filtro y que encontramos en un evidente estado de oxidación. Aquello que lamentablemente ya no existe, es el sistema de elevación del agua, lo cual impide que podamos entender el funcionamiento práctico de la fuente. En el libro de Pedro Antonio Herrera López hay un pasaje que explica que la elevación funcionaba por medio de la gravedad, dada la diferencia de altura que existe entre la fuente y las colinas cercanas; también el arqueólogo de la OHCH, que nos acompañó en la visita, confirma la teoría de la gravedad, por lo que podemos considerarla como la más probable.

La columna central, cuerpo principal de la fuente, también se encuentra muy deteriorada. La cara frontal muestra una cavidad vertical que va desde el nivel del suelo hasta la altura de la tobera, que representa probablemente el trazado por donde pasaba la tubería para la subida de agua. En la operación de reapertura del recorrido, se ha generado, quizás debido a los golpes con el martillo, la pérdida de una cantidad significativa de material pétreo. En la cara posterior, el cual tenía que ser liso, son evidentes los intentos de apertura de dos orificios; se piensa que se deban a investigaciones sobre el material. Todo el cuerpo central está afectado por la erosión superficial causada por agentes atmosféricos, manchas causadas por moho y alteraciones cromáticas debidas a la pérdida del recubrimiento del acabado. El capitel modelado es quizás la parte mejor conservada, con leves señas de desgaste. El elemento tronco-piramidal superior, realizado en piedra, no presenta deformaciones físicas, sino que solamente alteraciones cromáticas y manchas en la superficie provocadas por la humedad, ataque de organismos vegetales y el guano de las aves que anidan en los árboles del primer claustro.

tetto mostra segni di infiltrazione e marcescenza negli elementi del tavolato, causati dalla rottura di alcune tegole, ben visibili dall'alto della galleria prospiciente. Tali rotture, causate probabilmente dalla caduta di frutti o rami pesanti, ospitano anche organismi vegetali infestanti.

Le vasche esterne, una in prossimità della fonte e altre disseminate nel chiostro, sono realizzate in mattoni e rivestite di uno strato per la tenuta all'acqua e mantengono ancora le loro forme originali anche se il manto impermeabilizzante è stato eroso nel tempo e il fondo è occupato da vegetazione spontanea.

Lo spazio che era destinato alla lavanderia appare in uno stato di degrado più avanzato, dovuto all'apertura sui quattro lati che lo rende più vulnerabile alle intemperie. Le strutture verticali, costituite dai quattro pilastri angolari in muratura, sono perfettamente conservate, tranne qualche segno di efflorescenza dovuta alla risalita d'acqua per capillarità dal canale perimetrale circostante. Anche gli esili pilastrini in legno, disposti centralmente sui quattro lati, mostrano un buono stato di conservazione. In condizioni peggiori versa il resto della struttura: il pavimento è stato smantellato e oggi è visibile solo il massetto grezzo mentre la copertura a padiglione è affetta dalla rottura o perdita di diversi elementi del manto di copertura in coppi, causate dalla caduta di oggetti dall'alto, che hanno consentito la crescita spontanea di vegetazione infestante. Il canale che ne cinge il perimetro è realizzato in mattoni e ha subito molti spostamenti dovuti ai cedimenti differenziali del terreno, per cui non garantisce più la tenuta all'acqua che si disperde nel terreno circostante. Accanto ad essa vi è una vasca molto grande ma poco profonda che veniva usata come fontana e al centro vi è un piedistallo su cui poggiava un putto, ad oggi però non pervenuto. Essa presenta una rottura significativa nel cordolo perimetrale, sul lato opposto alla lavanderia, ma conserva intatto lo strato di tenuta all'acqua, affetto solo da macchie superficiali dovute all'umidità.

Sistema de recuperación de agua meteórico: aleros, pluviales, colectores, aljibe (véase el apartado 4.3)

Baños y lavaderos

Los baños fueron utilizados en el pasado por las clarisas para la higiene personal, como demostrado por las tinas que se encuentran al interior de estos, enterradas en el terreno y por las que se encuentran en el exterior, esas también en el subsuelo y marcadas por un bordillo de ladrillo. Estas dos construcciones muy sencillas con techo a dos aguas están colocadas cerca de la fuente, siendo, inicialmente, alimentadas por ella. Una presenta la puerta de acceso, tres ventanas en las otras tres paredes y una tina de 1.20 m de profundidad, mientras que la otra sólo cuenta con dos ventanas además de la puerta de acceso y un muro ciego. Esta última es utilizada hoy en día como vano para las instalaciones técnicas y no mantiene rastro de la tina, que probablemente está cubierta. Ambas se encuentran en un estado de conservación más que aceptable; los pavimentos han sido desmontados dejando el suelo rugoso visible que degrada hacia la tina (en el primer caso), como si se señalara un marco. Las paredes se encuentran en buen estado, así como los marcos, a los cuales falta solamente algún elemento decorativo, mientras que el techo muestra señas de infiltración y podredumbre en los elementos de entablado, causados por la rotura de algunas tejas, claramente visibles desde la galería superior. Tales roturas, causadas probablemente por la caída de frutos o ramas pesadas, hospedan también organismos vegetales infestantes. Las tinas exteriores, una cerca de la fuente y las demás distribuidas por el claustro, son de ladrillo y revestidas por una capa para la resistencia al agua y aún mantienen sus formas originales, aunque la capa impermeabilizante ha erosionado con el pasar del tiempo y el fondo está ocupado por vegetación espontánea.

El espacio que estaba destinado a la lavandería se encuentra en un estado de desgaste más avanzado, debido a la apertura sobre sus cuatro lados que lo hacen más vulnerable a

Infissi, serramenti, balaustre, grate in legno e ferro

In un convento dove si esercita la clausura, è fondamentale (lo dice infatti la parola stessa) la chiusura verso il mondo esterno, pertanto sono necessari infissi e serramenti che facciano da schermo a quello che succede, sia dall'interno verso l'esterno che in direzione opposta. Oggi, sopravvivono in buono stato quelle che erano le porte in legno dei principali accessi ai primi due chiostri, le quattro su calle Cuba, come anche le due su calle Sol, per quanto tutte deteriorate dall'uso, dal tempo, dalle intemperie e dall'incuria, di cui per anni hanno subito gli effetti. Risulta mancante quella che consentiva l'ingresso diretto al terzo chiostro, su calle Habana, di cui l'accesso è stato murato e resta soltanto la sontuosa cornice di cemento in stile barocco. Le balaustre sono realizzate tutte in legno massello, con decorazioni semplici, quali intagli lineari e borchie in ferro a sottolinearne la possenza. In alcuni scritti, si asserisce che esse siano state ricavate come pezzo unico da un solo tronco, il che ci dà un'idea della grandezza dell'albero da cui hanno avuto origine.

Le porte interne, anch'esse in legno, sono presenti per la maggiore nelle loro forme originali e nella classica colorazione azzurra, con serramenti semplici che garantiscono apertura e chiusura. In generale si incontrano in buono stato di conservazione, ma alcune mostrano i segni dell'umidità, degli anni e degli eventi atmosferici che in molti casi hanno eroso lo strato di pittura superficiale concedendo il passaggio all'acqua, causa di rigonfiamenti, muffe e deformazioni. Situazione abbastanza differente quella delle finestre. Gli infissi, ove presenti, sono costituiti da semplici ante opache in legno (come degli scuri), che non consentono la vista, né il passaggio della luce. In linea generale lo stato di conservazione è accettabile, ma non sappiamo se si tratta dei componenti originali o se sono stati sostituiti negli anni; inoltre, in molte aperture, soprattutto del primo piano, queste sono mancanti, mentre al piano terra sono quasi tutte presenti e,

la intemperie. Le strutture verticali, costituite da quattro pilastri di mamposteria di angoli, sono perfettamente conservate, salvo alcuni segni di efflorescenza dovuti alla risalita dell'acqua per capillarità dal canale perimetrale circostante. Gli esili pilastri di legno, disposti al centro dei quattro lati, mostrano un buon stato di conservazione. Il resto della struttura si trova in un peggior stato di conservazione: il pavimento ha smantellato e oggi è solo visibile il pavimento ruvido, mentre il tetto a quattro acque è danneggiato per la rottura o perdita di diversi elementi della copertura, causata dalla caduta di oggetti, che ha permesso il crescita spontanea di erba. Il canale che percorre il perimetro è realizzato con mattoni e ha subito molti spostamenti dovuti alle irregolarità del terreno, per lo che non garantisce la ritenzione dell'acqua che si disperde nel terreno circostante. Accanto alla stessa si trova una vasca molto grande ma poco profonda che si utilizzava come fonte e, al centro, c'è un piedistallo su cui riposava un *putto* (bambino nudo, solitamente presentato con ali), che oggi non si trova. Questo presenta una rottura significativa nel battente perimetrale, sul lato opposto della lavanderia, ma conserva intatta la membrana di impermeabilizzazione, danneggiata solo per le macchie superficiali dovute all'umidità.

Accesorios, marcos de ventanas, balaustradas, rejas de madera y hierro

In un convento di clausura, è fondamentale (lo dice la parola stessa) il chiusura verso il mondo esterno, per lo che sono necessari marcos e cerramientos che fungano da protezione per lo che succede, sia del interno verso l'esterno e viceversa. Oggi in día si preservano in buon stato quelle che erano le porte di legno che, dei accessi principali dei due primi chiostri, le quattro sulla calle Cuba, come anche le due sulla calle Sol, pese a todas



Interno del secondo Chiostro. *Interior del segundo Claustro.*

ove manchino, le aperture sono state murate per evitare l'accesso a visitatori indesiderati.

A partire da fine '800 – inizio '900 a tutte le aperture furono installate delle grate in legno, composte da elementi torniti verniciati d'azzurro. In molti casi, queste sono visibili ancora oggi nelle loro forme e nei loro elementi originali, sebbene abbiano subito la perdita di alcuni elementi o dello strato di pittura superficiale a causa delle intemperie e dell'erosione del vento ricco di salsedine, o per atti vandalici.

Senza lo strato di pittura protettiva, le infiltrazioni d'acqua non hanno incontrato ostacoli e in numerosi casi ne hanno causato la putrefazione. Infine, ove sia andata perduta tutta la grata protettiva in legno, questa è stata sostituita da sbarre di ferro, anch'esse vittime dell'umidità e dell'erosione, che si incontrano oggi in uno stato di corrosione per aerazione differenziale.

Gli stessi elementi torniti in legno li ritroviamo nelle balaustre anticaduta che proteggono le rampe di scale e le gallerie dei primi due chiostri. Anche in questo caso, gli elementi originali sono conservati ma mostrano i segni del tempo e

estar deterioradas por el uso, tiempo, la intemperie y la falta de cuidado y manutención, de los que han sufrido a través de los años. También falta aquella que consentía el acceso directo al tercer claustro, en la calle Habana, cuyo acceso ha sido cerrado con un muro y sólo queda el suntuoso marco de cemento de estilo barroco. Las balaustradas están realizadas con madera maciza, con decoraciones sencillas, como tallos lineales y tachuelas de hierro que resaltan su grandeza. En algunos escritos se afirma que provengan de un solo tronco, lo que da una idea de la grandeza del árbol del que provienen.

Las puertas interiores, también de madera, se encuentran en su mayoría con sus formas originales y en el clásico color azul, con cerramientos sencillos que garantizan la apertura y el cierre. En general se encuentran en buen estado de conservación, pero algunas muestran señas de humedad, debido a los años y eventos atmosféricos que, en muchos casos, han erosionado la capa superficial de pintura permitiendo el paso del agua, causando hinchazón, mohos y deformaciones.

Una situación bastante distinta aquella de las ventanas. Los marcos de las ventanas, cuando están presentes, se constituyen por simples hojas de madera opacas (como persianas), que no permiten la vista ni el paso de la luz. En líneas generales, el estadio de conservación es aceptable, pero no sabemos si se trata de componentes originales o si han sido sustituidos en los años; además, en muchas aperturas, sobre todo del primer piso, éstas faltan, mientras que en la planta baja están presentes casi todas, y, donde faltan, las aperturas han sido tapiados para impedir el acceso a visitantes no deseados.

Desde finales del Siglo XIX y principios del Siglo XX, se instalaron en todas las aberturas, rejillas de madera compuestas por elementos torneados pintados de azul. En muchos casos, todavía son visibles hoy en día en sus formas y elementos originales, pese a que han sufrido la pérdida de algunos elementos o de la capa de pittura superficial debido a la intemperie y a la erosión del viento salino, o por vandalismo.

degli agenti atmosferici, per cui sono mancanti di alcune parti, del rivestimento superficiale o attaccati da muffe e agenti xilofagi che ne causano la putrefazione.

Le balaustre della galleria del primo chiostro, che dovevano essere in legno come quelle visibili nel secondo chiostro, sono state sostituite durante il secolo scorso da quelle in ferro presenti ancora oggi, che si trovano in pessimo stato di conservazione a causa dell'umidità e in alcuni casi hanno subito crolli o separazioni dai pilastri in legno che le sorreggono.

Chiostri III e IV

A differenza dei chiostri I e II, quel che resta del III e del IV chiostro in seguito alle demolizioni post-rivoluzionarie non è altro che un cumulo di macerie.

La seconda fase delle demolizioni (1959-1960) che prevedeva l'uso di dinamite, bulldozer e altri metodi che non hanno garantito il rispetto di uno dei monumenti più importanti della capitale cubana, ha abbattuto gran parte delle costruzioni che costituivano il III chiostro. Fortunatamente le operazioni di demolizione furono interrotte in tempo per lasciare ai posteri le tracce dell'impianto originario. I tetti e le coperture sono ad oggi inesistenti, come (in alcuni casi) i solai d'interpiano. Infissi, porte, finestre, pavimenti non hanno resistito alle demolizioni e sono tutti andati perduti, rimangono in alcuni casi le grate in ferro a protezione di alcune aperture murate nelle facciate perimetrali ed alcuni resti delle pietre e dei marmi che costituivano le pavimentazioni sono conservate in uno dei locali.

La perdita dell'intonaco di rivestimento rende possibile la scansione dei paramenti murari, realizzati con materiali misti: terra, mattoni, conci in pietra e cemento si alternano, senza seguire una regola precisa, per comporre la muratura. Dai solai crollati fuoriescono i ferri corrosi che tenevano il calcestruzzo armato, mentre travi in c.a. e tiranti metallici a doppio T in evidente stato di corrosione sono elementi caratterizzanti il panorama generale. L'assenza di coperture ha

Senza la capa protectora de pintura, la infiltración de agua no ha encontrado obstáculos y en varias ocasiones ha provocado la putrefacción. En fin, donde se ha perdido la celosía protectora de madera, se ha sustituido por una en hierro, que también sufre la humedad y la erosión, que se encuentran hoy en día en estado de corrosión por aireación diferencial.

Los mismos elementos de madera torneada se encuentran en las balaustradas que protegen los tramos de escalera y las galerías de los primeros dos claustros. También, en este caso, los elementos originales se conservan pese a que muestran señas del tiempo y de los agentes atmosféricos, por lo que les faltan algunas partes del revestimiento superficial, o son atacados por mohos o agentes xilófagos que causan su putrefacción.

Las balaustradas de la galería del primer claustro, que debían ser de madera como aquellas visibles en el segundo claustro, han sido sustituidas durante el siglo pasado por aquellas de hierro presentes hoy en día, que se encuentran en pésimo estado de conservación a causa de la humedad y en algunos casos han sufrido derrumbes o separaciones de los pilares de madera que las sostienen.

Claustros III y IV

A diferencia de los claustros I y II, lo que queda de los claustros III y IV tras las demoliciones posrevolucionarias no es más que una acumulación de escombros.

La segunda fase de las demoliciones (1959-1960) que consideraba el uso de la dinamita, bulldozers y otros métodos que no garantizaron el respeto hacia uno de los monumentos más importantes de la capital cubana, derribó gran parte de las construcciones que constituían el tercer claustro. Afortunadamente las operaciones de demolición fueron interrumpidas a tiempo para dejar rastros del trazado original. Los techos y las cubiertas hoy en día son inexistentes, como (en algunos casos) lo son los entresijos. Los marcos, las puertas, las ventanas, los pisos no resistieron a las demoliciones y se

lasciato che le piogge inondassero i suoli e i muri, dove oggi cresce rigogliosa una vegetazione composta da piante erbacee, arbusti e veri e propri alberi, sia negli spazi vuoti che all'interno dei muri. Emblematico è il caso della pianta su calle Habana, divenuta ormai parte integrante della facciata e riferimento visivo per gli abitanti del luogo. Lo stato di rovina ci permette di apprezzare, se non altro, la manifattura degli archi in muratura, con il susseguirsi delle file di mattoni (di dimensioni differenti da quelle usuali), tipica dell'America Latina.

Del vecchio frutteto resta soltanto il muro perimetrale, più basso rispetto agli altri, mentre tutto quello che c'era all'interno è stato raso al suolo. La sua superficie risulta oggi occupata da costruzioni temporanee, funzionali al cantiere, da cumuli di materiale di scarto, difficilmente riciclabile se non come polvere o inerti per conglomerati cementizi. Da segnalare inoltre la presenza di una vasca per la creazione della calce, il cui utilizzo è previsto in tutto il cantiere del convento. Ben poco c'è da analizzare e da conservare del IV chiostro se non il perimetro che chiude l'angolo tra calle Luz e calle Habana.

Analisi biologiche

Come analizzato nei precedenti paragrafi, i manufatti del Convento sono colpiti da vari fenomeni di degrado: crescita di piante superiori, formazione di croste nere, sviluppo e colonizzazione di organismi xilofagi. Questi processi di degrado, che sono di natura fisica, chimica e biologica, hanno un impatto diretto sullo stato di conservazione del patrimonio costruito. La combinazione di tutti questi processi rende difficile distinguere se l'origine abbia una base biologica o meno, soprattutto nel caso di edifici molto vecchi che sono stati gravemente colpiti dal passare del tempo (Ferrari et al., 2015).

Con lo sviluppo urbano e la crescita della popolazione, il convento è stato circondato dal costruito urbano e

perdieron todos; quedan en algunos casos las rejas de hierro que protegían algunas aberturas tapiadas en las fachadas perimetrales y algunos restos de las piedras y del mármol que formaban las pavimentaciones que se conservan en una de las salas.

La pérdida del revoque de recubrimiento permite escudriñar los parámetros de los muros, hechos de materiales mixtos: tierra, ladrillo, sillares de piedra y hormigón se alternan, sin seguir una regla precisa, para constituir la mampostería.

De los techos derrumbados emergen los fierros corroídos que sujetaban el hormigón armado, mientras que las vigas de hormigón armado y los tirantes metálicos en doble T en evidente estado de corrosión son elementos que caracterizan el panorama general. La ausencia de cubiertas ha hecho que la lluvia inundara pisos y muros, donde hoy en día crece de manera exuberante una vegetación compuesta por plantas herbáceas, arbustos y verdaderos árboles, tanto en los espacios vacíos como en el interior de los muros. Emblemático es el caso de la planta sobre la calle Habana, que se ha convertido en parte integrante de la fachada y en referencia visual para los habitantes del lugar. El estado de ruina nos permite apreciar, por lo menos, la manufactura de los arcos en mampostería, con la sucesión de hileras de ladrillos (de diferentes dimensiones a las usuales), típicas de América Latina.

De la antigua huerta de árboles frutales sólo queda el muro perimetral, más bajo en comparación con el resto, mientras que todo lo que se encontraba al interior ha sido destruido. Su superficie hoy en día resulta ocupada por construcciones temporáneas, funcionales a la obra, por acumulaciones de escombros, difícilmente reciclables, si no como polvo para conglomerados de cemento. Cabe destacar la presencia de una tina para la creación de cal, cuyo uso está previsto en toda la obra del convento. Poco queda por analizar y conservar del IV claustro más allá del perímetro que cierra la esquina entre la calle Luz y calle Habana.

contornato di vie di traffico veicolare, lasciando il manufatto in balia dell'effetto negativo degli inquinanti di origine antropica. L'azione combinata di questi fenomeni di origine diversa ha un impatto maggiore di quello che ognuno di essi potrebbe avere indipendentemente, compromettendo in modo permanente la conservazione di tutto l'impianto conventuale.

A causa della presenza di composti organici depositati sotto forma di biofilm e la presenza di acqua come risultato di un clima tropicale con alti periodi di precipitazioni, la crescita di microrganismi che degradano il legno è stata significativamente favorita. Per affrontare il restauro con un criterio di durabilità efficace, è imperativo identificare non solo gli organismi presenti ma anche gli elementi in legno presenti nell'edificio. In questo senso, è di vitale importanza applicare i trattamenti appropriati e conservare o sostituire con materiali simili, quei pezzi originali che hanno resistito negli anni e che sono essi stessi parte della storia e del valore patrimoniale dell'opera costruita.

Identificazione delle specie di legname

Della porzione lignea sottoposta ad indagine, ubicata nel primo chiostro del convento, sono stati prelevati campioni di 1 cm³ di volume. Le sezioni istologiche sono state eseguite in tre direzioni (trasversale, tangenziale e radiale) per osservare la disposizione degli elementi costitutivi per specie e sono state confrontate con le descrizioni anatomiche di riferimento, la chiave di identificazione riportata e classificata in una xiloteca. I caratteri anatomici macroscopici valutati sono stati il colore, la consistenza, l'odore (se presente), la lucentezza e la presenza di anelli di crescita.

Le microfotografie sono state prodotte mediante una fotocamera digitale collegata a un microscopio ottico National DC4-156-S. Le immagini sono state elaborate utilizzando il software Motic Images plus versione 2.0 ML (Figure 1-6). Le specie di legno identificate sono: acana, baría, caguairán,

Análisis biológicos

Las edificaciones patrimoniales son habitualmente afectadas por diversas causas: crecimiento de plantas superiores, formación de costras negras, desarrollo y colonización de organismos xilófagos, entre otros. Estos procesos, los cuales tienen naturaleza física, química y biológica inciden directamente sobre el estado de conservación del patrimonio edificado. La combinación de los procesos hace difícil distinguir si el origen tiene una base biológica o no, fundamentalmente cuando se trata de inmuebles muy antiguos y severamente afectados por el paso del tiempo (Ferrari et al., 2015).

Con el desarrollo urbanístico y el crecimiento poblacional muchas de estas edificaciones quedaron sumidas en el interior de la ciudad y abordadas por vías de tráfico vehicular, quedando a merced del efecto negativo de los contaminantes de origen antropogénico (Di Turo et al., 2016; Grossi & Brimblecombe, 2016). La acción combinada de estos fenómenos de diferentes orígenes tiene un impacto superior al que pudieran tener cada uno de ellos incidiendo de forma independiente, por lo cual la durabilidad de la obra se encuentra permanentemente comprometida.

Debido a la presencia de compuestos orgánicos depositados en forma de biopelículas, y la presencia de agua como resultado de un clima tropical con elevados periodos de lluvia, se favorece significativamente el crecimiento de microorganismos degradadores de la madera. Con el propósito de enfocar la restauración con un criterio de durabilidad efectivo, es imperante realizar la identificación no solo de los organismos presentes, sino también de los elementos de madera presentes en la obra. En este sentido, es de vital importancia aplicar los tratamientos adecuados, y también preservar, o sustituir por materiales similares, aquellas piezas originales que han perdurado a lo largo de los años, y que son en sí parte de la historia y del valor patrimonial de la obra de fábrica.

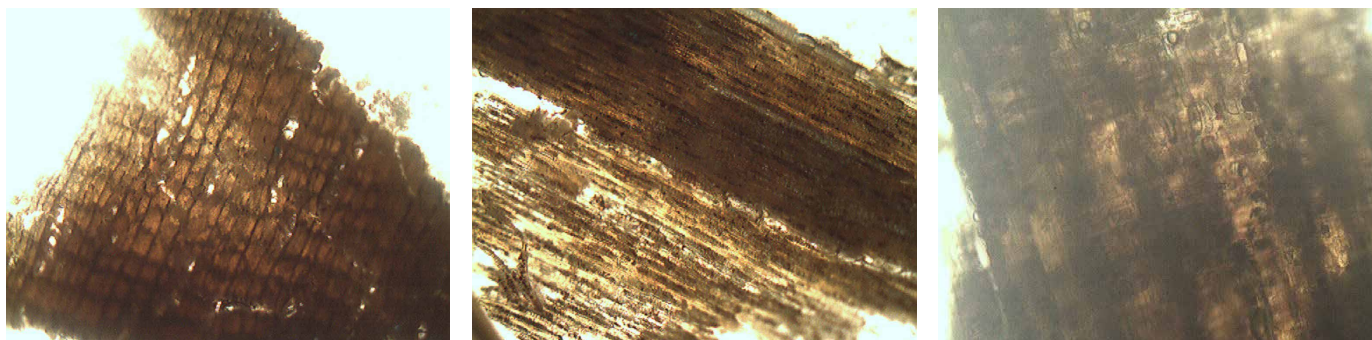


Fig. 1 - sezioni istologiche di Acana. A) Sezione trasversale a 40x. B) Sezione longitudinale tangenziale a 40x. C) Sezione radiale
Cortes histológicas del ácana. A) Corte transversal a 40x. B) Corte longitudinal tangencial a 40x. C) Corte radial

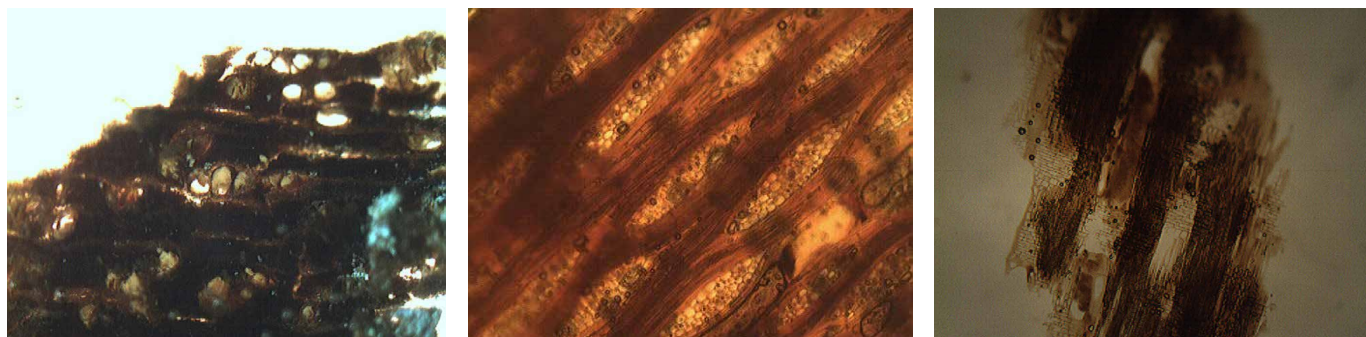


Fig. 2 - sezioni istologiche di Baria. A) Sezione trasversale a 40x. B) Sezione longitudinale tangenziale 40x e C) Sezione radiale a 40x.
Cortes histológicas de la Baria. A) Corte transversal a 40x. B) Corte longitudinal tangencial 40x y C) Corte radial a 40x.

cedro, najesí e pino. Prendendo in considerazione l'età di costruzione del convento, è coerente supporre che almeno i legni degli alberi di acana, baría, caguairán e najesí furono presi dai boschi vicini che non erano ancora popolati dalla comunità esistente in quel momento. Ciò è dovuto al fatto che queste specie sono oggi molto rare sul territorio nazionale e quindi considerate protette.

Di seguito una descrizione di tutte le specie identificate e fotografie al microscopio delle sezioni prese.

Acana (*Manilkara grisebachii*): durame rosso scuro, ben distinguibile dall'alburno marrone scuro, tessitura fine, grana diritta, raramente ondulata, zone di crescita non molto precise in sezione, aspetto ceroso. Molto duro, molto resistente. Alta resistenza alla compressione parallela alle fibre, non facile da lavorare ma acquisisce una buona lucidabilità. Densità 0,900-1.200g/cm³.

Baria (*Cordia gerascantus*): Il durame è marrone-rossastro con ampie venature scure, quasi nere. L'alburno è sottile, grigio-brunastro, che viene rapidamente distrutto dagli insetti. La consistenza è fine con grana diritta, pesante, dura e resistente.

Identificación de las especies maderables

Para el forjado estudiado, el cual corresponde al primer claustro del convento, se tomaron muestras de 1 cm³ de volumen de los elementos de madera presentes en el área de análisis. Se realizaron cortes histológicos en las tres direcciones (transversal, tangencial y radial) para la observación de la disposición de los elementos constitutivos por especie y se compararon con las descripciones anatómicas de referencia y la clave de identificación reportadas y clasificadas dentro de una xiloteca. Los caracteres anatómicos macroscópicos evaluados fueron color, textura, olor (en las que lo poseían), lustre y la presencia de anillos de crecimiento.

Las microfotografías se realizaron con una cámara digital acoplada a un microscopio óptico de luz modelo National DC4-156-S. Las imágenes fueron procesadas mediante el programa Motic Images plus versión 2.0 ML (Figuras 1-6). Las especies de madera identificadas fueron: ácana, baría, caguairán, cedro, najesí y pino. Si se toma en consideración la edad de construcción del convento, es consecuente suponer que al menos las maderas de los árboles de ácana, baría,



Fig. 3 - sezioni istologiche di Caguairán. A) Sezione trasversale a 40x. B) Sezione longitudinale tangenziale 40x e C) Sezione radiale a 40x.
Cortes histológicas del Caguairán. A) Corte transversal a 40x. B) Corte longitudinal tangencial 40x y C) Corte radial a 40x.



Fig. 4 - sezioni istologiche di Cedro. A) Sezione trasversale a 40x. B) Sezione longitudinale tangenziale 40x e C) Sezione radiale a 40x.
Cortes histológicas del Cedro. A) Corte transversal a 40x. B) Corte longitudinal tangencial 40x y C) Corte radial a 40x

Ha zone di crescita visibili e una densità di 0,840-0,970 g/cm³.

Caguairán (*Guibourtia himenifolia*): appartiene alla famiglia delle Caesalpinaceae ed ha un durame rosso violaceo e un albarno stretto e bianco. È a struttura fine, a grana dritta, molto duro, pesante e durevole. Ha zone di crescita visibili e una densità di 1.300 g/cm³. Grazie alla sua elevata durezza, viene utilizzato ovunque sia richiesto un legno duro e resistente all'acqua. È anche usato per traversine ferroviarie, forcelle e pali.

Cedro (*Cedrela odorata*): Albarno da quasi bianco a marrone chiaro, durame da marrone chiaro a rossastro. Consistenza media, grana diritta, zone di crescita visibili, odore piacevole e persistente, sapore amaro. Duro, resistente, molto durevole. Facile da lavorare, asciuga rapidamente senza screpolature o restringimenti.

Najesí (*Carapa guianensis*): fa parte della famiglia delle meliacee proviene da Baracoa e dalle foreste umide di Mayarí. Presenta poca differenza tra albarno e durame, di colore bruno-rossastro variabile. Struttura da media a grossolana,

caguairán y najesí, fueron tomadas de los boques cercanos, aún sin poblar por la comunidad existente en aquel momento. Esto se debe a que estas especies hoy se encuentran muy escasas en el territorio nacional y por tanto consideradas protegidas.

Seguidamente se presenta la descripción de todas las especies identificadas y las fotografías obtenidas al microscopio, de los cortes realizados.

Ácana (*Manilkara grisebachii*): Duramen color rojo oscuro bien diferenciable de la albura pardo oscura, textura fina, grano recto, raramente ondulado, zonas de crecimiento no muy precisas en corte transversal, aspecto ceroso. Muy dura, muy durable. Alta resistencia a la compresión paralela a las fibras. No es fácil de trabajar, pero adquiere buen pulimento. Presenta una densidad de 0,900-1,200g/cm³.

Baría (*Cordia gerascantus*): Con duramen color castaño rojizo con anchas vetas oscuras casi negras. La albura es de poco espesor de color gris pardusco, que es rápidamente destruida por insectos. La textura es fina con grano recto,



Fig. 5 - sezioni istologiche del Najesi. A) Sezione trasversale a 40x. B) Sezione longitudinale tangenziale 40x e C) Sezione radiale a 40x.
Cortes histológicos del Najesi. A) Corte transversal a 40x. B) Corte longitudinal tangencial 40x y C) Corte radial a 40x.

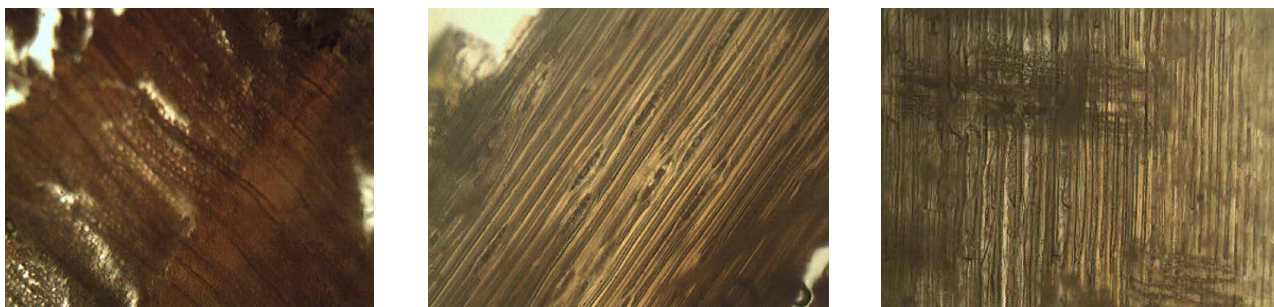


Fig. 6 - Sezioni istologiche di pino A) Sezione trasversale a 40x. B) Sezione longitudinale tangenziale 40x. C) Sezione longitudinale radiale a 40x.
Cortes histológicos del Pino A) Corte transversal a 40x. B) Corte longitudinal tangencial 40x. C) Corte longitudinal radial a 40x

grana diritta e media, poca lucentezza e aree di crescita visibili. Il legno è solido e buono, simile al cedro, ma più duro e pesante.

È usato nella costruzione esterna e interna e nel compensato e ha una densità di 0,600 - 0,700 g/cm³.

Pino (*Pinus sp.*): Colore giallo pallido che varia di intensità a seconda della quantità di resina che contiene al suo interno, nessuna differenza apprezzabile tra albarno e durame.

Struttura media, grana diritta, zone di crescita molto visibili, lucentezza, odore resinoso. Duro e moderatamente resistente, la durata naturale all'attacco dei funghi della carie dipende dalla quantità di resina nel legno. Necessita di azioni di conservazione se in contatto con il suolo.

Identificazione microbiologica

I test microbiologici vengono eseguiti allo scopo di determinare i contaminanti fungini negli elementi in legno che presentano un pessimo stato di conservazione. I campioni vengono prelevati sul posto, analizzati e i risultati elaborati

pesada, dura y resistente. Presenta zonas de crecimiento visibles y una densidad de 0,840- 0,970 g/cm³.

Caguairán (*Guibourtia himenifolia*): Pertenece a la familia *Caesalpinaceae* y presenta un duramen rojo púrpura y de albura estrecha color blanco. Muestra textura fina, grano recto, es muy dura, pesada y durable. Presenta zonas de crecimiento visibles y una densidad de 1,300 g/cm³. Debido a su gran durabilidad se emplea donde se necesite madera dura y resistente al agua. También se utiliza en traviesas de ferrocarril, horcones y postes.

Cedro (*Cedrela odorata*): Albura de color casi blanco a castaño claro, duramen del castaño claro al rojizo. Textura media, grano recto, zonas de crecimiento visibles, olor agradable y persistente, sabor amargo. Dura, resistente, muy durable. Fácil de trabajar, seca rápidamente sin rajar ni contraerse.

Najesí (*Caraça guianensis*): Parte de la familia de las *meliáceas*, se encuentra distribuido en Baracoa y bosques húmedos de Mayarí. Presenta poca diferencia entre albura y duramen, de color pardo rojizo variable. De textura media a



Fig. 7 - Strutture fungine A) Sezione radiale della trave di cedro 38 40x e B) Sezione longitudinale tangenziale del piede destro 7 di Caguairán a 100x.

Estructuras fúngicas A) Corte radial de la viga 38 de cedro 40x y B) Corte longitudinal tangencial del pie derecho 7 de Caguairán a 100x.

Fig. 8 - Termiti sotterranee del genere *Coptotermes* presenti nel piede destro n° 10 della galleria.
Termitas subterráneas del género Coptotermes presentes en el pie derecho 10 de la galería.

in laboratorio. Gli edifici costituiti da struttura organica sono più inclini al deterioramento rispetto a quelli composti solo da elementi inorganici. Il biodeterioramento è causato da microrganismi o organismi e causa mutamenti irreversibili nelle proprietà dei materiali attraverso processi fisici e/o chimici.

In alcune travi lignee, specialmente nei punti di appoggio, sono state osservate delle lesioni causate da funghi che hanno proliferato grazie ad un eccesso di umidità nel legno, come si vede al microscopio ottico (Fig. 7).

Sono state inoltre campionate delle termiti sotterranee del genere *Coptotermes* appartenenti alla famiglia *Rinotermitidae*. Il metodo di identificazione si è basato sulla caratterizzazione anatomica della testa degli organismi. All'interno degli elementi lignei analizzati sono state osservate numerose gallerie scavate da questi insetti che hanno generato un alto livello di infestazione in tutto l'edificio (Figure 8 e 9). Inoltre, abbondanti tracce fecali di termiti del legno secco sono stati osservati sulle travi una volta che erano state forate per condurre le indagini.

gruesa, grano recto, veteadó mediano, poco lustre y zonas de crecimiento visibles. La madera es sólida y buena, parecida a la del cedro, pero es más dura y pesada. Se emplea en construcciones exteriores e interiores y contrachapados y su densidad es de 0,600 – 0,700 g/cm³.

Pino (*Pinus sp.*): Color amarillo pálido que varía de intensidad con la cantidad de resina, no hay diferencias apreciables entre albura y duramen. Textura media, grano recto, zonas de crecimiento muy visibles, lustrosas, olor resinoso. Dura, moderadamente resistente, la durabilidad natural ante el ataque de hongos de la pudrición depende de la cantidad de resina en la madera. Debe ser preservada si se pone en contacto con el suelo.

Identificación Microbiológica

Los ensayos microbiológicos se realizan con el objetivo de determinar los contaminantes fúngicos en los elementos de madera con signos de deterioro. Se toman las muestras en obra, se analizan y se procesan los resultados en el laboratorio. Los inmuebles con componentes orgánicos en su



Fig. 9 - Pellet fecali di termiti del legno secco della trave n°94
Pellets fecales de termitas de madera seca de la viga 94

Conclusioni

I pavimenti in legno degli edifici storici sono uno degli elementi che più risentono, per diverse cause, dell'attacco dei microrganismi. Questo fenomeno quindi influisce negativamente sulla conservazione dell'opera. Come è stato riscontrato nello studio effettuato, gli elementi lignei sono attaccati da insetti xilofagi e funghi marcescenti. Nel caso delle termiti rilevate, è possibile che provengano da nidi presenti nei cortili interni del convento ma sono necessari ulteriori studi per avvalorare tale ipotesi. È opportuno però considerare un esteso intervento di bonifica. Allo stesso modo sarà opportuno effettuare una bonifica anche per gli altri microrganismi identificati lì dove le indagini che seguiranno ne determineranno la effettiva presenza.

estructura son más propensos a ser deteriorados que los constituidos solo por elementos inorgánicos. El biodeterioro es causado por microorganismos u organismos y provoca cambios irreversibles en las propiedades de los materiales a través de procesos físicos y/o químicos.

Se observaron algunas vigas y pie derechos con lesiones, originadas por hongos de la pudrición debido al exceso de humedad en la madera, vistas al microscopio óptico (Fig. 7).

Se tomaron muestras de termitas subterráneas del género *Coptotermes* pertenecientes a la familia *Rinotermitidae*. El método de identificación se basó en la caracterización anatómica de la cabeza de los soldados, de estas castas sociales. Se observaron galerías de estos insectos que evidencian un elevado nivel de infestación en toda la edificación (Figuras 8 y 9). Además, se observaron abundantes pellets fecales de termitas de madera seca en vigas una vez punzonadas.

Conclusiones

Los forjados de madera de las edificaciones patrimoniales son uno de los elementos que más afectaciones presenta por diversas causas. Todo esto impacta negativamente en la conservación de la obra. Como fue identificado en el estudio realizado, los elementos de madera están siendo atacados por insectos xilófagos y hongos de la pudrición. En el caso de las termitas detectadas, es posible que su origen sea de nidos existentes en los patios interiores del convento, pero se requieren de estudios adicionales para la localización de los mismos, y seguidamente plantearse una estrategia de erradicación. De igual manera sucede con los microorganismos identificados, en donde se continuarán las investigaciones para determinar la extensión y profundidad de la colonización presente.



Alina Romeo Sáez, Alberto Hernández Oroza, Pedro Ramón Cuétara Pérez

Oficina del Historiador de la Ciudad de La Habana

Sara Calandra

DST-LAM Università degli Studi di Firenze

Prof. Carlo Alberto Garzonio

DST-LAM Università degli Studi di Firenze

Emma Cantisani

ISPC- CNR Istituto di Scienze del Patrimonio Culturale



Vista dall'alto del
Convento.
Vista del Convento
desde arriba.

Geomatica e diagnostica non distruttiva

La conservazione del patrimonio costruito rimane ad oggi uno dei problemi più complessi nel campo delle costruzioni. Come conseguenza di anni di esposizione, queste strutture sono state sottoposte a cambiamenti climatici e all'aumento degli inquinanti atmosferici.

Negli edifici in legno, questi effetti sono ulteriormente aggravati dalla proliferazione di agenti xilofagi, dalla mancanza di manutenzione e da interventi inadeguati (Brimblecombe, Grossi, & Harris, 2011; Grossi & Brimblecombe, 2016; Kumar & Imam, 2013; Oroza, 2019).

La combinazione di queste variabili può quindi rappresentare un rischio significativo per la durabilità del patrimonio culturale costruito che deve essere debitamente valutato da un gruppo di lavoro multidisciplinare, supportato da diverse tecniche di prova, molte delle quali sono basate su test distruttivi, come estrazioni di campioni e spessori. Tuttavia, nel caso di edifici storici, questo tipo di studio dovrebbe essere limitato al minimo indispensabile per mantenere l'integrità dell'opera, i suoi elementi strutturali e, di conseguenza, il suo valore culturale.

Oggi sono disponibili tecniche innovative di test non distruttivi (NDT) che forniscono informazioni con un alto livello di precisione, accuratezza, ripetibilità e affidabilità. L'analisi quantitativa ottenuta da questi risultati durante la diagnosi permette di identificare le cause del danno e quindi le azioni correttive e conservative necessarie da intraprendere. In combinazione con queste tecniche, la geomatica è sempre più utilizzata come strumento fondamentale per

Geomática y diagnóstico no destructivo

La conservación de las edificaciones patrimoniales continúa siendo en la actualidad uno de los problemas más complejos dentro del campo de la construcción. Como consecuencia de los años de exposición, estas estructuras han estado sometidas a los cambios climáticos y el incremento de los contaminantes atmosféricos. En las edificaciones de madera, estos efectos se agravan aún más debido a la proliferación de agentes xilófagos, la falta de mantenimiento e intervenciones inadecuadas (Brimblecombe, Grossi, & Harris, 2011; Grossi & Brimblecombe, 2016; Kumar & Imam, 2013; Oroza, 2019). La combinación de estas variables puede significar un riesgo importante en la durabilidad del patrimonio cultural edificado, el cual debe ser debidamente evaluado por un grupo de trabajo multidisciplinario, apoyado en diferentes técnicas de ensayo, muchas de las cuales se basan en ensayos destructivos, como las extracciones de probetas y realización de calas. Sin embargo, al tratarse de edificaciones patrimoniales, este tipo de estudios debe intentar evitarse para mantener la integridad de la obra, sus elementos estructurales y en consecuencia, su valor patrimonial.

En la actualidad existen novedosas técnicas de ensayos no destructivos (NDT- siglas en inglés) que aportan información con elevado nivel de precisión, exactitud, repetibilidad y confiabilidad. El análisis cuantitativo obtenido de estos resultados durante el diagnóstico, permite identificar las causas de las lesiones y seguidamente la toma de acciones correctivas y de conservación necesarias. Combinado con estas técnicas, viene vinculándose cada vez más la

l'acquisizione di dati geometrici, l'analisi architettonico-strutturale e la conservazione digitale dell'opera, come chiave per una comprensione più profonda dell'oggetto in studio (monumento, statua, opera d'arte, ecc.), dei suoi valori storici e del suo stato di conservazione.

Una delle attrezzature fondamentali nel rilievo architettonico è il laser scanner terrestre (TLS). Questa apparecchiatura non è altro che un sensore attivo che, attraverso l'emissione di onde elettromagnetiche, permette di misurare le distanze secondo direzioni prestabilite, ottenendo così dense nuvole di punti di coordinate 3D (x e z). Poiché questi modelli di punti sono espressi rispetto a un valore di riferimento, le ortofotografie ottenute possono essere utilizzate per valutare deformazioni e deterioramenti in modelli agli elementi finiti in modo semplice e con risultati accurati.

Analisi e selezione dei test non distruttivi

Lo scopo dei controlli non distruttivi (NDT) è quello di determinare la qualità e l'integrità del materiale e delle sue parti componenti senza intaccare le loro proprietà, funzioni e utilità attraverso l'ispezione, la misurazione o la valutazione.

L'applicazione di questo tipo di tecniche nello studio dello stato di conservazione degli edifici storici ha acquisito validità, soprattutto per la possibilità di non far subire ulteriori deterioramenti agli elementi strutturali dell'edificio per conoscerne il loro stato di conservazione (Binda & Saisi, 2009; Liñán, Conde, Hita, & Gálvez, 2011; Ortega & Ripani, 2007). Poiché il legno è un materiale organico, è suscettibile di processi di degradazione causati da insetti xilofagi, azioni meccaniche, esposizione all'interperismo, decadimento fungino o azione del fuoco.

Negli edifici storici, l'uso di NDT porta un alto valore allo studio diagnostico, in modo particolare per gli elementi strutturali. Per fare un esempio, gli elementi strutturali in legno oggetto d'indagine non subiscono danni permanenti.

geomática como herramienta fundamental para la adquisición de datos geométricos, el análisis arquitectónico-estructural y la preservación digital de la obra, como pieza clave para el entendimiento más profundo del objeto en estudio (monumento, estatua, obra de fábrica, etc.), sus valores históricos y su estado de conservación. Uno de los equipos fundamentales en el levantamiento arquitectónico es el escáner láser terrestre (TLS- siglas en inglés). Este equipo no es más que un sensor activo que, a través de la emisión de ondas electromagnéticas, permite medir distancias de acuerdo a direcciones preestablecidas, obteniendo así nubes de puntos densa de coordenadas 3D (x y z). Puesto que estos modelos de puntos quedan expresados con respecto a un valor de referencia, las ortofotografías obtenidas pueden ser utilizadas para evaluar deformaciones y deterioros en elementos finitos de una forma simple y con resultados precisos.

Análisis y selección de los ensayos no destructivos

El propósito de los ensayos no destructivos (NDT) es determinar la calidad e integridad del material y sus partes componentes sin afectar sus propiedades, funciones y utilidad mediante inspecciones, mediciones o evaluaciones (Helal, Sofi, & Mendis, 2015; Workman & Moore, 2012). La aplicación de este tipo de técnicas para estudiar el estado de conservación de las edificaciones históricas ha ganado validez, propiciado fundamentalmente por la ventaja de no requerirse de incurrir en un deterioro adicional en los elementos estructurales de la edificación, para conocer su estado de conservación (Binda & Saisi, 2009; Liñán, Conde, Hita, & Gálvez, 2011; Ortega & Ripani, 2007). Debido a que la madera es un material orgánico, es susceptible a procesos de degradación provocados por insectos xilófagos, acciones mecánicas, exposición al interperismo, pudrición por hongos o la acción del fuego.

En edificaciones patrimoniales el empleo de los NDT le aporta un elevado valor al estudio de diagnóstico, debido a

Di conseguenza, è possibile ottenere informazioni tecniche con sufficiente precisione per stimare lo stato di conservazione, la qualità e la durata dell'opera o dell'oggetto in studio (Hasníková & Kuklík, 2014; Morales-Conde, Rodríguez-Liñán, & Rubio de Hita, 2013; Palaia et al., 2008).

Termografia a infrarossi

La termografia a infrarossi è una tecnica non distruttiva che permette l'analisi patologica attraverso la lettura di energia termica emessa da parte dei materiali. La lettura della radiazione emessa nella banda dell'infrarosso permette di interpretare la temperatura del materiale in funzione della conduttività termica o del calore specifico. A seconda delle caratteristiche e delle condizioni di esposizione, il materiale può trattenere o emettere calore. L'emissività è definita dalla legge di Stefan-Boltzman, che afferma che la radiazione è proporzionale alla temperatura del corpo e alle proprietà termiche del materiale (Morales-Conde et al., 2013). Le termografie per le indagini su manufatto sono state realizzate con una termocamera FLIR E75 e ulteriormente elaborate con il software FLIR Tools versione 5.13.

Resistografia

Il resistografo è un'apparecchiatura appositamente progettata per identificare facilmente aree con cavità, deformazioni, rammollimenti, tra le altre lesioni tipiche del legno (Ortiz et al., 2017). È stato utilizzato un modello IML Resi PD400 e i risultati sono stati elaborati con il software PD-Tools versione 1.67. La resistografia è stata eseguita sugli elementi selezionati in base ai deterioramenti riscontrati durante la punzonatura e l'ispezione visiva delle lesioni. Sulle travi, le misure sono state eseguite principalmente nelle zone di instabilità in tre direzioni: diagonale, orizzontale e verticale, a seconda delle patologie di ogni elemento testato. Nei piedritti di destra, le misure sono state prese diagonalmente alle basi per determinare lo stato di conservazione del supporto,

que los elementos estructurales de madera no son afectados o reciben un impacto despreciable. Como resultado, es posible obtener información técnica con suficiente precisión para estimar el estado de conservación, la calidad y durabilidad de la obra u objeto de obra estudiado (Hasníková & Kuklík, 2014; Morales-Conde, Rodríguez-Liñán, & Rubio de Hita, 2013; Palaia et al., 2008).

Termografía infrarroja

La termografía infrarroja es una técnica no destructiva que permite el análisis patológico mediante la emisión de energía calorífica por parte de los materiales. La lectura de la radiación emitida en la banda del infrarrojo posibilita interpretar la temperatura del material en función de la conductividad térmica o el calor específico. En dependencia de las características y las condiciones de exposición, este material puede retener o emitir calor. La emisividad está definida por la Ley de Stefan-Boltzman, la cual plantea que la radiación es proporcional a la temperatura del cuerpo y las propiedades térmicas del material (Morales-Conde et al., 2013). Las imágenes se tomaron con una cámara FLIR E75 y se procesaron posteriormente empleando el software FLIR Tools versión 5.13.

Resistografía

El resistógrafo es un equipo especialmente diseñado para identificar con facilidad las zonas con cavidades, deformaciones, ablandamientos, entre otras lesiones propias de la madera (Ortiz et al., 2017). Se empleó un equipo modelo IML Resi PD400 y se procesaron los resultados con el software PD-Tools versión 1.67. La resistografía se realizó en los elementos seleccionados basándose en los deterioros encontrados durante el punzado y la inspección visual de lesiones. En las vigas las mediciones se efectuaron principalmente en las zonas de la fagonadura en tres direcciones: diagonal, horizontal y vertical en función de las patologías de cada

e orizzontalmente a diverse altezze, dalla base con una separazione di 150 mm tra ogni punto di misura resistografico.

Durezza con penetrometro Pilodyn

Si tratta di uno strumento per stimare la durezza del legno facendo penetrare un'asta d'acciaio di 1,5 mm di diametro da un colpo nell'elemento di legno (Palaia et al., 2008). La profondità di penetrazione dell'asta varia a seconda della densità del materiale. Poiché il risultato ottenuto è adimensionale, è necessario per la sua corretta interpretazione fare diverse misurazioni sullo stesso elemento e riferirlo a un campione di legno della stessa specie, a un'umidità nota. L'equazione di calcolo è la seguente (Kloiber, 2007; Kuklík, 2007):

$$\begin{aligned} \rho_{12} &= -0.027102 * t_{p,12} + 0.727987 \\ t_{p,12} &= t_p (1 - 0.007\Delta w) \\ \Delta w &= w - 12 \end{aligned} \quad (1)$$

Dove:

ρ_{12} = densità del legno al 12% di umidità; Kg/m³

$t_{p,12}$ = profondità di penetrazione nel legno al 12% di umidità; mm

t_p = profondità di penetrazione nel legno testato; mm

w = contenuto di umidità del legno al momento della misurazione; %

La geomatica come strumento di analisi strutturale

Lo sviluppo di modelli digitali tridimensionali per la conservazione dei beni culturali è diventato uno strumento molto importante nell'ultimo decennio. La sua applicazione ha anche permesso l'implementazione di modelli BIM, la generazione di ambienti virtuali, modelli per l'analisi strutturale, tra gli altri. Aspetti come l'aumento della capacità di calcolo e di visualizzazione grafica dei computer, l'accesso a

elemento ensayado. En los pies derechos, las mediciones se realizaron en sentido diagonal en las bases para conocer el estado de conservación en el apoyo, y en dirección horizontal a diferentes alturas, desde la base con separación de 150 mm entre cada punto de medida resistográfica.

Durezza mediante penetrómetro Pilodyn

Es una herramienta que permite estimar la dureza de la madera mediante la penetración de una varilla de acero de 1.5 mm de diámetro, a partir de un disparo hacia el elemento de madera (Palaia et al., 2008). La profundidad de penetración de la varilla varía en función de la densidad del material. Debido a que el resultado obtenido es adimensional, se hace necesario para su correcta interpretación, realizar varias mediciones sobre el mismo elemento y referenciarlo contra una probeta de madera de la misma especie, a una humedad conocida. La ecuación de cálculo plantea (Kloiber, 2007; Kuklík, 2007):

$$\begin{aligned} \rho_{12} &= -0.027102 * t_{p,12} + 0.727987 \\ t_{p,12} &= t_p (1 - 0.007\Delta w) \\ \Delta w &= w - 12 \end{aligned} \quad (1)$$

Donde:

ρ_{12} = densidad de la madera al 12% de humedad; Kg/m³

$t_{p,12}$ = profundidad de penetración en la madera con 12% de humedad; mm

t_p = profundidad de penetración en la madera ensayada; mm

w = humedad de la madera en el momento de la medición; %

Geomática como herramienta para el análisis estructural

El desarrollo de modelos digitales tridimensionales para la preservación de los bienes culturales se ha convertido en una herramienta de elevada importancia en la última década. Su aplicación ha permitido, además la implementación

internet e ai supporti informatici, la riduzione dei costi tecnologici e la semplificazione dei software utilizzati, hanno portato all'espansione di questo settore in diverse branche, focalizzate sulla conservazione del patrimonio culturale (Tucci, Cini, Bonora, & Nobile, 2011).

Attualmente esistono diversi metodi per il rilievo digitale 3D degli edifici del patrimonio, che si raggruppano in due categorie generali: quelli basati su sistemi di immagini e quelli basati su gamme. I primi sono principalmente associati al lavoro fotogrammetrico dove il modello 3D è ottenuto da più immagini. Questi ultimi permettono di ottenere delle coordinate 3D dalla misura della distanza tra il bersaglio e il sensore. Un'ulteriore caratteristica di TLS è la capacità di ottenere informazioni fotografiche, che permettono di texturizzare la nuvola di punti e valutare lo stato di conservazione del materiale scansionato (Tucci & Bonora, 2017).

Rilievo 3D ed elaborazione digitale

Per questo studio è stato utilizzato lo scanner laser Z+F Imager® 5010c. Sono state elaborate undici scansioni, con una distanza media di 5 metri tra ciascuna di esse. La risoluzione e la qualità durante la scansione sono state impostate su High (H) e High (H), così come l'acquisizione delle foto. Questa impostazione nel TLS utilizzato corrisponde al fatto che a 10 metri dalla posizione dell'emettitore, la distanza tra i punti segnati dal laser è di 6 mm. Con questo programma di lavoro, il tempo di ritardo approssimativo è di 8 minuti per ogni posizionamento, in cui si ottiene un modello finale di punti di coordinate x, y e z note, con i loro valori RGB.

Generazione di modelli 3D ed estrazione di ortoreimmagini

Per i diversi tipi di analisi (geometriche, strutturali, ecc.) che si possono realizzare su un elemento finito, è necessario ottenere un modello 3D che possa essere facilmente manipolato e misurato dai programmi convenzionali esistenti. Le

de modelos BIN, la generación de entornos virtuales, modelos para análisis estructurales, entre otras. Aspectos como el aumento de la capacidad de cálculo y visualización gráfica de las computadoras, el acceso a internet y medios de cómputo, la reducción de los costos tecnológicos y la simplificación de los softwares empleados, han propiciado que este campo se haya expandido hacia diferentes ramas, enfocadas en la conservación del patrimonio cultural (Tucci, Cini, Bonora, & Nobile, 2011).

En la actualidad existen diversos métodos para el levantamiento digital 3D de edificaciones patrimoniales, los cuales se agrupan en dos categorías generales: los basados en sistema de imágenes, y los basados en rangos. Los primeros están asociados fundamentalmente al trabajo con fotogrametría en donde el modelo 3D es obtenido a partir de múltiples imágenes. Los segundos permiten la obtención de coordenadas 3D a partir de la medición de la distancia existente en el objetivo y el sensor. Una característica adicional que presentan los TLS es la capacidad de obtener información fotográfica, lo cual hace posible texturizar la nube de puntos y evaluar el estado de conservación del material escaneado (Tucci & Bonora, 2017).

Levantamiento 3D y procesamiento digital

Para el presente estudio se empleó el escáner láser Z+F Imager® 5010c. Se realizaron 11 posicionamientos, con una distancia media entre cada uno de 5 metros. En el equipo se configuraron la resolución y la calidad durante el barrido en High (H) y High (H), además de la adquisición de fotos. Esta configuración en el TLS empleado corresponde con los 10 metros de la ubicación del emisor, la distancia entre los puntos marcados por el láser es de 6 mm. Con esta programación de trabajo, el tiempo de demora aproximado es de 8 minutos por cada posicionamiento, en el cual se obtiene un modelo final de puntos de coordenada x, y, z conocidas, con sus valores RGB.



Fig. 1 - Ortoimmagine ottenuta dalla galleria studiata. *Ortoimagen obtenida de la galería estudiada.*

informazioni ottenute da un rilievo 3D forniscono una descrizione quasi continua della superficie scansionata, che permette di identificare e quantificare anomalie negli elementi come asimmetrie, deformazioni, discontinuità e altre lesioni che possono essere difficili o impossibili da identificare a occhio nudo (Tucci & Bonora, 2017). Le ortoimmagini possono essere estratte dai modelli 3D, rendendo possibile ottenere una proiezione ortogonale del modello di punti, che ha la stessa validità metrica di un tradizionale disegno in scala (Fig. 30). I software commerciali basati su CAD permettono l'importazione dell'ortoimmagine, rendendo possibile la produzione di disegni accurati che possono essere successivamente visualizzati e analizzati in altri ambienti di lavoro digitali.

Discussione dei risultati ottenuti

Risultati dell'ispezione organolettica

La galleria del primo chiostro del convento è costituita da 98 travi e tavole, sostenuta dall'asse 3 sul muro di terra battuta che forma la chiesa, e dall'asse 4 su una trave scorrevole che poggia su 13 piedi destri. Il bordo è composto di 12 travi unite per mezzo di un giunto denominato "Dardo di Giove", che poggiano su pilastri lignei di opportuna dimensione. Dalle travi 1 a 17 è stato impossibile effettuare un'analisi degli elementi, a causa dell'alto livello di deterioramento degli stessi e, a sua volta, del puntellamento che li sostiene per evitare il crollo. In questa zona, diverse tavole e scossaline mancano a causa del marciume e della sfibratura. Questa situazione ha causato il crollo della soletta ed il cedimento di alcuni elementi.

Generación de modelos 3D y extracción de ortoimágenes

Para los diferentes tipos de análisis (geométrico, estructural, etc.), que pueden hacerse sobre un elemento finito, es necesaria la obtención de modelo 3D que pueda ser fácilmente manipulable y medible por los programas convencionales existentes. La información obtenida de un levantamiento 3D propicia una descripción casi continua de la superficie escaneada, lo cual hace posible identificar y cuantificar anomalías en los elementos como asimetrías, deformaciones, discontinuidades entre otras lesiones que pueden ser difíciles o imposibles de identificar a simple vista (Tucci & Bonora, 2017). A partir de los modelos 3D pueden ser extraídas las ortoimágenes, lo que posibilita obtener una proyección ortogonal del modelo de puntos, el cual tiene la misma validez métrica que un dibujo tradicional a escala (Fig. 30). Los softwares comerciales basados en CAD permiten la importación de la ortoimagen, siendo posible realizar dibujos precisos que pueden ser posteriormente visualizados y analizados en otros entornos de trabajo digital.

Discusión de los resultados obtenidos

Resultados de la inspección organoléptica

La galería del primer claustro del convento está conformada por un forjado de 98 vigas y tablazón, apoyadas por el eje 3 en el muro de tapial que conforman la iglesia, y por el eje 4 en una viga corredera que descansa sobre 13 pies derechos. La viga de corredera se compone de 12 vigas unidas mediante rayo de Júpiter, las cuales descansan en los pies derechos. Desde la viga 1 a la 17 fue imposible realizar el análisis de

Il tetto invece è interessato dalla proliferazione di piante invasive lungo tutta la lunghezza della galleria, che porta ad un aumento del contenuto di umidità del legno comportando inoltre un aumento del peso globale che compromette la durata degli elementi strutturali sottostanti. I risultati della diagnosi hanno identificato tra i degradi più ricorrenti la putrefazione, principalmente all'interno degli elementi, la colonizzazione di funghi e l'attacco da parte di organismi xilofagi hanno provocato la sfibratura e cedimenti flessionali nelle travi, oltre alla perdita della capacità portante degli elementi. Per quanto riguarda i piedi in cemento alla base delle travi che sostengono la soletta, questi presentano per la maggior parte la base incrinata a causa dell'aumento di volume della sezione di legno incorporata a causa dell'accumulo di umidità al loro interno. Il calcestruzzo non è in grado di assorbire le tensioni provocate dai cambiamenti di volume del legno, ed è quindi soggetto a frattura. Alcuni piedi sono più deteriorati di altri perché non tutte le specie di legno hanno la stessa capacità di assorbimento dell'acqua e quindi le tensioni sono diverse caso per caso. Ad esempio nei supporti 1 e 7, il deterioramento è così grande che ha causato lo spostamento dell'intero elemento in cemento e di tutti gli elementi che lo affiancano. I movimenti verticali subiti dai piedritti variano tra 3,5 cm - 20 cm circa, ed alterano anche i giunti a "dardo di Giove" tra le travi che compongono la trave di bordo con uno spostamento che varia tra 1 cm - 2 cm.

Rilievo

Dall'unione delle nuvole di punti è stato ottenuto un modello tridimensionale da cui sono stati misurati tutti gli elementi per poi condurre le analisi strutturali delle fasi successive del progetto di restauro. Per apprezzare al meglio il modello si estraiono delle sezioni rappresentative dei principali elementi come ad esempio la soletta delle pavimentazioni, si stabiliscono delle regioni e si regolano le viste per ottenere

los elementos, debido al elevado deterioro que presentan los mismos y, a su vez, el apuntalamiento que los sostiene para evitar el derrumbe. En esta zona existe ausencia de varias tablas y tapajuntas debido a la pudrición y el desfibramiento. Esta situación ha provocado descenso del forjado y el fallo de algunos elementos.

La cubierta se encuentra afectada por la proliferación de plantas invasoras a todo lo largo de la galería, lo cual conlleva a un aumento del contenido de humedad en la madera y el incremento de peso adicional que compromete la durabilidad de los elementos estructurales en esta zona. El resultado del diagnóstico identificó como lesiones más recurrentes a la pudrición, principalmente en la fognadura y próxima a esta debido a la colonización de hongos, desfibramiento producto del ataque de organismos xilófagos y fallos a flexión en vigas, asociados a la pérdida del elemento de su capacidad portante.

Los pies derechos que soportan el forjado, presentan en el apoyo una base de hormigón. En la mayoría de estos, la base se encuentra agrietada producto del aumento de volumen que sufre la sección de madera embebida, como consecuencia de la acumulación de humedad en el interior. El hormigón no es capaz de absorber las tensiones que aparecen dentro del material debido a los cambios de volumen que sufre la madera, lo que provoca la fractura de los mismos. Existen pies derechos que están más deteriorados que otros porque no todas las especies maderables tiene la misma capacidad de absorción de agua, y por tanto las tensiones son diferentes para cada caso. En los pies derecho 1 y 7, el deterioro en la fognadura es tan elevado que ha provocado el desplazamiento del mismo y de todos los elementos que a él colindan. Estos movimientos verticales que han sufrido los pies derechos varían entre 3.5 cm - 20 cm aproximadamente, y la separación en el rayo de Júpiter entre las vigas que conforman la viga de corredera, oscila entre 1 cm - 2 cm,

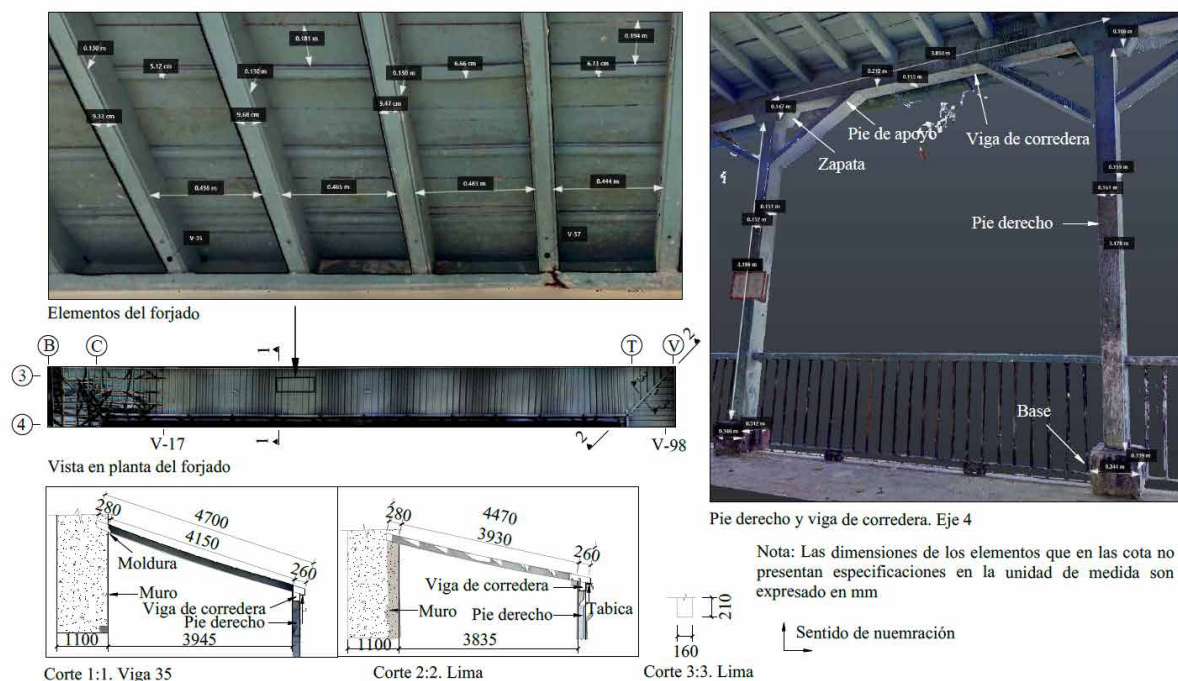


Fig. 2 - Dimensioni degli elementi ottenuti dalle ortoimmagini.
Dimensionamiento de los elementos del forjado a partir de ortoimágenes.

immagini misurabili. Nel caso del pavimento ligneo, è stata estratta una sezione tra le travi 35-49, mentre per gli elementi di supporto della soletta, è stata selezionata una sezione dei piedritti 5 e 6. I risultati sono mostrati nella figura 2. Il riassunto della quadratura è riportato nella tabella 1.

Analisi dei risultati diagnostici

I contenuti di umidità misurati nelle travi sono compresi tra il 9%-19%, nei piedritti tra l'11%-17% e nella trave di bordo tra l'11%-12%. Per quanto riguarda le travi, lo studio di misurazione dell'umidità e la termografia hanno mostrato che ci sono zone delle murature che sono più umide di altre e parte di questa umidità viene assorbita dal legno, essendo un materiale igroscopico.

Nel caso dei piedi di calcestruzzo e della trave di bordo, gli elementi si presentano debolmente saturi dall'umidità perché sono esposti alla luce del sole e le loro condizioni di asciugatura e ventilazione sono più favorevoli di quelle delle travi del pavimento. Tuttavia, in tempi di pioggia e di eventi meteorologici estremi, questa stessa esposizione fa sì che

lo che rappresenta in alcuni casi, desplazamientos considerables.

Dimensionamiento

A partir de la unión de las nubes de punto y la obtención del modelo 3D, se realizaron las mediciones de los elementos del forjado que posteriormente se emplearán en el análisis estructural durante las etapas siguientes del proyecto de restauración. Para trabajar con secciones representativas del forjado y los pies derecho, se establecen regiones y se ajustan las vistas para obtener imágenes medibles. En el caso de forjado de madera se extrajo una sección entre las vigas 35-49, mientras que para los elementos de soporta del forjado, se seleccionó una sección de los pies derecho 5 y 6.

Los resultados se muestran en la figura 2. El resumen de las escuadrías se indica en la tabla 1.

Análisis de los resultados del diagnóstico

Los contenidos de humedad medidos en las vigas se encuentran entre 9%-19%, en los pies derechos entre 11%-17% y la

Elemento	Base (cm)	Altezza (cm)	Spaziatura (cm)
Trave (Viga)	9-10	13	43-45
Tavola (Tabla)	45-48	18-24	-
Guarnizione di battuta (Tapajunta)	45-48	5-6	31-38
Lima (Lima)	16	21	-
Trave scorrevole (Viga de corredera)	15-16	21	-
Scarpa (Zapata)	15-16	16-17	-
Alloggio del piede (Pie de amigo)	5	16	-
Piede (Pie derecho)	15-16	334-372	360-370
Base del piede (Base del pie derecho)	30-40	27-30	-

Tabella 1: Dimensioni complessive misurate dal modello 3D.
Dimensiones generales medidas a partir del modelo 3D.

il deterioramento sia più accelerato e favorisce la proliferazione e l'attacco di organismi che degradano gli elementi lignei.

In occasione dell'analisi termografica, sono state fatte due letture nello stesso elemento in momenti diversi per confrontare i risultati al variare della temperatura. I risultati ottenuti mostrano che ci sono zone specifiche della galleria dove le variazioni di temperatura oscillano intorno a $\pm 2^\circ\text{C}$, quindi ci sono zone più fredde di altre nello stesso elemento, comportando delle deformazioni. Nel caso delle travi, i valori più freddi si trovano vicino alle lastre e nel muro dell'asse 3, dove le differenze più considerevoli appaiono nella zona puntellata e vicino alla lastra. Quando piove, l'acqua si infiltra principalmente attraverso le zone in cui il sistema di impermeabilizzazione è meno ben conservato e si accumula sia nella soletta che nel muro. Questi elementi si saturano in misura maggiore o minore e si seccano gradualmente a seconda delle condizioni ambientali esistenti, il che comporta la formazione di processi patologici che indeboliscono le proprietà meccaniche degli elementi strutturali. Altre lesioni identificate dalla termografia sono le variazioni di temperatura nel pavimento, associate a dislivelli o difetti che favoriscono l'accumulo di acqua e favoriscono l'assorbimento per capillarità nei piedritti di calcestruzzo della galleria. I piedi dei pilastri lignei sono incorporati in una base di cemento che funziona come uno strato impermeabile

viga de corredera entre 11%-12%. Con relación a las vigas, el estudio de medición de humedades y la termografía demostraron que existen zonas del muro más húmedas que otras, y una parte de esa humedad la absorbe la madera por ser un material higroscópico.

En el caso de los pies derechos y la viga de corredera los elementos se encontraban ligeramente saturados debido a que están expuestos a la luz solar y sus condiciones de secado y ventilación son más favorables que las de las vigas del forjado. Sin embargo, en tiempos de lluvia y eventos climáticos extremos, esta misma exposición provoca que el deterioro sea más acelerado y propicie la proliferación y ataque de organismos degradadores de la madera.

En el análisis con la cámara termografía se tomaron dos lecturas en un mismo elemento para comparar variaciones considerables. Los resultados obtenidos reflejan que existen áreas puntuales de la galería donde los cambios de temperatura oscilan alrededor de los $\pm 2^\circ\text{C}$, por lo cual existen zonas más frías que otras en un mismo elemento, lo que conlleva a deformaciones térmicas. En el caso de las vigas, los valores más fríos se encuentran cerca de las tablas y en el muro del eje 3, donde las diferencias más considerables aparecen en la zona apuntalada y próxima al forjado. Cuando llueve el agua se infiltra principalmente por las zonas donde menor conservado se encuentra el sistema de impermeabilización y se acumula tanto en el forjado como en el

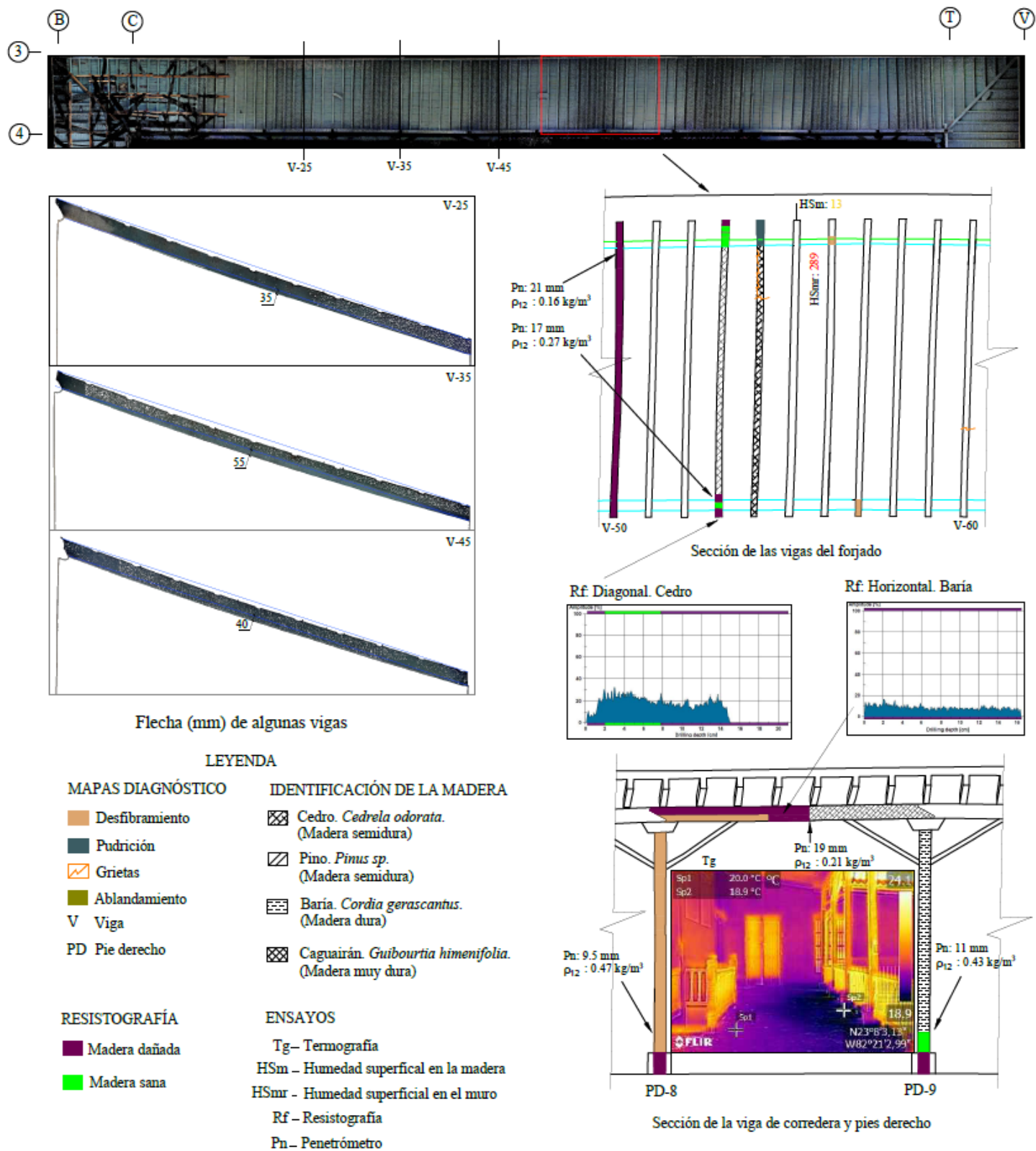


Fig. 3 - Collegamento dei risultati diagnostici con le ortoimmagini in ambiente CAD. Vinculación de resultados del diagnóstico con las ortoimágenes en entorno CAD.

a contatto con il legno saturo di umidità che ha bisogno di asciugarsi (Fig. 3). L'analisi del punzone e del resistografo mostra che, in generale, tutti gli elementi in legno sono affetti da deterioramento. Anche se sono stati punzonati nella loro interezza (tranne la zona puntellata), non tutti sono stati resistografati. Nel caso delle travi, la resistografia è stata effettuata principalmente nella zona della flangia, poiché questa è la zona più vulnerabile e a seconda del danno rilevato, le misure sono state effettuate anche al centro della campata o vicino agli appoggi. Il test di resistografia ha corroborato molte delle patologie rilevate durante la puntura e ha rivelato altre patologie non identificate.

Il fascio 53 è un elemento senza alcuna lesione apparente alla puntura, ma durante la resistografia è stato identificato come sano solo tra i 2 e gli 8 cm di profondità. Nel resto della sezione della trave, il grafico mostra aree di marcescenza e rammollimento (Fig. 3). Nel caso dei piedritti in calcestruzzo, la resistografia ha mostrato bassi valori di resistenza alla penetrazione e anomalie simili a quelle rilevate nelle travi di legno. L'estensione delle lesioni è compresa tra 150-750 mm dalla base di cemento verso l'alto, e più del 50% si presenta nei primi 150 mm di altezza.

La trave di bordo della galleria, con un'estensione di 45,5 metri, è composta da sezioni, e ogni sezione è composta da travi di diverse specie di legno. Poiché la zona più vulnerabile è la faccia esterna, la resistografia e la foratura sono state effettuate dalla faccia interna (galleria) alla faccia esterna, al fine di identificare il progresso del deterioramento nella larghezza della trave. Nella sezione tra il piede destro 8 e 9, la resistografia indica aree con defibrizzazioni dovute all'attacco delle termiti. Questi organismi xilofagi si nutrono del legno e lasciano gallerie nel suo interno, di conseguenza, la curva resistografica cambia improvvisamente a causa della mancanza di resistenza durante il loro viaggio (Fig. 3). Quando sono state effettuate le prove penetrometriche e i

muro. Estos elementos se saturan en mayor o menor medida y van secando paulatinamente en función de las condiciones ambientales existentes, lo que conlleva a que se desencadenen procesos patológicos que debilitan las propiedades mecánicas de los elementos estructurales. Otras de las lesiones identificadas con la termografía fueron las variaciones de temperaturas en el piso, asociadas a desniveles o desperfectos que favorecen la acumulación del agua, y propician la absorción por capilaridad en los pies derechos de la galería. Los mismos están embebidos en una base de concreto la cual funciona como una capa impermeable cuando la madera está saturada y necesita secarse (Fig. 3). El análisis realizado con el punzón y el resistógrafo reflejan que, de manera general, todos los elementos de madera presentan deterioros. Aunque fueron punzados en su totalidad (excepto la zona apuntalada), no todos fueron resistografiados. En el caso de las vigas, la resistografía se efectuó principalmente en la zona de la fognadura debido a que es el área más vulnerable, y en función de los daños detectados se realizaron mediciones también en el centro de la luz o próximo a los apoyos. El ensayo de resistografía corroboró muchas de las patologías detectadas durante el punzado y permitió revelar otras no identificadas.

La viga 53 es un elemento sin ninguna lesión aparente en el punccionado pero durante la resistografía se identificó que solo se encontraba sana entre 2 y 8 cm de profundidad. En el resto de la sección de la viga el gráfico refleja zonas con pudrición y ablandamiento (Fig. 3). En el caso de los pies derecho, la resistografía mostró valores bajos de resistencia a la penetración y anomalías similares a las detectadas en las vigas de madera. La extensión de las lesiones se encuentra entre 150-750 mm desde la base de concreto hacia arriba, y en más del 50% de los pies derecho, se encuentra en los primeros 150 mm de altura.

La viga de corredera, con una extensión de 45.5 metros está

Elemento	Posizione	Specie di legno	w (%)	T _{p,12} (mm)	p ₁₂ (Kg/m ³)	p ₁₂ tabulato* (Kg/m ³)
Lima	Asse 3	Pino	14	14	0.35	0.74
Fascio 30	Asse 4	Cedro	13	17	0.27	0.37
Fascio 50	Asse 3	Cedro	13	21	0.16	0.37
Piede destro 8	30 cm dalla base	Pino	14	9.5	0.47	0.74
Piede destro 9	30 cm dalla base	Baria	13	11	0.43	0.84

Tabella 2: Risultati del calcolo della durezza dal penetrometro

* Valori di riferimento forniti dall'Istituto Nazionale di Ricerca Forestale (INRF).

Tabla 2: Resultados del cálculo de la dureza a partir del penetrómetro

* Valores de referencia aportados por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales.

corrispondenti calcoli di aggiustamento, si è valutato che gli elementi di legno hanno una durezza inferiore ai valori tabulati per i legni provenienti dall'area cubana. Questi risultati sono in linea con i deterioramenti identificati dalla foratura e dalla resistografia del legno. Tutti i risultati ottenuti dagli elementi testati sono riportati in un documento di sintesi, la tabella 2 mostra un campione di alcuni degli elementi studiati.

Per l'analisi strutturale delle travi del pavimento, le ortotimmagini sono state estratte usando il software Reconstructor versione 2.5, e i tagli sono stati fatti usando il software Autodesk Recap versione 5.0 dalla trave numero 17 alla 98. I risultati ottenuti mostrano che tutte le travi che compongono la soletta mostrano deformazioni (deflessione) in misura maggiore o minore, e alcune mostrano cedimenti flessionali dovuti a una diminuzione della loro capacità portante. La norma cubana NC 53-179:1988 (Norma Cubana, 1988) stabilisce che la deflessione massima ammissibile è della campata per il carico totale. Usando questa formula, la deflessione ammissibile per le travi del pavimento è di circa 1,5 cm, ma i valori ottenuti sul posto sono 2-4 cm più alti di quelli accettabili dal calcolo. La figura 6 illustra un campionamento di 3 fasci come spiegato sopra.

La norma afferma che la deflessione delle travi di solito aumenta per lunghi periodi di carico (più di 10 anni) del 50% nel legno secco e del 100% nel legno umido. Considerando questo, la deflessione ammissibile aumenterebbe rispettivamente di 2,25 cm e 3 cm ma ci sono ancora differenze

conformata por tramos, y cada tramo por vigas de diferentes especies maderables. Debido a que la zona más vulnerable es la cara exterior, se realizó la resistografía y el punzado desde la cara interior (galería) hacia la exterior, con el propósito de identificar el avance en el deterior en el ancho de la viga. En el tramo entre el pie derecho 8 y 9 la resistografía indica zonas con desfibramiento debido al ataque de termitas. Estos organismos xilófagos se alimentan de la madera y van dejando túneles en su interior, en consecuencia, la curva resistográfica cambia repentinamente debido a la falta de resistencia durante su recorrido (Fig. 3). Al realizar los ensayos de penetrómetro y los cálculos de ajuste correspondientes, se evaluó que los elementos de madera tienen una dureza inferior a los valores tabulados para las maderas cubanas. Estos resultados están en correspondencia con los deterioros identificados mediante puncionamiento y resistografía de la madera. En el documento complementario se muestran todos los resultados obtenidos de los elementos ensayados. En la tabla 2 se presenta una muestra de algunos elementos estudiados.

Para el análisis estructural de las vigas del forjado se extrajeron ortotímagenes empleando el software Reconstructor versión 2.5, y se realizaron cortes mediante el software Autodesk Recap versión 5.0 desde la viga número 17 hasta la 98. Los resultados obtenidos reflejan que todas las vigas que conforman el forjado presentan en mayor o menor medida deformaciones (flecha), y algunas muestran fallos a flexión debido a la disminución de su capacidad portante. La norma cubana NC 53-179:1988 (Norma Cubana, 1988) establece que la flecha máxima admisible es de la luz para la carga

Anexo C: Croquis de lesiones y resultados de los ensayos. Elementos del forjado

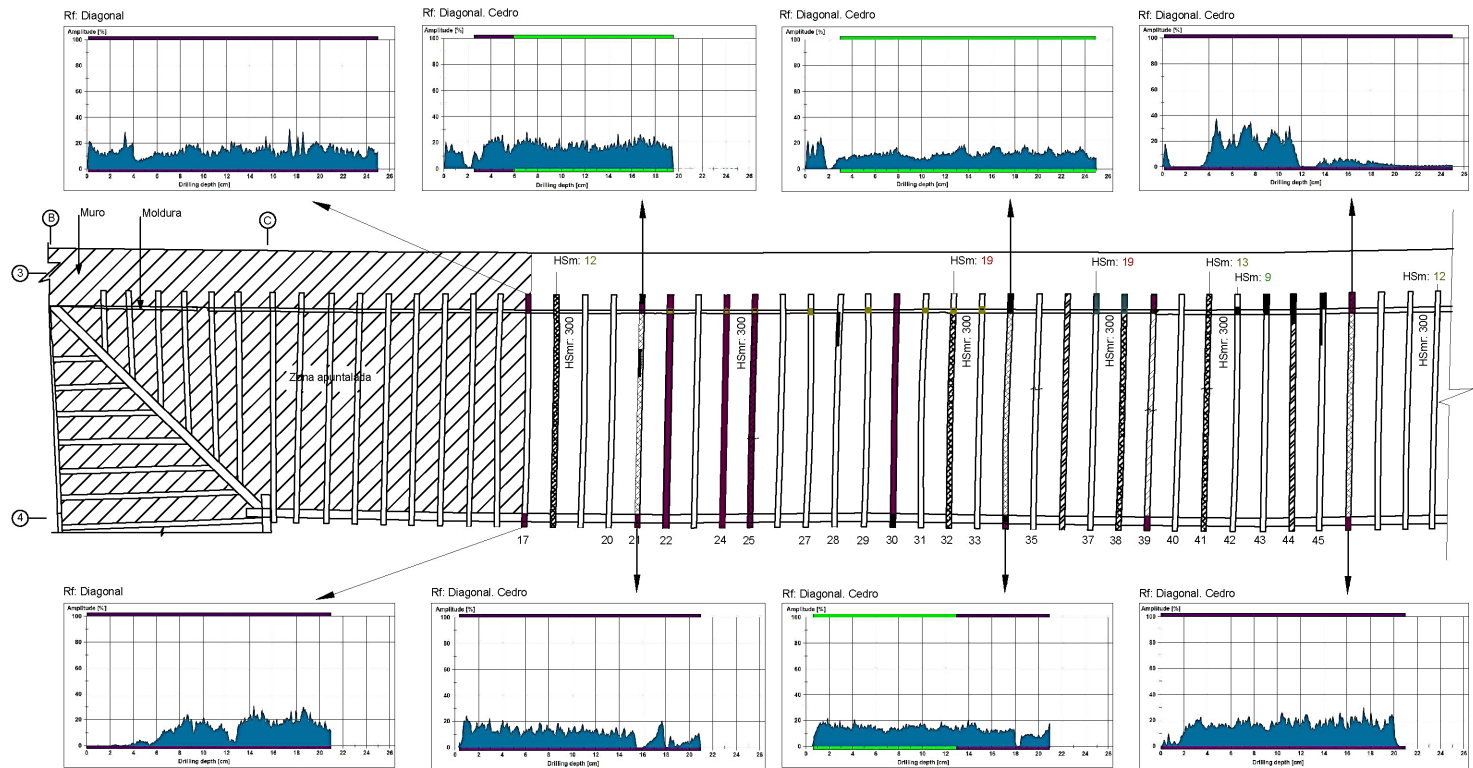


Fig. 4 - Risultati ottenuti nella prima sezione del pavimento della galleria. Resultados obtenidos en la primera sección del forjado de la gallería.

marcate tra i valori ammissibili e quelli reali. È importante notare che non tutte le deformazioni massime riscontrate si trovano al centro della campata in quanto ci sono zone in cui l'elemento è più deteriorato di altre. Questo è uno dei motivi per cui le travi si deformano e cedono nella zona più vulnerabile. Inoltre, non tutte le travi sono della stessa specie di legno, per cui la loro durezza e resistenza alla flessione varia.

total. Utilizando esta fórmula, la flecha admisible para las vigas del forjado es aproximadamente 1.5 cm, pero los valores obtenidos en obra superan de 2-4 cm los aceptables por cálculo. La figura 6 ilustra un muestreo de 3 vigas con lo explicado anteriormente.

Por otro lado, la norma establece que la flecha de las vigas usualmente aumentará para largos períodos de carga (más de 10 años) un 50% en madera seca y un 100% en madera humedad. Considerando esto, la flecha admisible aumentaría 2.25 cm y 3 cm respectivamente, para lo cual siguen existiendo diferencias entre valores permisibles y los reales. Es importante destacar que no todas las deformaciones máximas encontradas se localizan en el centro de la luz, debido a que existen zonas donde el elemento está más deteriorado que otras; es por ello que las vigas se deforman y fallan por el área más vulnerable. Además, no todas las vigas son de la misma especie maderable, por lo cual varía su dureza y resistencia a la flexión.

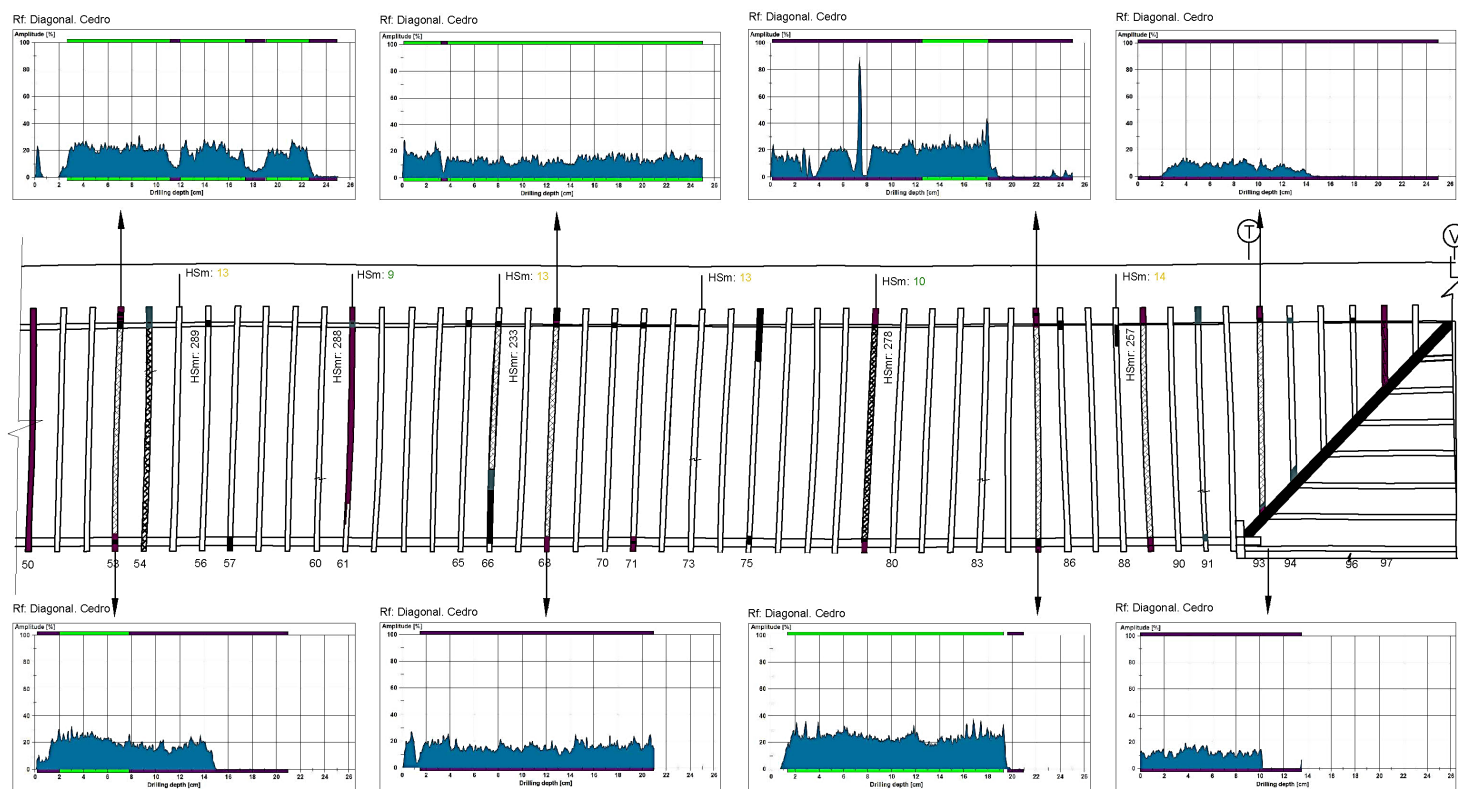
Anexo C₂: Croquis de lesiones y resultados de los ensayos. Elementos del forjado

Fig. 5 - Risultati ottenuti nella seconda sezione del pavimento della galleria. Resultados obtenidos en la segunda sección del forjado de la galleria.

Conclusioni

I test non distruttivi effettuati hanno permesso di ottenere risultati affidabili per valutare lo stato di conservazione dell'opera, con un'alta precisione metrica e qualità grafica. Dall'estrazione delle orto-immagini delle travi, è stato possibile determinare che tutte mostrano deformazioni (deflessioni) superiori a quelle ammissibili in misura maggiore o minore, e alcune di esse mostrano cedimenti flessionali dovuti a una diminuzione della loro resistenza. Le indagini hanno mostrato che la maggior parte degli elementi mostrano una perdita di capacità portante dovuta al deterioramento biologico associato alla putrefazione e alla sfibratura.

Conclusiones

Los ensayos no destructivos realizados permitieron obtener resultados fiables para evaluar el estado de conservación de la obra, con elevada precisión métrica y calidad gráfica. A partir de la extracción de ortoimágenes de las vigas, fue posible determinar que todas presentan en mayor o menor medida deformaciones (flecha) superiores a las admisibles, y algunas muestran fallos a flexión debido a la disminución de su resistencia. Las investigaciones evidenciaron que la mayoría de los elementos presentan pérdida de su capacidad portante debido a deterioros biológicos asociados a pudrición y desfibramiento.

Anexo C₃: Croquis de lesiones y resultados de los ensayos. Pie derecho y viga de corredera

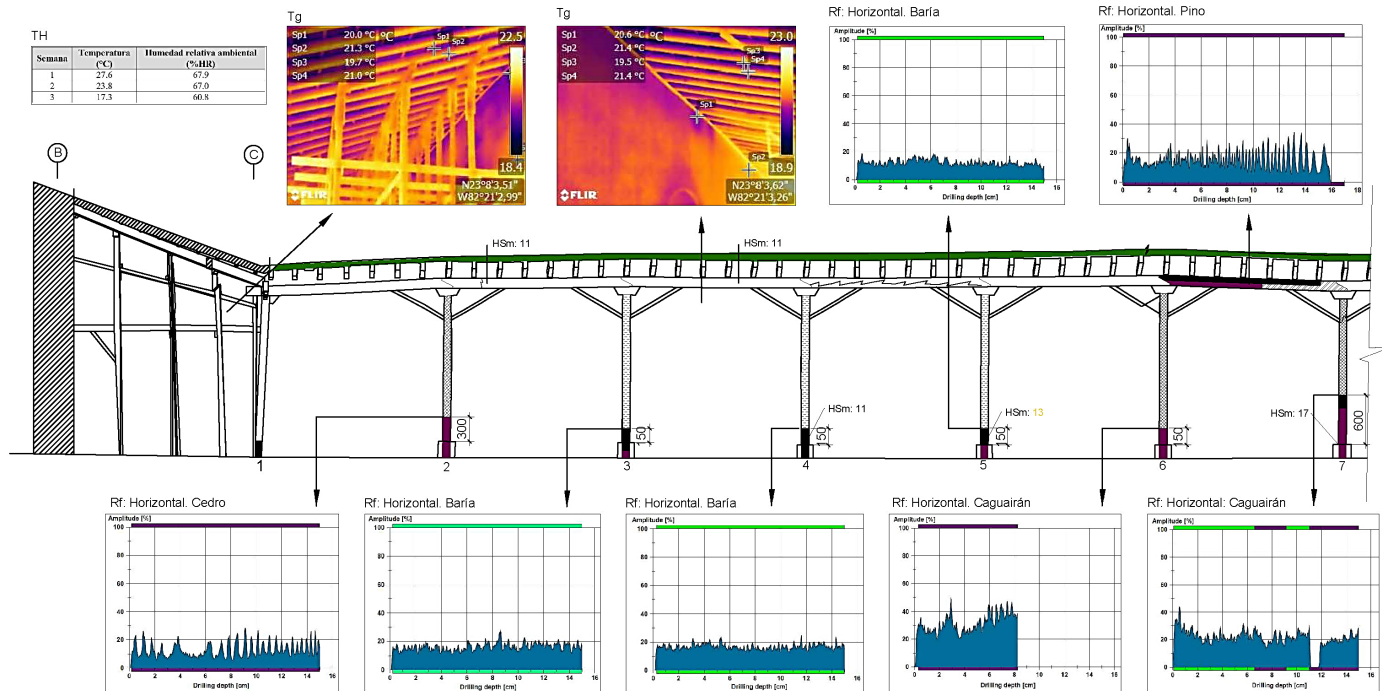
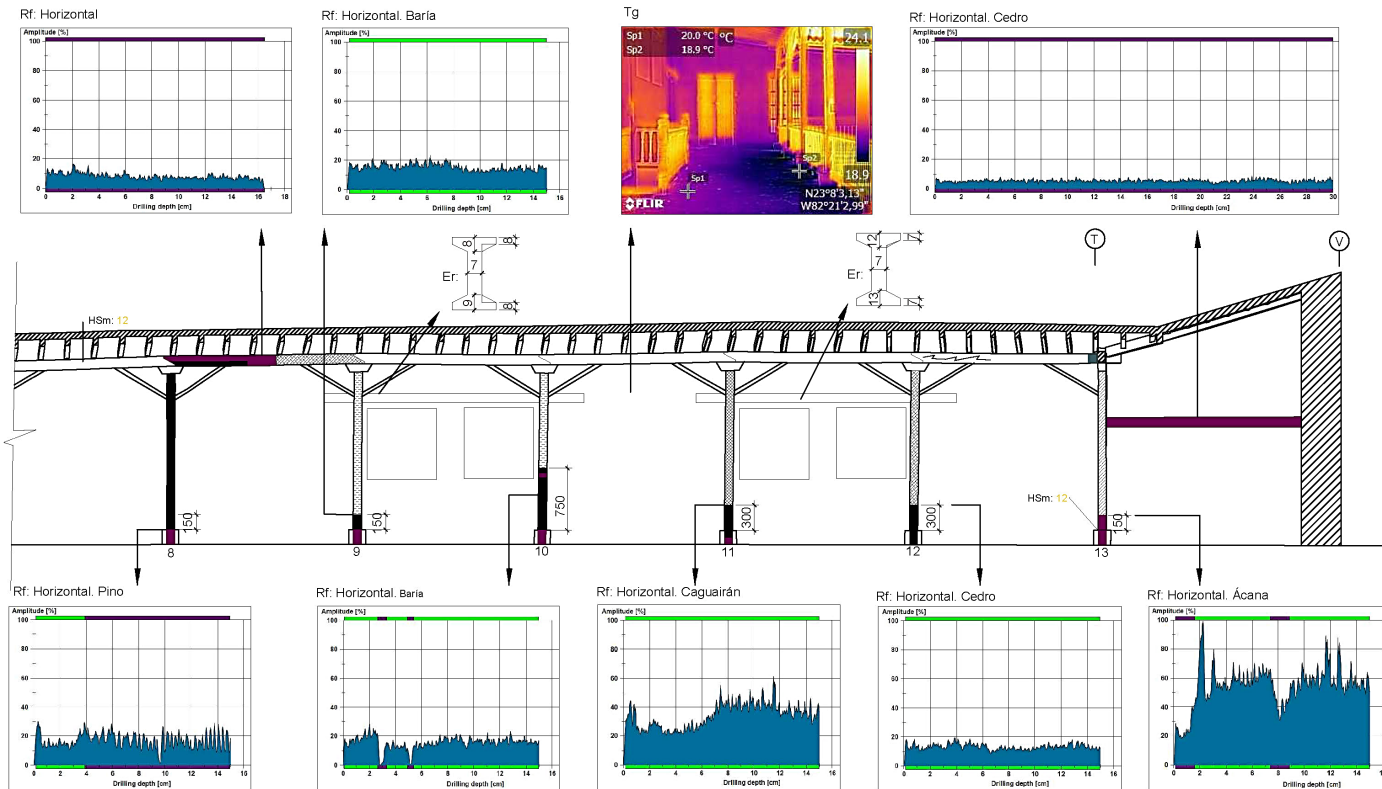


Fig. 6 - Risultati ottenuti nella prima sezione del piede destro della galleria. Risultados obtenidos en la primera sección de los pies derecho de la galleria.

Anexo C₄: Croquis de lesiones y resultados de los ensayos. Pie derecho y viga de corredera



Nota: En el ensayo de Er los valores de color magenta son los que presentan cambios en las dimensiones nominales de los espesores medidos y los de color negro los que se mantienen con el valor nominal

Fig. 7 - Risultati ottenuti nella seconda sezione del piede destro della galleria. Risultados obtenidos en la segunda sección de los pies derecho de la galleria.

Analisi minero-petrografiche

Il campionamento effettuato durante la campagna di studi condotta sui materiali del Convento, ha permesso di prelevare diverse tipologie di materiale da costruzione, tra questi: malte, laterizi e materiali lapidei. Di seguito viene riportata una breve descrizione dei materiali campionati.

Le malte costituiscono un prodotto artificiale realizzato dall'uomo fin dai tempi più antichi, impiegato nelle costruzioni grazie alla semplicità di preparazione e alla facile reperibilità delle materie prime. Si tratta principalmente di quei materiali utilizzati nelle opere murarie al fine di legare tra loro altri materiali come laterizi o pietrame. Dopo la messa in opera, le malte hanno la capacità di indurirsi e fare presa e formare un prodotto duraturo e coeso. Possono essere distinte in base alla composizione, una prima classificazione viene effettuata in base al tipo di legante impiegato: calce aerea, gesso, leganti idraulici, calce aerea e materiali a comportamento pozzolanico, leganti organici, leganti argillosi e altri leganti particolari. Un'ulteriore distinzione può essere fatta in base al tipo di aggregato utilizzato e alla presenza di materiali naturali o artificiali che ne migliorano le prestazioni.

Le loro caratteristiche di versatilità hanno consentito un esteso impiego in ambito architettonico, per allettamento degli elementi di una muratura (laterizi, conci lapidei), come riempimento del nucleo delle murature stesse, come rivestimento delle pareti (intonaci) o supporto per dipinti murali, fino a materiale per far aderire decorazioni ecc.

Quindi le malte sono quei materiali, costituiti da una miscela di calce, aggregato, acqua ed eventuali additivi (UNI 10924 (2001)). Gli intonaci appartengono alla categoria delle malte, pertanto vengono confezionati a partire dalle stesse materie prime, ma svolgono una funzione specifica di protezione e di finitura superficiale. Si possono distinguere in base alla composizione, al numero di strati (UNI 10924 (2001)), alla lavorazione e alle prestazioni. Il primo strato di ancoraggio viene chiamato arriccio, il secondo rinzaffo,

Análisis minero-petrográfico

El muestreo efectuado durante la campaña de estudio de los materiales del Convento dio como resultado la recolección de diversas tipologías de material de construcción, entre las cuales: morteros, ladrillos y materiales pétreos. A continuación, una breve descripción de los materiales muestreados.

Los morteros constituyen un producto artificial realizado por el hombre desde la antigüedad, utilizado en las construcciones gracias a la sencillez de la preparación y a la fácil reperibilidad de las materias primas. Se trata principalmente de aquellos materiales utilizados en las obras de albañilería con la finalidad de unir entre sí otros materiales como ladrillos o piedras. Después de la instalación, los morteros tienen la capacidad de endurecerse y fraguar para formar un producto duradero y cohesivo. Pueden ser identificadas con base a su composición. Una primera clasificación viene efectuada con base en el tipo de aglutinante utilizado: cal aérea, yeso, aglutinantes hidráulicos, y materiales con comportamiento puzolánico, aglutinantes orgánicos, aglutinantes de arcilla y otros aglutinantes especiales. También pueden distinguirse con base al tipo de agregado utilizado y a la presencia de materiales naturales o artificiales que mejoran las prestaciones.

Sus características de versatilidad han permitido un amplio uso en el ámbito arquitectónico, como lecho de elementos de mampostería (ladrillos, sillares de piedra), como relleno del núcleo de la propia mampostería, como revestimientos de las paredes (revoque) o soporte de pinturas murales, incluso como material para adherir decoraciones, etc.

Entonces los morteros son aquellos materiales, constituidos por una mezcla de cal, agregado, agua y posibles aditivos (UNI 10924 (2001)). Los revoques pertenecen a la categoría de los morteros, por lo que vienen fabricados con las mismas materias primas, pero desempeñan una función específica de protección y de terminado superficial. Se pueden reconocer con base a su composición, al número de capas (UNI

mentre l'ultimo strato di tinteggiatura non viene convenzionalmente classificato come parte dell'intonaco.

Le pietre naturali e artificiali (come il laterizio) sono i componenti storicamente fondamentali per realizzare un edificio. Le pietre naturali sono stati i primi materiali utilizzati dall'uomo per le proprie costruzioni, per le straordinarie caratteristiche di resistenza, compattezza e durezza. In generale, la scelta di una pietra deriva sostanzialmente dalla sua facilità di approvvigionamento e quindi dalla vicinanza del cantiere alle fonti di rifornimento. La realizzazione del prodotto finito avviene attraverso numerose fasi di lavorazione.

Il laterizio è un materiale artificiale, prodotto in varie forme e dimensioni, ottenuto dalla cottura di argilla in appositi forni. L'argilla viene lavorata in più fasi per acquisire plasticità, successivamente l'impasto viene conformato per estrusione o stampaggio, per poi essere essiccato ed infine cotto. I laterizi possono essere classificati in funzione alle prestazioni, alla forma e dimensioni, alla porosità e alle destinazioni d'uso.

Metodologie di studio

I campioni prelevati sono stati caratterizzati da un punto di vista preliminare e macroscopico, effettuando le seguenti indagini:

Osservazione macroscopica per individuare a quale categoria appartenesse il campione, identificazione del colore, eterogeneità/omogeneità del materiale, grado di compattezza;

Studio allo stereomicroscopio del campione tal quale, al fine di individuare la struttura d'insieme e la stima delle condizioni di conservazione. Inoltre, per gli intonaci, è possibile identificare la presenza di una sequenza stratigrafica. Le osservazioni effettuate verranno esposte nel paragrafo successivo.

I campioni sono stati analizzati da un punto di vista mineralogico-petrografico, effettuando uno studio petrografico della sezione sottile al microscopio ottico (OM) in luce trasmessa e la determinazione della composizione mineralogica mediante diffrazione a raggi X.

10924 (2001)), a la elaboración y a las prestaciones. La primera capa de anclaje se le conoce como ariccio, la segunda rinzafo, mientras que la última capa de pintura no se clasifica convencionalmente como parte del revoque.

Las piedras naturales y artificiales (como los ladrillos) son los componentes históricamente fundamentales para construir un edificio. Las piedras naturales fueron el primer material utilizado por el hombre para sus construcciones, por su extraordinaria resistencia, compacidad y durabilidad. En general, la elección de una piedra deriva sustancialmente de su facilidad de obtención y, por lo tanto, de la proximidad de la obra a las fuentes de suministro. La realización del producto final se realiza a través de numerosas fases de elaboración. El ladrillo es un material artificial, producido en varias formas y dimensiones, obtenido mediante la cocción de arcilla en hornos especializados. La arcilla se trabaja en varias fases para que adquiriera plasticidad, luego se da forma a la mezcla mediante extrusión o moldeado, para luego ser secada y por fin cocida. Los ladrillos pueden ser clasificados en función a sus prestaciones, a la forma y dimensiones, a su porosidad y uso previsto.

Metodologías de estudio

Las muestras tomadas se caracterizaron desde un punto de vista preliminar y macroscópico, efectuando las siguientes investigaciones:

Observación macroscópica para identificar a qué categoría pertenecía la muestra, identificación del color, heterogeneidad/homogeneidad del material, grado de compacidad;

Estudio en el estereomicroscopio de la muestra tal cual, para identificar la estructura global y estimar el estado de conservación. Además, para los yesos, es posible identificar la presencia de una secuencia estratigráfica. Las observaciones realizadas vendrán expuestas en el siguiente párrafo.

Las muestras fueron analizadas desde un punto de vista mineralogico-petrográfico, efectuando un estudio petrográfico de la

Le analisi petrografiche su sezione sottile sono state condotte al microscopio ottico in luce trasmessa, per la caratterizzazione tessiturale dei campioni, utilizzando un Microscopio ZEISS Axio Skope.A1, equipaggiato con una videocamera, risoluzione 5 Megapixel e provvisto di analisi dell'immagine Axio Vision.

Le analisi mineralogiche sono state effettuate mediante diffrattometro PANalytical modello X'Pert PRO con tubo anticatodo di rame con radiazione $K\alpha 1$ ($\lambda = 1,54 \text{ \AA}$), operando secondo le seguenti condizioni: intensità di corrente pari a 30 mA, tensione 40 kV, intervallo 2θ esplorato tra 3° - 70° , dimensione dello step di $0,02^\circ$, tempo per step di 50s e velocità di scansione $0,04^\circ/s$. L'analisi ed interpretazione dei diffrattogrammi sono state condotte tramite software Highscore, utilizzando la banca dati dell'ICDD. L'elaborazione dei dati permette di ottenere analisi semi-quantitative delle componenti mineralogiche.

I risultati delle osservazioni svolte sui campioni sono i seguenti:

Descrizione macroscopica, individuazione dei fenomeni di degrado che interessano le superfici dal quale sono stati campionati;

Caratterizzazione da un punto di vista mineralogico-petrografica tramite diffrattometria a raggi X ed analisi petrografica delle sezioni sottili.

Caratterizzazione dei materiali da costruzione

I risultati sono riportati, distinguendo i campioni nelle diverse tipologie:

Malta: i campioni 2, 3A (1), 3A (2) e 5

Laterizio: il campione 7

Materiale lapideo naturale: i campioni 1, 4 e 8.

sección fina en el microscopio óptico (OM) en luz transmitida y la determinación de la composición mineralógica mediante la difracción de Rayos X.

Los análisis petrográficos de sección fina se han realizado en un microscopio óptico de luz transmitida, para la caracterización textural de las muestras, utilizando un Microscopio ZEISS Axio Skope.A1, equipado con una videocámara, de 5 megapíxeles de resolución y dotado de análisis de imagen Axio Vision.

Los análisis mineralógicos se realizaron mediante un difractómetro PANalytical modelo X'Pert PRO con un tubo anticátodo de cobre con radiación $K\alpha 1$ ($\lambda = 1,54 \text{ \AA}$), operando en las siguientes condiciones: intensidad de corriente de 30 mA, tensión de 40 kV, intervalo 2θ explorado entre 3° - 70° , tamaño de paso 0.02° , tiempo por paso 50s y velocidad de barrido $0.04^\circ/s$. El análisis y la interpretación de los difractogramas se realizaron con el software Highscore, utilizando la base de datos ICDD. El tratamiento de los datos permite la obtención de análisis semicuantitativos de los componentes mineralógicos.

Los resultados de las observaciones realizadas en las muestras reportadas son los siguientes:

Descripción macroscópica, individuación de los fenómenos de degradación que afectan las superficies de las cuales se han extraído las muestras;

Caracterizados desde un punto de vista mineralógico-petrográfico mediante la difracción de Rayos X y análisis petrográficos de las secciones finas.

Caracterización de los materiales de construcción

Los resultados se presentan distinguiendo las muestras en diferentes tipologías:



Fig. 8 - Campione 2 e 3A (1). Punto di prelievo e foto del campione di malta. Muestra 2 y 3A (1). Punto de muestreo y foto de la muestra de mortero.

Malta

Caratterizzazione macroscopica:

Le malte campionate sono impiegate per l'allettamento degli elementi di una muratura. Macroscopicamente il campione 2 presenta un legante di color giallo-nocciola (Fig. 8), piuttosto compatto. È costituito da un aggregato prevalentemente carbonatico, molto fine e ben distribuito nell'impasto. La struttura del legante è disomogenea, distinta dalla presenza di grumi di calce riferibili a resti di incotti, stracotti, “fantasmi”, bottaccioli o grumi di legante non amalgamati nell'impasto. Essi si mostrano molto friabili e poco coesi. Il campione 3A(1) (Fig. 8), presenta un legante caratterizzato da un colore nocciola chiaro. L'aggregato è finemente distribuito nell'impasto, i grani non sono ben visibili ad occhio nudo. La struttura risulta piuttosto omogenea, caratterizzata dalla presenza di pochi grumi nella struttura e che si mostrano più compatti. I campioni 2 e 3A(1) sono malte di allettamento.

I campioni di malta sono probabilmente realizzati da legante a calce aerea, dato il rinvenimento di vasche dove avviene la “stagionatura” della calce (Fig. 9). Questo processo è una delle fasi fondamentali per la produzione di calci calciche. Il contenuto delle vasche è chiamato grassello o idrossido di calcio. Esso si ottiene facendo reagire l'ossido di calcio (ottenuto attraverso la cottura della pietra calcarea a temperature comprese tra gli 850-900°C) con acqua in eccesso. Durante il periodo di stagionatura, il composto sviluppa notevole plasticità e lavorabilità,

Mortero: muestras 2, 3A (1), 3A (2) y 5

Ladrillo: muestra 7

Material de piedra natural: muestras 1, 4 y 8.

Mortero

Caracterización macroscópica:

Los morteros muestreados se utilizan para el lecho de los elementos de mampostería. Macroscópicamente la muestra 2 presenta un aglutinante de color amarillo-avellana (Fig. 8), bastante compacto. Esta constituido por un agregado prevalentemente carbonatado, muy fino y bien distribuido en la mezcla. La estructura del aglutinante es dishomogénea, distinguida por la presencia de grumos de cal referidos a restos de crudos, sobre cocido, “fantasmas”, capas o grumos de aglutinante en la mezcla. Estos se presentan muy desmenzables y poco cohesionados.

La muestra 3A (1) (Fig. 8), muestra un aglutinante caracterizado por un color avellana claro. El agregado está finemente distribuido en la mezcla, los granos no son claramente visibles a simple vista. La estructura es bastante homogénea, caracterizada por la presencia de pocos grumos en la estructura, que son más compactos. Las muestras 2 y 3A (1) son morteros.

Las muestras de mortero están probablemente realizadas con aglutinante de cal aérea, debido al hallazgo de tinas donde se produce el “curado” de la cal (Fig. 9). Este proceso es una de las fases fundamentales para la producción de calces calcicas. El contenido de las tinas se conoce como cal



Fig. 9 - Vasche di stagionatura della calce. L'idratazione della calce produce idrossido di calce in forma di portlandite, questo composto viene fatto maturare in apposite vasche per acquisire notevoli proprietà plastiche.

Cunas de curado de cal. La hidratación de la cal produce hidróxido de cal en forma de portlandita, este compuesto se cura en tanques especiales para adquirir notables propiedades plásticas.

dovuto alla diminuzione delle dimensioni dei cristalli di portlandite.

I campioni 3A (2) e 5 sono malte con funzione di rivestimento, gli intonaci sono di colore variabile da cremisi a giallo chiaro (Fig. 10). Essi sono stati prelevati da una porzione di muratura caratterizzata da un cattivo grado di coesione. In entrambi i punti di prelievo viene a mancare una soluzione di continuità degli strati superficiali della muratura. Lo strato superficiale e gli strati di intonaco più interni sono interessati da fenomeni di distacco, disgregazione ed erosione. La caduta di materiale dalla superficie muraria è dovuta a processi di natura diversa: per cause meccaniche (abrasione), per cause antropiche (usura), per cause fisico-chimiche (cristallizzazione di sali solubili per risalita capillare o per dissoluzione del carbonato di calcio).

Caratterizzazione minero-petrografica:

Lo studio della sezione sottile del campione 2 mostra un legante di colore nocciola, con struttura disomogenea e tessitura da micritica a microspartica, costituito da calce aerea (Fig. 11). Sono presenti grumi riferibili a resti di cottura della pietra da calce. L'aggregato è di forma sub-angolare, costituito da: quarzo mono-cristallino, bioclasti, frammenti di calcite e inclusi terrosi. L'aggregato si presenta ben selezionato, con una distribuzione granulometrica tendenzialmente unimodale, mediamente di dimensioni pari a 300-400 μm . Il rapporto legante aggregato (L/A) è di 1/3. La macroporosità è scarsa, costituita da piccoli pori globulari.

apagada o hidróxido de calcio. Esto se obtiene haciendo reaccionar el óxido de calcio (obtenido a través de la cocción de piedra caliza a temperaturas entre los 850-900°C) con exceso de agua. Durante el periodo de curado, el compuesto desarrolla una elasticidad y moldeabilidad notable, debido a la disminución de los cristales de portlandita.

Las muestras 3A (2) y 5 son morteros con función de revestimiento, los revoques son de color variable desde el carmesí hasta el amarillo claro (Fig. 10). Ellas se tomaron desde una porción de mampostería caracterizada por un escaso grado de cohesión. En ambos puntos del muestreo, hay una falta de continuidad de las capas superficiales de la mampostería. La capa superficial y las capas más internas de yeso se ven afectadas por fenómenos de desprendimiento, desintegración y erosión. La caída de materia de la superficie del muro se debe a procesos de diversa naturaleza: por causas mecánicas (abrasión), por causas antrópicas (por desgaste), por causas fisicoquímicas (cristalizaciones de sales solubles por ascenso capilar o por disolución de carbonato cálcico).

Caracterización mineralógica y petrográfica:

El estudio de la sección fina de la muestra 2 muestra un aglutinante de color avellana, con estructura dishomogénea y una textura entre micrítica a microspartica, constituido por cal aérea (Fig. 11). Se observan grumos con relación a restos de cocción de la piedra de cal. El agregado es de forma subangular, constituido por: cuarzo monocristalino, bioclastos, fragmentos de cal e inclusiones terrosas. El agregado se presente



Fig. 10 - Campione 3A(2) e 5: Punto di prelievo e foto del campione di intonaco. Muestra 3A(2) y 5: Punto de muestreo y foto de la muestra de yeso.

L'analisi mineralogica ha rilevato la presenza di: calcite, aragonite, quarzo e gesso; le relative abbondanze dei campioni sono riportate in Tabella 3.

Dall'osservazione al microscopio ottico della sezione sottile del campione 3A (1), si rileva la presenza di un legante con struttura disomogenea e tessitura micritica di colore nocciola, costituito da calce aerea. Sono presenti grumi riferibili a resti di cottura (Fig. 12). L'aggregato, ben selezionato, presenta una distribuzione unimodale con granulometria media, di circa 400-500 μm . Esso è caratterizzato da morfologia prevalentemente sub-angolare, a composizione esclusivamente carbonatica, formato da: bioclasti e cristalli di calcite. Il rapporto L/A è di 1/2. La macroporosità è scarsa, rappresentata da fratture aperte che interessano la maggior parte del campione. Tali fratture si manifestano durante l'evaporazione dell'acqua, vengono dette di ritiro (Fig. 13).

L'analisi mineralogica ha rilevato la presenza di sola calcite; le relative abbondanze dei campioni sono riportate in Tabella 1.

Il campione 3A (2) è caratterizzato da un legante a tessitura da micritica a microspartica, piuttosto disomogenea (Fig. 14). L'aggregato presenta una distribuzione bimodale, risultano prevalenti gli aggregati di dimensioni pari a 800 μm . Esso è caratterizzato da morfologia prevalentemente sub-angolare, composto da: frammenti di calcari fossiliferi, calcite, quarzo mono-cristallino, plagioclasti, laterizio, e piccoli frammenti di rocce silicatiche. Il rapporto L/A è di 1/3. La macroporosità è media, influenzata dalla presenza

bien selección, con una distribución granulométrica con tendencia unimodal, con dimensiones media de 300-400 μm . La relación de unión agregada (L/A) es de 1/3. La macroporosidad es escasa, constituida por pequeños poros globulares.

El análisis mineralógico reveló la presencia de: calcita, aragonito, cuarzo y yeso; las abundancias relativas de las muestras se denotan en la Tabla 3.

De la observación al microscopio óptico de la sección delgada de la muestra 3A (1), se revela la presencia de un aglutinante de estructura dishomogénea y textura micrítica de color avellana, compuesto por cal aérea. Se observan grumos referibles a restos de cocción (Fig. 12). El agregado bien clasificado tiene una distribución unimodal con un tamaño de grano medio de aproximadamente 400-500 μm . Se caracteriza por una morfología predominantemente subangular con una composición exclusivamente carbonatada, formada por bioclastos y cristales de calcita. La relación Agl/Agr es 1/2. La macroporosidad es escasa, representada por fracturas abiertas que afectan a la mayor parte de la muestra. Estas fracturas se producen durante la evaporación del agua y se denominan fracturas por contracción (Fig. 13).

El análisis mineralógico reveló la presencia de calcita; las relativas abundancias de las muestras se denotan en la Tabla 1. La muestra 3A (2) se caracteriza por tener una textura aglutinante entre micrítica y microespártica, bastante dishomogénea (Fig. 14). El agregado presenta una distribución bimodal, predominando los agregados de 800 μm . Se caracteriza por una morfología predominantemente subangular,



Fig. 11 - Microfotografia al microscopio ottico polarizzatore in luce trasmessa del campione 2 a nicol // (sinistra) e (destra), ingr 2,5X. Visione d'insieme del campione.
Microscopio de luz polarizante en luz transmitida de la muestra 2 en nicol // (izquierda) y (derecha), aumento 2,5X. Visión general de la muestra.

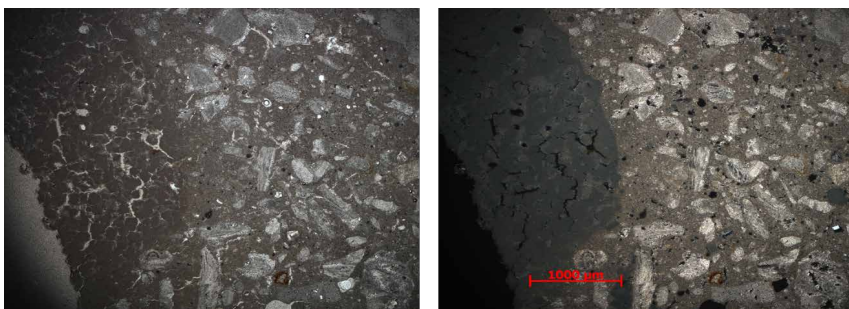


Fig. 12 - Microfotografia al microscopio ottico polarizzatore in luce trasmessa del campione 3A (1) a nicol // (sinistra) e (destra), ingr 2,5X. Sulla sinistra è possibile osservare un grumo riferibile ad un resto di cottura.
Microscopio de luz polarizante en luz transmitida de la muestra 3A (1) en nicol // (izquierda) y (derecha), aumento 2,5X. A la izquierda se puede observar un bulto referido a un apoyo de disparo.

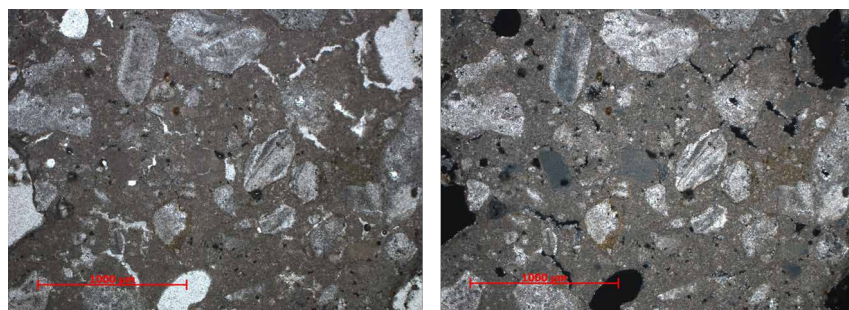


Fig. 13 - Microfotografia al microscopio ottico polarizzatore in luce trasmessa del campione 3A (1) a nicol // (sinistra) e (destra), ingr 5X. Fessura da ritiro.
Microscopio de luz polarizante en luz transmitida de la muestra 3A (1) en nicol // (izquierda) y (derecha), 5X de aumento. Hendidura de encogimiento.

di fratture da ritiro che interessano la maggior parte del campione, presenti pochi pori globulari di piccole dimensioni. L'analisi mineralogica ha rilevato la presenza di: calcite, aragonite e quarzo; le relative abbondanze dei campioni sono riportate in Tabella 3.

Lo studio della sezione sottile del campione 5 mostra un legante aereo di colore nocciola, con struttura piuttosto omogenea e tessitura da micritica a microspartica, costituito da calce aerea (Fig. 15). Sono presenti alcuni grumi, riferibili a resti cottura. L'aggregato presenta distribuzione bimodale: dimensione massima pari a 600 µm, dimensione minima pari a 150 µm. La composizione è prevalentemente carbonatica, costituita da frammenti di rocce carbonatiche (calcarei fossiliferi), cristalli di calcite e una ridotta quantità di laterizio. Il rapporto L/A è di 1/3. Macroporosità è intermedia, data da pori di forma irregolare.

compuesta por: fragmentos de caliza fosilífera, calcita, cuarzo monocristalino, plagioclasa, laterita y pequeños fragmentos de rocas de silicato. La relación Agl/Agr es de 1/3. La macroporosidad es media, influenciada por la presencia de fracturas de contracción que tienen que ver con la mayoría de la muestra, estando presentes pocos poros globulares de dimensiones pequeñas.

El análisis mineralógico ha revelado la presencia de: calcita, aragonito y cuarzo; las abundancias relativas de las muestras se indican en la Tabla 3.

El estudio de la sección fina del espécimen 5 muestra un aglutinante aéreo de color avellana con una estructura bastante homogénea y una textura que va de micrítica a microspartica, constituida por cal aérea (Fig. 15). Algunos grumos están presentes, referibles a restos de cocción. El agregado tiene una distribución bimodal: tamaño máximo de 600 µm, tamaño

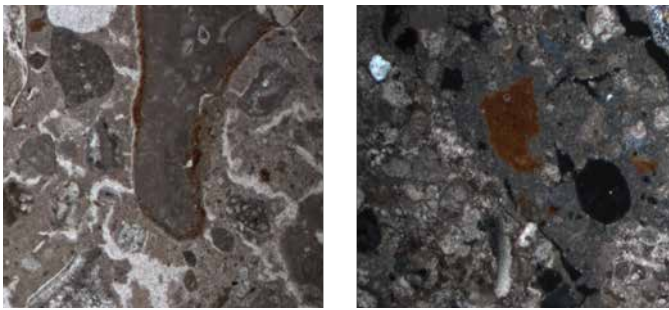


Fig. 14 - Microfotografia al microscopio ottico polarizzatore in luce trasmessa del campione 3A (2) a nicol // (sinistra) e (destra), ingr 2,5X. Visione d'insieme.
Microscopio de luz polarizante en luz transmitida de la muestra 3A (2) en nicol // (izquierda) y (derecha), aumento 2,5X. Resumen.

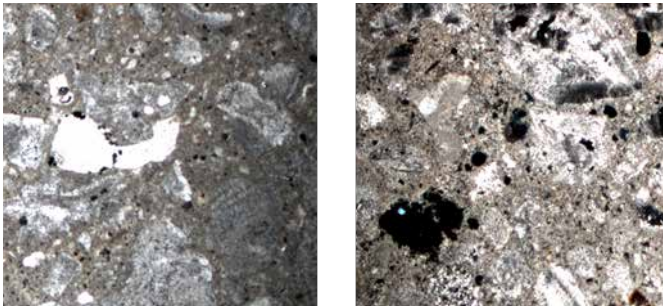


Fig. 15 - Microfotografia al microscopio ottico polarizzatore in luce trasmessa del campione 5 a nicol // (sinistra) e (destra), ingr 2,5X. Visione d'insieme.
Microscopio de luz polarizada en luz transmitida de la muestra 5 en nicol // (izquierda) y (derecha), aumento 2,5X. Resumen.

Campione	Calcite	Aragonite	Quarzo	Gesso	Altro
2	+++	*	*	*	
3A(1)	+++	-	-	-	
3A(2)	+++	*	*	-	Plagioclasi *
5	+++		*		Ematite*

Tab. 3 - Composizione mineralogica e relative abbondanze dei campioni di malta. *Composición mineralógica y abundancias relativas de las muestras de mortero.*

Legenda/ leyenda:

+++ = molto abbondante *muy abundante*

- = assente *ausente*

++ = abbondante *abundante*

+ = presente *presente*

* = in tracce *en trazas*

L'analisi mineralogica ha rilevato la presenza di: calcite e tracce di quarzo ed ematite; le relative abbondanze dei campioni sono riportate in Tabella 3.

Laterizio

Caratterizzazione macroscopica:

Si tratta di un campione di laterizio, indicato come campione 7, caratterizzato da una pasta di fondo rosata, con livelli di colore più chiaro (Fig. 16). La struttura è eterogenea, data dalla presenza di inclusi grossolani. Il colore chiaro ci spinge ad ipotizzare un impasto realizzato dalla cottura di argille con contenuto di calcite piuttosto alto ed una temperatura di cottura relativamente bassa. Osservando la zona di prelievo, il laterizio è interessato da un avanzato stato di alterazione (erosione alveolare e disgregazione). L'alterazione può essere dovuta alle caratteristiche composizionali

mínimo de 150 µm. La composición es predominantemente carbonatada, construida por fragmentos de rocas carbonáticas (caliza fosilífera), cristales de calcita y una pequeña cantidad de ladrillo. La relación Agl/Agr es de 1/3. La macroporosidad es intermedia, dada por los poros de forma irregular.

El análisis mineralógico reveló la presencia de calcita y trazas de cuarzo y hematita, las abundancias relativas de las muestras se indican en la Tabla 3.

Ladrillo

Caracterización macroscópica:

Se trata de una muestra de ladrillo, indicada como muestra 7, caracterizada por una pasta de fondo rosado, con niveles de color más claro (Fig. 16). La estructura es heterogénea, dada la presencia de inclusiones gruesas. El color claro hace suponer que se trata de una pasta producida por la cocción



Fig. 16 - Campione 7: Punto di prelievo e foto del campione di laterizio.
Muestra 7: Punto de muestreo y foto de la muestra de ladrillo.

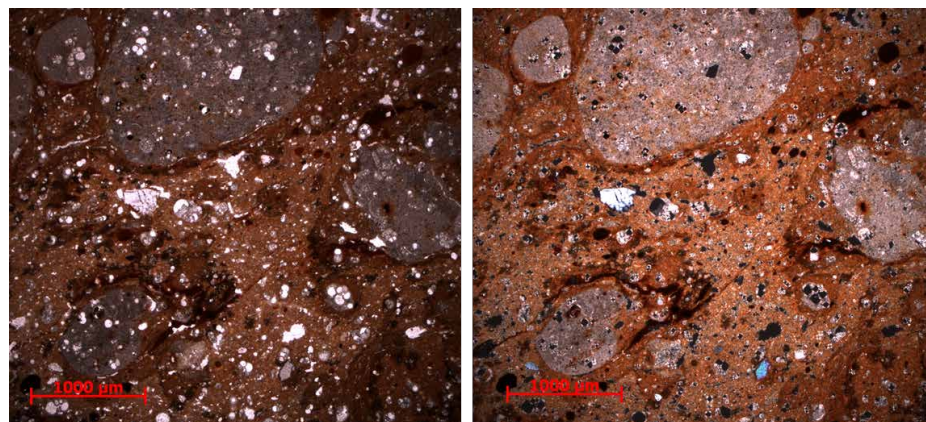


Fig. 17 - Microfotografia al microscopio ottico polarizzatore in luce trasmessa del campione 2 a nicol // (sinistra) e (destra), ingr 2,5X. Visione d'insieme.
Microscopio de luz polarizante en luz transmitida de la muestra 2 en nicol // (izquierda) y (derecha), aumento 2,5X. Resumen.

(elevato contenuto di carbonato di calcio) e tecnologiche del mattone (bassa temperatura di cottura). Non è comunque trascurabile l'azione degli agenti meteorici o fenomeni di risalita capillare.

Caratterizzazione minero-petrografica:

Lo studio della sezione sottile del campione 7 mostra il tipico laterizio con pasta di fondo birifrangente di colore chiaro e grossi frammenti carbonatici nell'impasto. Le dimensioni dei frammenti carbonatici vanno da plurimillimetrici fino a 100 µm, sono anche presenti frammenti fossiliferi e ridotta quantità di granuli silicatici. La temperatura di cottura di questo laterizio è bassa, tale osservazione viene dedotta dalla presenza di frammenti carbonatici perfettamente conservati. La porosità è intermedia, ed è data prevalentemente da pori di forma irregolare. Il campione risulta fortemente degradato.

La composizione mineralogica del campione 7, presenta: calcite (molto abbondante) e quarzo (presente).

Materiale lapideo naturale

Caratterizzazione macroscopica:

I materiali lapidei impiegati per la realizzazione dell'edificio sono gli stessi che caratterizzano il centro storico della città, una pietra calcarea ocreacea (Fig. 18). Le forme di degrado più comunemente osservate sono la disgregazione, alveolizzazione, croste superficiali e distacchi.

de arcillas con un contenido bastante alto de calcita y una temperatura de cocción relativamente baja. Observando la zona de muestreo, el ladrillo está afectado por un estado avanzado de alteración (erosión alveolar y desintegración). La alteración puede deberse a las características compositivas (elevado contenido de carbonato de sodio) y tecnología del ladrillo (baja temperatura de cocción). Sin embargo, la acción de los agentes meteóricos o fenómenos de ascenso capilar no es despreciable.

Caracterización mineralógica y petrográfica:

El estudio de la sección fina del espécimen 7 muestra el ladrillo típico con pasta de fonde birrefringente de color claro y grandes fragmentos de carbonato en el empaste. El tamaño de los fragmentos de carbonato va desde pluri milimétricos y 100 µm, también están presentes fragmentos fossilíferos y una pequeña cantidad de gránulos de silicato. La temperatura de cocción de este ladrillo es baja, tal observación se deduce gracias a la presencia de fragmentos de carbonato perfectamente conservados. La porosidad es intermedia, y es prevalentemente de poros irregulares. La muestra resulta muy degradada.

La composición mineralógica del espécimen 7 muestra: calcita (muy abundante) y cuarzo (presente).

Material de piedra natural

Caracterización macroscópica:

Los materiales pétreos empleados en la construcción del



Fig. 18 - Campione 1, 4 e 8: Punto di prelievo e foto del campione del materiale lapideo.
Muestra 1, 4 y 8: Punto de muestreo y foto de la muestra de piedra.

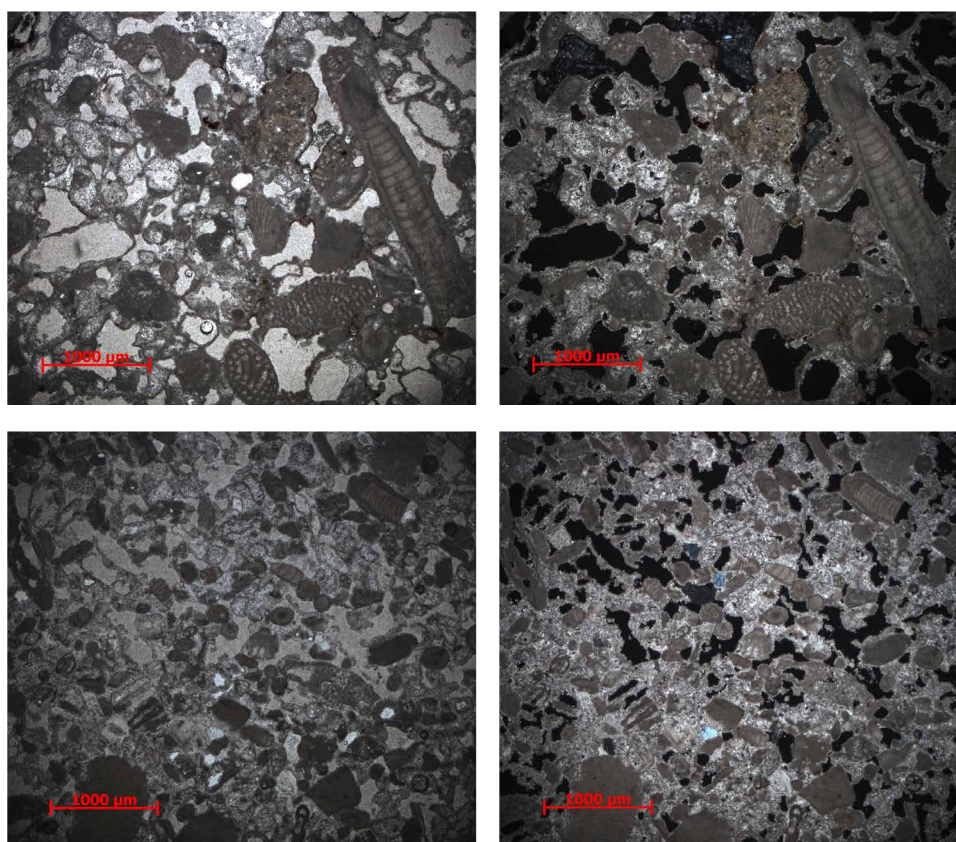


Fig. 19 - Microfotografia al microscopio ottico polarizzatore in luce trasmessa del campione 1 a nicol // (sinistra) e (destra), ingr 2,5X. Visione d'insieme.
Microscopio de luz polarizante en luz transmitida de la muestra 1 en nicol // (izquierda) y (derecha), aumento 2,5X. Resumen.

Fig. 20 - Microfotografia al microscopio ottico polarizzatore in luce trasmessa del campione 4 a nicol // (sinistra) e (destra), ingr 2,5X. Visione d'insieme.
Microscopio de luz polarizante en luz transmitida de la muestra 4 en nicol // (izquierda) y (derecha), aumento 2,5X. Resumen.

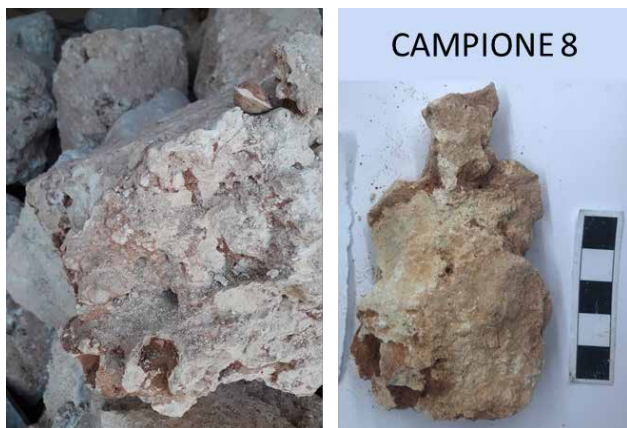


Fig. 21 - Campione 1, 4 e 8: Punto di prelievo e foto del campione del materiale lapideo.

Muestra 1, 4 y 8: Punto de muestreo y foto de la muestra de piedra.

Caratterizzazione minero-petrografica:

Il campione 1 osservato in sezione sottile presenta una struttura riferibile ad un calcare fossilifero con cemento carbonatico, si osserva la presenza di calcite con tessitura da sparitica a micritica, di frammenti di talli algali ed altri bioclasti (Fig. 19). Tali caratteristiche permettono di classificare questa roccia come grainstone bioclastico con elevata porosità intergranulare, seguendo la classificazione Dunham. La granulometria media è pari a 500 μm . La macroporosità risulta molto elevata data da pori di dimensione da globulare ad angolare.

L'analisi mineralogica ha rilevato la presenza di: calcite, aragonite, quarzo e gesso; le relative abbondanze dei campioni sono riportate in Tabella 4.

Il campione 4 presenta la stessa struttura del campione sopra descritto, classificabile come grainstone a bioclasti (Fig. 20). Tale roccia è un calcare fossilifero con cemento carbonatico, si osserva la presenza di cristalli di calcite e talli algali (e altri bioclasti). La granulometria media è pari a 300-400 μm . La macroporosità è elevata, data da pori interstiziali di forma da globulare a angolare.

L'analisi mineralogica ha rilevato la presenza di: calcite e quarzo; le relative abbondanze dei campioni sono riportate in Tabella 4.

L'analisi petrografica del campione 8 evidenzia un calcare fossilifero piuttosto compatto, identificabile secondo la classificazione di Dunham come un packstone. La matrice è costituita da abbondante micrite, fine e di colore nocciola, a riempimento degli spazi intergranulari e intragranulari, il

edificio son los mismos que caracterizan el centro histórico de la ciudad, una piedra caliza ocre (Fig. 18). Las formas de degradación más comúnmente observadas son la disgregación, alveolización, las costras superficiales y desprendimientos.

Caracterización mineralógica y petrográfica:

La muestra 1 observada en sección fina presenta una estructura referible a una caliza fosilífera con cemento carbonatado, la presencia de calcita con textura esparítica a micrítica, fragmentos de talos de algas y otros bioclastos (Fig. 19). Estas características permiten clasificar esta roca como grainstone bioclastico con porosidad intergranular elevada, siguiendo la clasificación Dunham. La granulometría media es de 500 μm . La macroporosidad resulta muy elevada debido a los poros de dimensiones globulares a angulares.

El análisis mineralógico ha demostrado la presencia de: calcita, aragonito, cuarzo y yeso; las abundancias relativas de las muestras se describen en la Tabla 4.

El espécimen 4 muestra la misma estructura que el espécimen descrito anteriormente, que puede ser clasificada como grainstone de bioclastos (Fig. 20). Esta roca es una caliza fosilífera con cemento carbonatado, se observa la presencia de cristales de calcita y talos de algas (y otros bioclastos). El tamaño medio del grano es de 300-400 μm . La macroporosidad es alta, debido a los poros intersticiales de formas globulares y angulares.

El análisis mineralógico reveló la presencia de: calcita y cuarzo; las abundancias relativas de los especímenes se muestran en la Tabla 4.

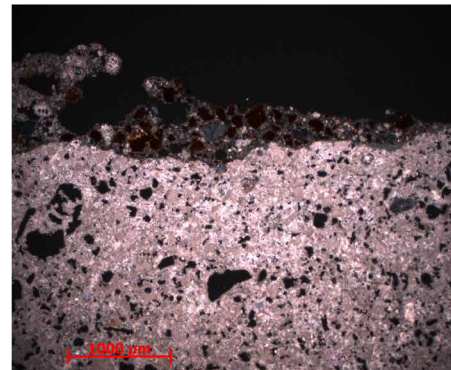
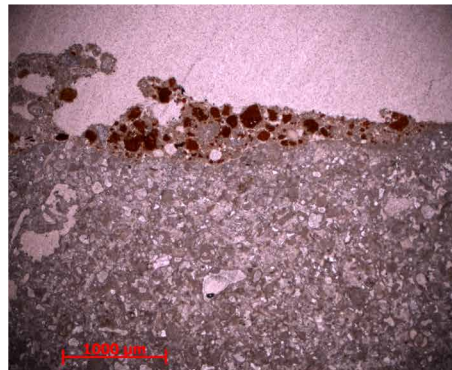
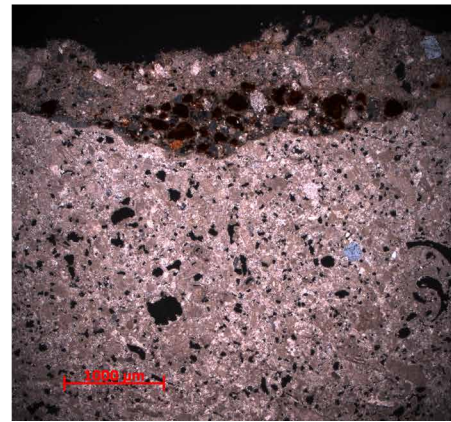


Fig. 22 - Microfotografia al microscopio ottico polarizzatore in luce trasmessa del campione 8 a nicol // (sinistra) e (destra), ingr 2,5X. Stratigrafia.
Micrografía de luz polarizada en luz transmitida de la muestra 8 en nicol // (izquierda) y (derecha), aumento 2,5X. Estratigrafía.

Fig. 23 - Microfotografia al microscopio ottico polarizzatore in luce trasmessa del campione 8 a nicol // (sinistra) e (destra), ingr 2,5X. Stratigrafia.
Microscopio de luz polarizante en luz transmitida de la muestra 8 en nicol // (izquierda) y (derecha), aumento 2,5X. Estratigrafía.

cemento è carbonatico. Sono prevalenti i granuli bioclastici, che hanno una granulometria medio-fine, mediamente di 200 µm. La macroporosità è bassa data da pori di forma irregolare, la roccia si presenta compatta.

L'analisi mineralogica ha rilevato la presenza di sola calcite; le relative abbondanze dei campioni sono riportate in Tabella 4.

Per il campione 8 (Figura 22 e 23) è da sottolineare che al di sopra del materiali lapideo si osservano due strati di intonaco: il primo realizzato con aggiunta a laterizio e secondo a calce con aggregato molto fine e ben disperso. Questa parte di materiale permette di ipotizzare una muratura costituita da pietra e intonaco a due diverse composizioni.

Conclusioni

La campagna di campionamento dei materiali da costruzione è stata effettuata per ampliare le conoscenze sui materiali impiegati nelle apparecchiature murarie del Convento de Santa Clara de Asis e per definirne lo stato di conservazione.

El análisis petrográfico del espécimen 8 muestra una piedra caliza fosilífera bastante compacta, identificable según la clasificación de Dunham como un packstone. La matriz está constituida por abundante micrita, fina y de color avellana, que rellena los espacios intergranulares e intragranulares, el cemento es carbonatado. Prevalecen los gránulos bioclásticos, que tienen una granulometría medio-fina, de 200 µm en promedio. La macroporosidad es baja debido a los poros de forma irregular, la roca se presenta compacta.

El análisis mineralógico reveló la presencia únicamente de calcita; las abundancias relativas de los especímenes se reportan en la Tabla 2.

Para la muestra 8 (Figura 22 y 23) cabe destacar que sobre los materiales pétreos se observan dos capas de yeso: la primera realizada con adición de ladrillo y la segunda con cal con árido muy fino y bien disperso. Esta parte de material nos permite plantear la hipótesis de un muro formado por piedra y yeso en dos composiciones diferentes.

A partire dalla descrizione macroscopica e dall'osservazione allo stereomicroscopio è stato possibile distinguere i materiali da costruzione artificiali: malta, campioni 2, 3A (1), 3A (2), 5, e laterizio, campione 7; naturali: rocce carbonatiche, campioni 1, 4 e 8.

Su ciascun campione è stata determinata la composizione mineralogica principale mediante diffrazione a raggi X ed è stata effettuata l'analisi petrografica delle sezioni sottili al microscopio ottico in luce trasmessa. Tali indagini permettono di caratterizzare in modo approfondito la composizione di malte, laterizi e materiali lapidei, al fine di selezionare il prodotto più idoneo per il restauro oppure il materiale più compatibile per eventuali integrazioni e sostituzioni.

In generale, sui campioni interessati da fenomeni di degrado, più o meno avanzati, le alterazioni si manifestano in modo diverso, in funzione alle caratteristiche intrinseche di ciascun materiale ed alle condizioni di conservazione (esposizione agli agenti esterni). Le manifestazioni di degrado più frequenti sono: distaccamenti, disgregazioni, corrosioni e presenza di sali, come solfati (gesso).

Per quanto riguarda la malta, l'analisi mineralogica della frazione fine dei campioni evidenzia la presenza di fasi ascrivibili alla composizione della malta: la calcite (CaCO_3) è riferibile alla frazione legante e dell'aggregato, questo è dovuto alla presenza di frammenti di rocce carbonatiche, quali calcari fossiliferi e singoli cristalli di calcite che costituiscono l'aggregato della malta. L'aragonite si rileva in tracce, riferibile alla presenza di bioclasti. La presenza di quarzo (SiO_2) e plagioclasti (serie $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ - $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$, serie albite-anortite, presente solo nel campione 3A (2)), è riferibile alla composizione della frazione aggregato, probabilmente ascrivibile a sabbie locali. Tuttavia, il quarzo e plagioclasti sono presenti solo in tracce, questo indica una prevalenza di aggregato a composizione carbonatica. Non si registra la presenza di sali o di fasi mineralogiche riferibili a processi di degrado di tipo chimico.

Conclusiones

La campaña de muestreo de los materiales de construcción fue efectuada para ampliar el conocimiento sobre los materiales utilizados en los aparatos de mampostería del Convento de Santa Clara de Asís y para definir su estado de conservación. A partir de la descripción macroscópica y de la observación bajo el estereomicroscopio, fue posible distinguir materiales de construcción artificiales: mortero, muestras 2, 3A (1), 3A (2), 5, y ladrillo, espécimen 7; y naturales: rocas carbonatadas, muestras 1, 4 y 8.

En cada muestra fue determinada la composición mineralógica principal mediante la difracción de Rayos X y se realizó un análisis petrográfico de las secciones delgadas con un microscopio óptico de luz transmitida. Estas investigaciones permiten caracterizar en profundidad la composición de los morteros, ladrillos y materiales pétreos, con el fin de seleccionar el producto ideal para la restauración o, en su defecto, el material más compatible para eventuales integraciones o sustituciones.

En general, en las muestras afectadas por fenómenos de degradación, más o menos avanzados, las alteraciones se manifiestan de forma diferente, en función a las características intrínsecas de cada material y a los estados de conservación (exposición a los agentes externos). Las manifestaciones más frecuentes de degradación son: el desprendimiento, la desintegración, la corrosión y la presencia de sales, como sulfatos (yeso).

En cuanto al mortero, el análisis mineralógico de la fracción fina de las muestras evidencia la presencia de fases atribuibles a la composición del mortero: la calcita (CaCO_3) se refiere a la fracción aglutinante y agregada, esto se debe a la presencia de fragmentos de rocas carbonatadas, como la piedra caliza fosilífera y los cristales individuales de calcita de que constituyen el agregado del mortero. Se detecta aragonito en trazas, referible a las presencias de bioclásticos. La presencia de cuarzo (SiO_2) y plagioclasta ($\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ - $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$,

Il gesso ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) è stato registrato solo nel campione 2.

Dal punto di vista petrografico è da evidenziare che la malta è costituita da legante a calce aerea, la presenza di resti di cottura nei campioni 3A (1) e 5, permette di ipotizzare la produzione di malte seguendo pratiche/tecniche tradizionali. Il ciclo produttivo tradizionale della calce aerea prevede che la pietra calcarea cotta in forni appositi, ad una temperatura di $850\text{-}900^\circ\text{C}$, in modo tale che il carbonato di calcio venga dissociato dando luogo a calce viva. Successivamente viene fatta reagire con acqua (processo di spegnimento) per produrre la calce spenta. Durante il periodo di stagionatura, il composto sviluppa notevole plasticità e lavorabilità, prende il nome di grassello. L'ultima fase produttiva consiste nella miscela del grassello con gli aggregati, acqua ed eventuali additivi. Gli aggregati che sono stati inseriti nella miscela della malta sono prevalentemente di origine carbonatica, ben selezionati, morfologia sub-angolare e con granulometria variabile da campione a campione. Il rapporto L/A è di $1/3$, ad esclusione del campione 2. I campioni presentano una macroporosità da scarsa ad intermedia, nei campioni 3A (1) e 3A (2) sono presenti fessurazioni da ritiro. Tale fenomeno si può sviluppare durante in processo di presa ed essiccazione in impasti dove è stata impiegata una quantità di acqua in eccesso.

Per il laterizio, l'analisi mineralogica del campione 7 evidenzia la presenza di calcite e quarzo. Dal punto di vista petrografico il campione 7 mostra la tipica struttura di un laterizio con pasta di fondo birifrangente di colore chiaro e grossi frammenti carbonatici nell'impasto. La temperatura di cottura di questo laterizio è bassa, tale osservazione viene dedotta dalla presenza di frammenti carbonatici perfettamente conservati. Una bassa temperatura di cottura rende abbassa le prestazioni del laterizio, infatti il campione risulta fortemente degradato.

Per il materiale lapideo naturale, l'analisi mineralogica ha rilevato la presenza di calcite, aragonite e quarzo (ad

serie de albita-anortita, presente sólo en la muestra 3A (2)), alude a la composición de la fracción de agregados, probablemente atribuible a las arenas locales. En fin, el cuarzo y la plagioclasa sólo están presentes en trazas, lo que indica un predominio de agregados de composición carbonatada. No se registra la presencia de sales o de fases mineralógicas referibles a procesos de degradación química. El yeso ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) sólo se registró en la muestra 2.

Desde el punto de vista petrográfico hay que evidenciar que el mortero se constituye por aglutinante y cal aérea, la presencia de restos de cocción en las muestras 3A (1) y 5, permite hipotetizar la producción de morteros siguiendo prácticas /técnicas tradicionales. El ciclo productivo tradicional de producción de la cal aérea prevé que la piedra caliza sea cocida en hornos dedicados, a temperaturas de $850\text{-}900^\circ\text{C}$, para que el carbonato de calcio se disocie, dando lugar a la cal viva. Sucesivamente, se hace reaccionar con agua (proceso de apagado) para producir la cal muerta. Durante el periodo de curado, el compuesto desarrolla una notable plasticidad y trabajabilidad, y se denomina cal apagada. La última fase productiva consiste en mezclar la cal apagada con los áridos, el agua y eventuales aditivos. Los agregados que fueron incluidos en la mezcla del mortero son en su mayoría, de origen carbonatado, bien seleccionado, de morfología subangular y con una granulometría variable de muestra a muestra. La relación L/A es de $1/3$, a excepción de la muestra 2. Los especímenes presentan una macroporosidad escasa a intermedia, en las muestras 3A (1) y 3A (2). Este fenómeno se puede desarrollar durante el proceso de fraguado y secado en mezclas donde se haya implementado una cantidad de agua en exceso.

Para el ladrillo, el análisis mineralógico de la muestra 7 evidencia la presencia de calcita y cuarzo.

Desde el punto de vista petrográfico, el espécimen 7 muestra la estructura típica de un ladrillo con pasta de fondo birrefringente de color claro y grandes fragmentos de carbonato

Tab. 4 - Composizione mineralogica e relative abbondanze dei campioni di roccia. *Composición mineralógica y abundancias relativas de las muestras de roca.*

Legenda/ leyenda:

+++ = molto abbondante *muy abundante*

- = assente *ausente*

++ = abbondante *abundante*

+ = presente *presente*

* = in tracce *en trazas*

Campione	Calcite	Aragonite	Quarzo	Gesso	Altro
1	+++	+	*	*	
4	+++	-	*	-	
8	+++	-	-	-	

esclusione del campione 8). Il gesso è stato riscontrato solamente nel campione 1.

Dal punto di vista petrografico i campioni sono rocce carbonatiche. I campioni 1 e 4 sono calcari fossiliferi con cemento carbonatico, si osserva la presenza di calcite con tessitura da sparitica a micritica, di frammenti di talli algali ed altri bioclasti. Mentre il campione 8 è un calcare fossilifero piuttosto compatto, la matrice è costituita da abbondante micrite, fine, a riempimento degli spazi intergranulari e intragranulari, il cemento è carbonatico. Sono prevalenti i granuli bioclastici, che hanno una granulometria medio-fine, mediamente di 200 µm.

en la mezcla. La temperatura de cocción de este ladrillo es baja, tal observación se deduce a partir de la presencia de fragmentos de carbonato perfectamente conservados. Una temperatura baja de cocción disminuye las prestaciones del ladrillo, de hecho, la muestra resulta fuertemente degradada.

Para el material de piedra natural, el análisis mineralógico reveló la presencia de calcita, aragonito y cuarzo (excluyendo la muestra 8). El yeso se ha encontrado solamente en la muestra 1.

Desde el punto de vista petrográfico, las muestras son rocas carbonatadas. Las muestras 1 y 4 son piedras calizas fosilíferas con cemento carbonatado, se observa la presencia de calcita con textura de esparítica a micrítica, de fragmentos de talos de algas y otros bioclastos. Mientras que la muestra 8 es una caliza fosilífera bastante compacta, la matriz está constituida por abundante micrítica, fina, que rellena los espacios intergranulares e intragranulares, el cemento es carbonatado. Predominan los gránulos bioclasticos, que tiene una granulometría media-fina, de 200 µm en promedio.



Prof. Arch. Giacomo Tempesta
DIDA - Università degli Studi di Firenze, DiaCon srl

Arch. Ph.D. Jacopo G. Vitale
DiaCon srl

Arch. Renato Spera
DiaCon srl

Apparati murari

Le strutture murarie del Convento sono realizzate principalmente in *tapial*, ovvero terra argillosa umida, compattata all'interno di una cassaforma di legno (detta appunto *tapia* o *tapial*) e fatta essiccare al sole. Avendo tale composizione, si evince quanto questi soffrano facilmente il contatto con l'acqua, causa principale di fessurazioni più o meno profonde, macchie dovute all'umidità, rigonfiamenti, distacco dell'intonaco e depositi superficiali di varia natura.

Le lesioni nei muri interni raramente sono passanti da parte a parte e hanno andamento soprattutto verticale e si trovano principalmente negli angoli, dove il passaggio di pluviali interni provoca rigonfiamenti dovuti sia alla corrosione del materiale che al libero flusso dell'acqua all'interno del paramento murario nei punti in cui ha ceduto il canale di deflusso. Talvolta possono essere provocate anche dall'incompatibilità materica e tecnologica generata dalle nuove pareti divisorie che non presentano una buona ammortatura. Particolare è il caso della torre campanaria, al cui interno era stato installato un ascensore meccanico e le vibrazioni da esso prodotte avevano causato la formazione di piccole lesioni nell'intonaco. Ad oggi è stato precauzionalmente puntellato con l'accesso riservato agli operai.

Gli apparati murari sono anche soggetti a molteplici infiltrazioni d'acqua. La loro permeabilità è determinata in prima battuta dal deterioramento del manto di copertura o dal malfunzionamento del sistema di deflusso delle acque meteoriche ma influisce anche l'orientamento geografico delle facciate che non consente un adeguato soleggiamento e

Aparatos de mampostería

Las estructuras de mampostería del convento están hechas principalmente de *tapial*, es decir, tierra arcillosa húmeda, compactada dentro de una caja de madera (conocida como *tapia* o *tapial*) y secada al sol. Teniendo esta composición, se puede comprobar la facilidad con la que sufren el contacto con el agua, causa principal de fisuras más o menos profundas, manchas de humedad, hinchazón, desprendimiento de yeso y depósitos superficiales de diversa naturaleza.

Las grietas en los muros internos raramente son transversales, sino son principalmente verticales y se encuentran con frecuencia en las esquinas, donde el paso de las bajadas de lluvia interiores provoca hinchamientos debidos tanto por la corrosión del material, así como al libre flujo de agua al interior del paramento del muro en los puntos en los cuales el drenaje ha colapsado. A veces pueden ser provocadas por la incompatibilidad material y tecnológica generada por los nuevos muros divisorios que no presentan un buen anclaje. Un caso particular es el campanario, en cuyo interior se había instalado un elevador mecánico y las vibraciones por el mismo provocada, habían generado pequeñas grietas en el yeso. Hoy en día se ha apuntalado con precaución con el acceso reservado a los trabajadores.

Los muros también están sujetos a múltiples infiltraciones de agua. La permeabilidad de los muros está determinada, en primer lugar, por el deterioro de la cubierta o por el mal funcionamiento del sistema de evacuación de aguas pluviales, pero también influye la orientación geográfica de las fachadas que no permite un adecuado asoleamiento

ventilazione. La presenza di umidità si manifesta attraverso alterazioni cromatiche o macchie (comunemente dette muffe), mentre, se l'acqua è permeata in quantità eccessive, si verificano rigonfiamenti o distacco dell'intonaco. Tali manifestazioni sono individuabili indistintamente nei muri interni, nei patii e nelle facciate, in modo particolare al piano primo e si concentrano principalmente nella parte sommitale delle murature ma possono interessare anche tutta l'altezza.

Le quattro facciate principali appaiono altrettanto deteriorate, a parte quelle su calle Cuba e calle Luz che sono state ristrutturate di recente. Di seguito analizzeremo le alterazioni visibili sui prospetti prospicienti calle Sol e calle Habana. Similmente ai muri interni, anche in questi due casi i degradi più consistenti sono dovuti alle infiltrazioni d'acqua, che provocano:

- Fessurazioni - appaiono nella parte sommitale delle facciate e vicino a porte e finestre, dovute anche ai movimenti differenziali nei muri (per la disgregazione del tapial), alla corrosione degli architravi in calcestruzzo armato (frutto del restauro degli anni '80), all'ossidazione e alla probabile rottura dei pluviali incassati;
- Alterazioni cromatiche superficiali - da distinguere quelle dovute alle infiltrazioni e quelle dovute all'accumulo di polveri e smog;
- Erosione dell'intonaco - l'incompatibilità materica, unita all'azione della pioggia, alla risalita d'acqua per capillarità e ai danni meccanici, sono le cause principali dell'erosione o peggio del distacco dell'intonaco (durante i lavori degli anni '80 sono stati utilizzati intonaci con cemento portland che mal si adattano alla tipologia muraria);
- Distacco dell'intonaco - frequente nei muri del terzo e quarto chiostro, si verifica anche per la mancanza di coesione tra i diversi elementi materici che compongono le murature;

y ventilación. La presencia de humedad se manifiesta a través de alteraciones cromáticas o manchas (comúnmente de moho), mientras, si el agua a permeado en cantidades excesivas, se verifican hinchazón o desprendimiento de la capa de yeso. Tales manifestaciones pueden reconocerse sin distinción alguna en los muros interiores, patios y fachadas, sobre todo en el primer piso, y se concentran principalmente en la parte superior del muro, aunque también pueden afectar a toda la altura.

Las cuatro fachadas principales se encuentran deterioradas, además de las de la calle Cuba y calle Luz que han sido restauradas recientemente. En seguida analizaremos los cambios en los alzados de las fachadas de calle Sol y calle Habana.

Al igual que en las paredes interiores, la degradación más consistente en estos dos casos se debe a las infiltraciones de agua, que provocan:

- Grietas - aparecen en la parte superior de las fachadas y cerca de las puertas y ventanas, debido también a los movimientos diferenciales de los muros (para la desintegración del tapial), a la corrosión de los arquivados de hormigón armado (fruto de la restauración de los años 80), a la oxidación y a la probable ruptura de los bajadas de lluvia empotrados;
- Alteraciones cromaticas de la superficie: hay que distinguir aquellas debidas a las infiltraciones de aquellas generadas por la acumulación de polvo y smog;
- Erosión del revoque - la incompatibilidad material, junto con la acción de la lluvia, la subida de agua por capilaridad y los daños mecánicos, son las causas principales de la erosión o, peor aún, del desprendimiento del revoque (durante los trabajos de los años 80 se utilizaron revoques de cemento Portland, que se adaptaron mal al tipo de mampostería);
- Desprendimiento de yeso - frecuente en los muros del tercer y cuarto claustro, se produce también por la falta de

- Presenza di vegetazione invasiva - rappresenta una seria minaccia per l'incolumità delle facciate a causa della grandezza delle radici che trovano spazio tra i muri di terra; emblematico è il caso dell'albero su calle Habana, ormai parte integrante del convento nella sostanza e nell'immaginario degli abitanti.

La più preoccupante e significativa è una lesione verticale all'angolo tra calle Sol e calle Cuba le cui cause possono essere diverse: cedimenti della fondazione, rottura di un pluviale interno che ha permesso la fuoriuscita di acqua nel muro e il conseguente distacco, l'eccessiva spinta del tetto che ha causato un'inclinazione della facciata su calle Cuba ed il possibile distacco dal muro ortogonale. Ma anche il crollo di una porzione muraria, ricostruita con materiali incompatibili e con una ammorsatura non adeguata che alle prime vibrazioni ne ha provocato una separazione, come anche le vibrazioni prodotte dal passaggio dei mezzi a motore. Probabilmente la lesione è stata causata da un insieme di cause riconducibile alle sopracitate. In una foto d'epoca è possibile apprezzare una vasta infiltrazione d'acqua nella parete causata proprio dalla rottura di un canale interno. Questa, forse aiutata dalla spinta del tetto e dalle vibrazioni prodotte lungo la strada hanno causato il crollo di parte della parete. Successivamente è stata risarcita, ne è testimone la differenza tra il materiale lapideo ed il calcestruzzo armato all'altezza del cornicione, un'errata progettazione degli interventi potrebbe quindi aver incentivato la riapertura della lesione.

Per quanto riguarda gli infissi, è possibile ammirare su tutte e quattro le facciate gli splendidi serramenti di porte e finestre realizzati tramite elementi torniti in legno nella classica colorazione azzurra, alcuni giunti a noi nella loro veste originale, altri sostituiti negli anni Ottanta. In generale, essi sono affetti dal marcimento del legno causato dalla perdita dello strato superficiale di pittura protettiva che lascia filtrare

cohesión entre varios elementos matéricos que componen al muro;

- Presencia de vegetación nociva invasora - representa una amenaza seria para la seguridad de las fachadas debido al tamaño de las raíces que encuentran espacio entre los muros de tierra; emblemático es el caso del árbol sobre la calle Habana, ahora parte integrante del convento en el fondo y en el imaginario de los habitantes.

La más preocupante y significativa es una lesión vertical en la esquina de las calles Sol y Cuba, cuyas causas pueden ser diversas: hundimiento de la cimentación, rotura de una bajante interna que ha permitido la filtración de agua al muro y el consiguiente desprendimiento, el excesivo empuje de la cubierta que ha causado una inclinación de la fachada sobre la calle Cuba y el posible desprendimiento del muro ortogonal. Pero también el derrumbe de una porción del muro, reconstruida con materiales incompatibles y con un anclaje inadecuado que con las primeras vibraciones ha provocado que se separe, como también las vibraciones producidas por el paso de medios motorizados.

Probablemente la lesión fue causada por una combinación de causas antes mencionadas. En una foto de la época es posible apreciar una vasta infiltración de agua en la pared causada por la rotura del bajante interno. Ésta, quizás ayudada por el empuje del techo y de las vibraciones producidas a lo largo de la calle, ha causado el derrumbe de una parte del muro. Sucesivamente fue reparado, lo demuestra la diferencia entre el material pétreo y el hormigón armado a la altura de la cornisa; por lo que una intervención con una proyección errada podría haber incentivado a que la lesión se reabriera.

En cuanto a los marcos de los vanos, es posible admirar en cada una de las cuatro fachadas, los esplendidos cerramientos de puertas y ventanas realizados con elementos de madera torneado en el clásico color azul, algunos de los cuales



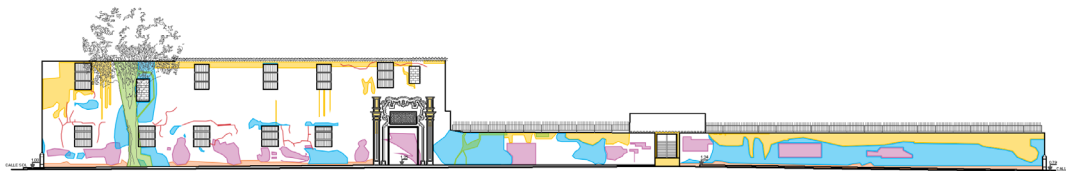
CALLE SOL



CALLE LUZ



CALLE CUBA



CALLE HABANA

Legenda:

- Degradati:
- Macchie di umidità per scorrimento
 - Macchie di umidità da risalita per capillarità
 - Depositi superficiali
 - Erosione e distacco dell'intonaco
 - Vegetazione invasiva
 - Fessurazioni verticali

Legenda:

- Degradaciones:
- Manchas de humedad por deslizamiento
 - Manchas de humedad por capilaridad
 - Depósitos superficiales
 - Erosión y desprendimiento del yeso
 - Vegetación invasora
 - Grietas verticales

Mappatura dei degradi presenti sulle facciate
Mapeo de la degradación en las fachadas

acqua ed altri agenti erosivi. Non meno frequenti sono gli atti vandalici che si verificano su questi elementi e ne causano la perdita permanente.

han conservado su estado original, otros sustituidos en los años 80. En general, estos son afectados por la pudredumbre de la madera, causada por la pérdida de la capa superficial de pintura protectora que deja que se filtre agua y otros agentes erosivos. No menos frecuentes son los actos de vandalismo sobre estos elementos y que provocan la pérdida permanente.

Strutture verticali lignee

Le strutture verticali lignee, di cui sono composte le gallerie interne ai patii del I e del II chiostro, presentano diverse problematiche riconducibili a una serie di cause che ne inficiano le caratteristiche di resistenza. Tra le principali vi sono: la presenza di umidità, dovuta alle infiltrazioni d'acqua, che comporta la deformazione, la putrefazione e la rottura dei singoli elementi; l'attacco da parte di funghi, che interessa il pilastro alla base e ne provoca la marcescenza, e di agenti xilofagi, che scavano gallerie interne agli elementi causando la riduzione della sezione resistente; il peso eccessivo del solaio e della copertura che grava sugli esili pilastri.

I pilastri in legno appaiono, infatti, molto snelli rispetto ai carichi che devono sostenere. Allo stato attuale, tutti i collegamenti tra i diversi elementi sono realizzati mediante giunti, più o meno elaborati, con diverse caratteristiche di resistenza. I già citati giunti "a saetta" e "a dardo di Giove", nonostante la pregevole fattura, subiscono anch'essi gli effetti provocati dall'azione delle intemperie e del peso eccessivo delle strutture orizzontali. Su di essi gravano dei pacchetti di solaio eccessivamente pesanti che sollecitano costantemente i pilastri fino a causarne la deformazione, trascurabile sui pilastri del I chiostro, più significativa su quelli del secondo. Dal punto di vista strutturale, il sistema pilastro-trave-pilastro si può ricondurre a un semplice portale. Soltanto nel I chiostro tale sistema è coadiuvato da saette di controventamento che, difatti, conferiscono alla galleria uno stato di conservazione migliore rispetto al II chiostro. Le strutture orizzontali invece, hanno un comportamento monodimensionale (non "a piastra") che va a insistere quindi su elementi singoli, piuttosto che collaborare e dividere i carichi su tutta la struttura.

Inserendo gli impalcati descritti, con le caratteristiche proprie, in un programma di calcolo otteniamo risultati in linea con quanto detto. In particolare, nel I chiostro il solaio

Estructuras verticales de madera

Las estructuras verticales de madera, de las que están compuestas las galerías en el interior de los patios del primer y segundo claustro, presentan diversas problemáticas reconducibles a una serie de causas que afectan sus características de resistencia. Entre las principales se encuentran: la presencia de humedad, debido a la filtración de agua, que provoca la deformación, la putrefacción y la rotura de los elementos individuales; el ataque por parte de los hongos, que afecta la base y que provoca su putrefacción, y de agentes xilófagos, que excavan orificios en el interior de los elementos causando la reducción de la sección resistente, el peso excesivo de la losa y de la cubierta que se asienta sobre los esbeltos pilares.

Los pilares de madera se perciben, de hecho, muy delgados para la carga que tienen que soportar. En el estado actual, todas las conexiones entre los diferentes elementos están realizadas mediante juntas, más o menos elaborada, con diversas características de resistencia. Las ya citadas uniones de "rayo" y "de dardo de Júpiter", a pesar de su buena elaboración, también sufren los efectos provocados por las acciones de la intemperie y del peso excesivo de las estructuras horizontales. Sobre los mismos se apoyan las losas excesivamente pesadas que tensionan los pilares hasta deformarlos, sin notarse mucho en los pilares del primer claustro, pero siendo más significativo en los del segundo.

Desde el punto de vista estructural, el sistema pilar-viga-pilar se puede reconducir a un simple pórtico. Sólo en el primer claustro dicho sistema está asistido por vigas de refuerzo que, de hecho, confieren a la galería un mejor estado de conservación respecto al segundo claustro. Las estructuras horizontales, en cambio, tiene un comportamiento unidimensional (no de "placa") que va a insistir en elementos individuales, en lugar de colaborar y distribuir las cargas sobre toda la estructura.

non grava tanto sulle strutture sottostanti (colonne in pietra e archi in laterizio) quanto sulla struttura propria (travi monodirezionali e tavolato); al primo piano i pilastri sono più sollecitati dal peso e dalla spinta del tetto e presentano deformazioni maggiori. Eseguendo una analisi agli Stati Limite di Esercizio, infatti, otteniamo dei valori massimi delle deformazioni di circa 0,15 cm, mentre, effettuando una analisi agli Stati Limite Ultimi, abbiamo dei valori massimi delle tensioni che oscillano intorno ai 21-25 Kg/cm².

Più significativi i risultati ottenuti sul secondo chiostro, dove le deformazioni agli SLE toccano massimi di 0,98 cm, mentre le tensioni si aggirano intorno ai 104-107 Kg/cm².

In tutti i casi la condizione di carico prevede i soli carichi accidentali verticali, oltre al peso proprio delle strutture.

Ipotesi di consolidamento su patii

La galleria del primo Chiostro mostra una possente struttura al piano terra, realizzata con colonne tuscaniche e archi in laterizio sulla quale poggia un solaio a singola orditura realizzato con travi e tavolato in legno e un alto massetto in terra. Al piano primo le colonne lasciano il posto ai pilastri in legno che poggiano su basi in calcestruzzo e culminano in capitelli sagomati i quali sono coadiuvati nel loro compito da saette che sorreggono la trave longitudinale. Il pacchetto del tetto è composto da travi e tavolato in legno, un foglio di guaina impermeabilizzante e un massetto di terra e inerti su cui sono fissati i coppi. Le colonne (48 totali) e gli archi (12 per lato, più 2 contrafforti per ogni angolo, per un totale di 56) sono ancora quelli originali.

La struttura del solaio interpiano è costituita da travi in legno (15x15 cm), connesse tra loro da dormienti ben visibili sia in cima ai muri in *tapial* che all'altra estremità, al di sopra degli archi. Quella che sembrerebbe un'orditura secondaria è costituita dalle *tapajuntas* (coprigiunti) che in realtà non hanno funzione strutturale ma solo estetica in quanto coprono i giunti tra il tavolato di spessore 3 cm, che corre in direzione

Introducendo le cubiertas descritte, con sus características propias, en un programa de cálculo obtenemos resultados de acuerdo con lo dicho. En particular, en el primer claustro la azotea no impacta tanto sobre las estructuras subyacentes (columnas de piedra y arcos de ladrillo) como sobre su propia estructura (vigas unidireccionales y entarimado); en el primer piso los pilares tienen que soportar más peso y el empuje del techo y presentan deformaciones mayores. Realizando un análisis a los Estados Límite Operativos, de hecho, obtenemos valores máximos de las deformaciones de alrededor de 0.15 cm, mientras, efectuando un análisis en los Estados Límite Últimos, se obtienen valores máximos de las tensiones que oscilan entre 21-25 kg/cm².

Más significativos son los resultados obtenidos en el segundo claustro, donde las deformaciones de los Estados Límite Operativos alcanzan un máximo de 0.98 cm, mientras las tensiones se sitúan alrededor de 104-107kg/cm².

En todos los casos, la condición de carga incluye sólo las cargas accidentales verticales, además del peso propio de las estructuras.

Hipótesis de consolidación en los patios

La galería del primer claustro muestra una poderosa estructura en la planta baja, construida con columnas toscanas y arcos de ladrillo, sobre la que descansa un techo de una sola viga de madera y tablones y un alto solado de tierra. En el primer piso, las columnas dan paso a pilares de madera que descansan sobre bases de hormigón y culminan en capiteles perfilados que son asistidos en su tarea por velas que sostienen la viga longitudinal. El paquete de la cubierta consta de vigas y tablones de madera, una lámina de revestimiento impermeable y una solera de tierra y áridos sobre la que se fijan las tejas. Las columnas (48 en total) y los arcos (12 en cada lado, más 2 contrafuertes en cada esquina, para un total de 56) siguen siendo los originales.

La estructura del piso intermedio está formada por vigas de

opposta alle travi. Appena sopra al tavolato vi è un massetto di spessore 40 cm realizzato in terra, il cui peso eccessivo grava sulla struttura sottostante. A completamento vi è il piano di calpestio, formato da piastrelle in cotto di 2 cm, frutto di un restauro degli anni '80, come anche molti elementi lignei, reso necessario in seguito al passaggio di un uragano.

Anche i pilastri lignei del piano superiore con sezione 16x16 cm sono stati sostituiti e poggiano su cubi in cls che hanno inglobato le basi originarie in pietra. Le travi che poggiano su di essi sono tenute insieme da giunti detti a “dardo di Giove” e sorrette da saette diagonali. Il “dardo di Giove”, rispetto alla “saetta semplice”, offre la massima resistenza agli sforzi di flessione e di taglio, una migliore resistenza a compressione e a torsione ed è efficace anche contro gli sforzi di trazione. Le saette, sebbene si innestino direttamente sulla trave senza la mediazione di un elemento orizzontale, contribuiscono ad aumentare la resistenza a flessione e a taglio della trave stessa.

Le coperture rappresentano la parte più danneggiata tra quelle analizzate finora. Le travi di sezione 16x8 cm ed il tavolato di spessore 3 cm sono realizzati in legno e sostengono un foglio di guaina impermeabilizzante e il massetto di spessore 10 cm su cui poggiano i coppi in laterizio.

La galleria del secondo chiostro presenta una struttura completamente lignea, meno resistente rispetto alla precedente con colonne ed archi, infatti, come vedremo, mostra deformazioni e tensioni maggiori.

I pilastri in legno a sezione ottagonale del primo livello $\varphi=22$ cm sono staccati da terra tramite un basamento in mattoni e cls. Il solaio interpiano è composto da travi di sezione 10x19 cm, e 13x19 cm nel caso siano state sostituite e tavolato spessore 3 cm, un massetto di 11 cm che ingloba dei mattoni pieni di laterizio, uno strato di piastrelle in cotto, e ancora un massetto di pendenza e un secondo strato di finitura in cotto. I pilastri del piano superiore mostrano una sezione ottagonale di dimensioni inferiori $\varphi=15$ cm e non presentano un

madera (15x15 cm), unidas entre sí por traviesas claramente visibles tanto en la parte superior de los muros de tapial como en el otro extremo, sobre los arcos. Lo que parece ser un marco secundario consiste en las tapajuntas, que en realidad no tienen una función estructural, sino sólo estética, ya que cubren las juntas entre los tablones de 3 cm de grosor, que van en sentido contrario a las vigas. Justo por encima del entarimado hay una solera de 40 cm de espesor hecha de tierra, cuyo peso excesivo pesa sobre la estructura subyacente. Completan el pavimento, formado por baldosas de terracota de 2 cm de grosor, fruto de una restauración de los años 80, así como numerosos elementos de madera, necesarios tras el paso de un huracán.

También se han sustituido los pilares de madera de la planta superior, de sección 16x16 cm, que descansan sobre cubos de hormigón que han incorporado las bases de piedra originales. Las vigas que se apoyan en ellas se mantienen unidas por las juntas denominadas “dardo de Júpiter” y se apoyan en tirantes diagonales. El “dardo Júpiter”, a diferencia del “simple rayo”, ofrece la máxima resistencia a los esfuerzos de flexión y cizallamiento, una mejor resistencia a la compresión y a la torsión y también es eficaz contra los esfuerzos de tracción. Aunque los rayos se enganchan directamente en la viga sin la mediación de un elemento horizontal, contribuyen a aumentar la resistencia a la flexión y al corte de la propia viga.

Los tejados representan la parte más dañada de las analizadas hasta ahora. Las vigas de sección 16x8 cm y el entarimado de 3 cm de espesor son de madera y soportan una lámina de revestimiento impermeabilizante y la solera de 10 cm de espesor sobre la que descansan las tejas de ladrillo.

La galería del segundo claustro presenta una estructura completamente de madera, menos resistente que la anterior con columnas y arcos, de hecho, como veremos, presenta mayores deformaciones y tensiones.

Los pilares octogonales de madera del primer nivel $\varphi=22$ cm

basamento. Le travi sono connesse tramite dei giunti a “saetta semplice”, paralleli all’asse della trave, che offrono un’ottima resistenza agli sforzi di compressione e di taglio, una buona resistenza a flessione e torsione, ma sono inefficaci contro gli sforzi di trazione.

La copertura, infine, presenta travi di sezione 8x16 cm con tavolato di spessore 3 cm in legno, con una guaina impermeabilizzante, un massetto di circa 11 cm su cui insistono i coppi di finitura.

Da segnalare inoltre la presenza nel II chiostro di un esempio di parete controventata con membrature in legno, riscontrabile in numerose architetture europee del tempo, che lascia ipotizzare la partecipazione di maestri spagnoli o portoghesi al cantiere del convento, i quali forse erano preoccupati di possibili eventi sismici nell’isola, che poi abbiamo visto essere molto rari. Questa sottostruttura in legno potrebbe essere giustificata anche come sistema di livellamento per compattare la terra durante la costruzione del muro, ma non si spiegherebbero gli elementi diagonali. Nel III chiostro sono presenti, invece, murature a composizione mista costituite da pietre grezze, mattoni e terra, posati senza un ordine preciso, che sorreggono orizzontamenti in calcestruzzo armato, come bene si può dedurre dai ferri a vista. A riprova di quanto detto finora, vengono mostrati i risultati delle analisi sui modelli strutturali effettuate tramite il programma di calcolo Straus7, frutto di una discretizzazione più affidabile possibile della realtà. Le analisi condotte riguardano le verifiche agli Stati Limite di Esercizio e agli Stati Limite Ultimi, effettuate per ognuno dei due patii, sia allo stato di fatto sia allo stato di progetto, considerando carichi accidentali di 200 kg/m² per il solaio interpiano e di 50 kg/m² per le coperture (non accessibili).

Patio I, Stato di Fatto:

l’analisi agli SLE fornisce la misura delle deformazioni, inferiori al centimetro in ogni direzione grazie all’azione resistente di archi e colonne; la massima deformazione si legge

están separados del suelo por una cimentación de ladrillo y hormigón. El piso intermedio está compuesto por vigas de 10x19 cm de sección, y de 13x19 cm si se han sustituido, y por un entarimado de 3 cm de grosor, una solera de 11 cm que incorpora ladrillos macizos, una capa de baldosas de terracota, y de nuevo una solera inclinada y una segunda capa de acabado de terracota.

Los pilares del piso superior presentan una sección octogonal menor $\varphi=15$ cm y no tienen base. Las vigas están conectadas por medio de juntas de “rayo simple”, paralelas al eje de la viga, que ofrecen una excelente resistencia a los esfuerzos de compresión y de cizallamiento, una buena resistencia a la flexión y a la torsión, pero son ineficaces contra los esfuerzos de tracción.

Por último, la cubierta cuenta con vigas de sección 8x16 cm con tablones de madera de 3 cm de grosor, un revestimiento de impermeabilización y una solera de aproximadamente 11 cm sobre la que se colocan las tejas de acabado.

Cabe destacar también la presencia en el segundo claustro de un ejemplo de muro arriostrado con barras de madera, que se encuentra en numerosas arquitecturas europeas de la época, lo que sugiere la participación de maestros españoles o portugueses en la obra del convento, preocupados tal vez por posibles eventos sísmicos en la isla, que, según hemos visto después, eran muy raros. Esta subestructura de madera también podría justificarse como un sistema de nivelación para compactar la tierra durante la construcción del muro, pero esto no explicaría los elementos diagonales. En el tercer claustro, en cambio, hay muros con una composición mixta formada por piedras toscas, ladrillos y tierra, colocados sin un orden preciso, que soportan horizontalizaciones de hormigón armado, como se deduce claramente de los hierros expuestos.

Como prueba de lo dicho hasta ahora, se muestran los resultados de los análisis de modelos estructurales realizados con el programa de cálculo Straus7, producto de una

nella mezzeria delle travi di copertura e ha valore 0,15 cm; l'analisi agli SLU fornisce la misura delle tensioni e mostra valori limite all'estremità inferiore dei pilastri centrali e nella mezzeria delle travi di copertura, con valori (rispettivamente) 25,5 kg/cm² e 21,2 kg/cm².

Tali analisi confermano, inoltre, le sollecitazioni poco rilevanti su archi e colonne.

Patio I, Stato di Progetto:

analisi SLE, le deformazioni sono ridotte, con massimi di 0,097 cm;

analisi SLU, le tensioni sono ridotte, con massimi di 18,5 kg/cm² e 17,6 kg/cm².

Con le soluzioni proposte diminuiscono anche gli sforzi, seppur bassi, su archi e colonne.

Patio II, Stato di Fatto:

l'analisi agli SLE denuncia spostamenti maggiori rispetto al caso precedente, vicini al centimetro, con valore massimo 0,98 cm nella mezzeria del solaio interpiano e circa 0,93 nella mezzeria delle travi di copertura;

l'analisi agli SLU mostra valori di tensioni molto superiori ai precedenti, con valori limite di 106,9 kg/cm² all'estremità inferiore dei pilastri centrali e 104,1 kg/cm² nella mezzeria delle travi del solaio interpiano.

Tale incremento dei valori si spiega con la mancanza di colonne e archi ed è dovuto al comportamento non solidale del solaio e all'eccessivo peso proprio.

Patio II, Stato di Progetto:

analisi agli SLE, le deformazioni sono ridotte, con valore massimo 0,35 cm;

analisi agli SLU, le tensioni sono ridotte, con massimi di 45,1 kg/cm² alla base dei pilastri centrali e 51,4 kg/cm² alla mezzeria delle travi del solaio interpiano.

La presenza delle biette garantisce un comportamento solidale che, insieme alla nuova tecnologia del pacchetto del solaio, garantisce spostamenti inferiori del 60% e tensioni ridotte di più del 50%.

discretización de la realidad lo más fiable posible. Los análisis realizados se refieren a las verificaciones en los Estados Límite de Trabajo (ELT) y en los Estados Límite Finales (ELF), realizadas para cada uno de los dos patios, tanto en el estado real como en el estado de diseño, considerando cargas accidentales de 200 kg/m² para el piso intermedio y de 50 kg/m² para los techos (no accesibles).

Patio I, Estado de hecho:

El análisis ELT permite medir las deformaciones, que son inferiores a un centímetro en cada dirección debido a la acción resistente de los arcos y los pilares; la deformación máxima se lee en el centro de las vigas del techo y tiene un valor de 0.15 cm;

El análisis ELF proporciona mediciones de tensión y muestra valores límite en el extremo inferior de los pilares centrales y en el centro de las vigas de la cubierta, con valores (respectivamente) de 25.5 kg/cm² y 21.2 kg/cm².

Estos análisis también confirman las bajas tensiones en arcos y columnas.

Patio I, Estado del diseño:

En el análisis ELT, las deformaciones son pequeñas, con un máximo de 0.097 cm;

En los análisis ELF, las tensiones son reducidas, con máximos de 18.5 kg/cm² y 17.6 kg/cm².

Las soluciones propuestas también reducen la tensión, aunque baja, en arcos y columnas.

Patio II, Estado de hecho:

el análisis ELT reporta desplazamientos mayores que en el caso anterior, cercanos al centímetro, con un valor máximo de 0.98 cm en el eje del piso intermedio y aproximadamente 0.93 en el eje de las vigas del techo;

El análisis ELF muestra valores de tensión mucho más elevados que los anteriores, con valores límite de 106.9 kg/cm² en el extremo inferior de los pilares centrales y 104.1 kg/cm² en el centro de las vigas del entresuelo.

Este aumento de los valores se explica por la ausencia de

Riepilogando, grazie agli interventi elencati, si dovrebbe ridurre sensibilmente le sollecitazioni sulle strutture (peso proprio: I chiostro -79,7%; II chiostro -49%), ridurre lo spessore dei solai (I chiostro -55%; II chiostro -29,8%) e aumentarne le caratteristiche di resistenza, in maniera tale da contenere le deformazioni (I chiostro -35,3%; II chiostro -64,3%) e le tensioni (I chiostro -27,4%; II chiostro -51,9%). Inoltre, la scelta dei materiali è stata guidata dall'esigenza di reperibilità in loco o facilità di importazione, oltre che dal rispetto dei criteri di sostenibilità ambientale. In questo senso, l'utilizzo di materiali naturali quali il legno tropicale, presente in grande quantità sul territorio, le malte idrauliche di calci naturali, prodotte in situ e di ottima qualità dagli operai, e la stessa fibra di basalto, preferibile alle fibre sintetiche, garantisce il minimo impatto ambientale e facilità di riciclo o smaltimento a fine ciclo di vita.

Sistema di smaltimento e regimazione delle acque piovane

Il Convento ha avuto da sempre un rapporto speciale con l'acqua.

Nel Plano de Valero del 1624, quattordici anni prima della posa della prima pietra, compaiono per la prima volta il luogo scelto per la costruzione, una pianta di progetto per il convento e una stima dei costi. Se la pianta verrà modificata nel tempo e i costi eccederanno quelle che erano le stime iniziali, questo piano è importante proprio per la scelta del luogo che sarà quello di effettiva costruzione, ovvero a ridosso di un ramo della Zanja Real, l'acquedotto che ha servito L'Avana dal 1591 al 1835.

Collegata alla Zanja Real vi era la Fuente de la Samaritana, da cui l'acqua sgorgava un tempo e che costituisce oggi la più antica tra le fonti d'acqua pubbliche ancora conservate a Cuba. A metà del XVIII secolo, con l'espansione del convento e l'aumento del numero di clarisse, il fabbisogno d'acqua crebbe e fu costruito l'Aljibe, ovvero una cisterna

columnas y arcos y se debe al comportamiento no consolidado de la losa y al excesivo peso propio.

Patio II, Estado del proyecto:

En el análisis en ELT, las deformaciones son pequeñas, con un valor máximo de 0.35 cm;

En el análisis ELF, las tensiones son bajas, con máximos de 45.1 kg/cm² en la base de los pilares centrales y de 51.4 kg/cm² en el centro de las vigas de la losa intermedia.

La presencia de las bielas garantiza un comportamiento integral que, junto con la nueva tecnología del paquete de losas, garantiza un 60% menos de desplazamientos y más de un 50% menos de tensiones.

En resumen, las intervenciones enumeradas deberían reducir significativamente las tensiones de las estructuras (peso propio: claustro I -79.7%; claustro II -49%), reducir el grosor de los forjados (claustro I -55%; claustro II -29.8%) y aumentar sus características de resistencia, para contener las deformaciones (claustro I -35.3%; claustro II -64.3%) y las tensiones (claustro I -27.4%; claustro II -51.9%).

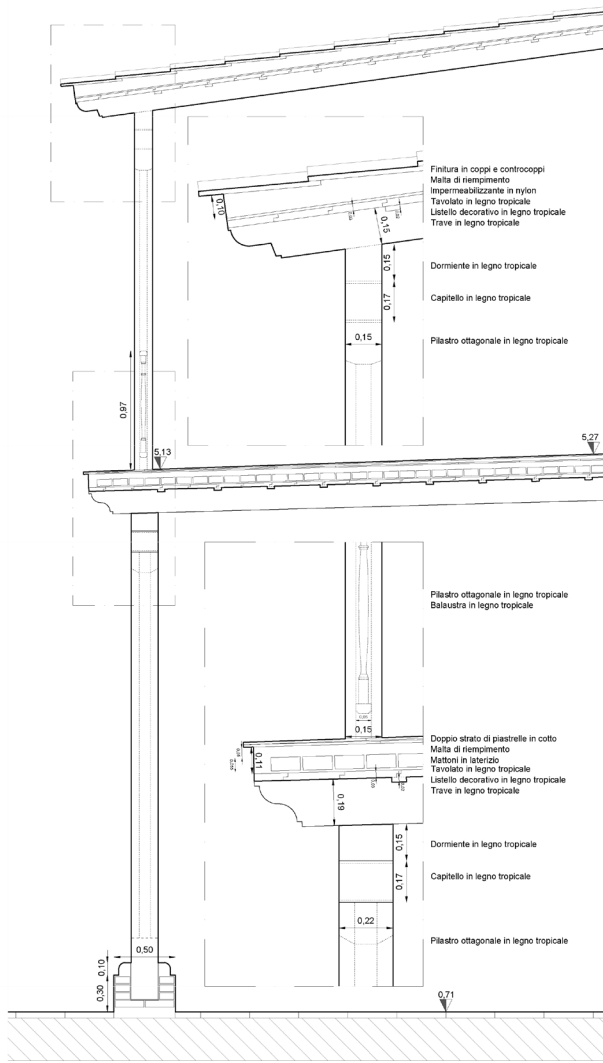
Además, la elección de los materiales se guió por la necesidad de disponibilidad local o facilidad de importación, así como por el cumplimiento de criterios de sostenibilidad medioambiental. En este sentido, el uso de materiales naturales como la madera tropical, presente en grandes cantidades en la zona, los morteros hidráulicos de cal natural, producidos in situ y de excelente calidad por los trabajadores, y la propia fibra de basalto, preferible a las fibras sintéticas, garantiza un mínimo impacto ambiental y la facilidad de reciclaje o eliminación al final de su ciclo de vida.

Sistema de evacuación y regulación de aguas pluviales

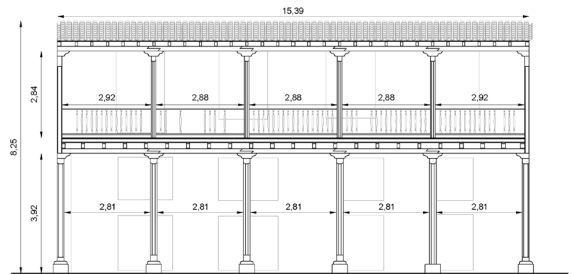
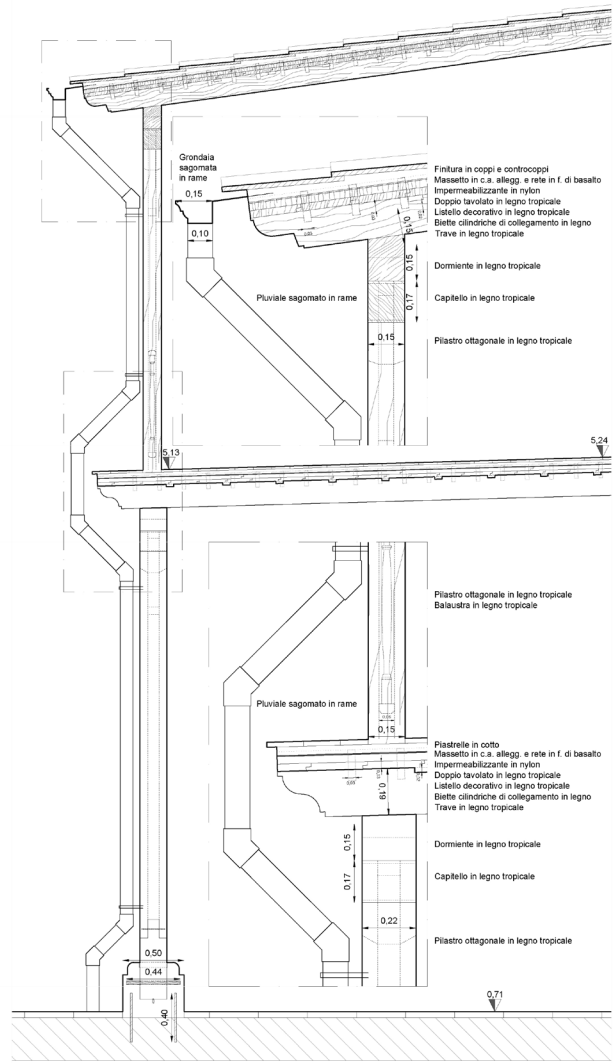
El convento siempre ha tenido una relación especial con el agua.

En el Plano de Valero de 1624, catorce años antes de la colocación de la primera piedra, aparecen por primera vez el

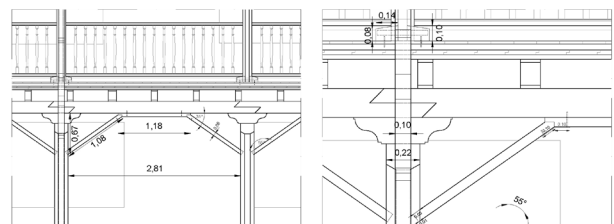
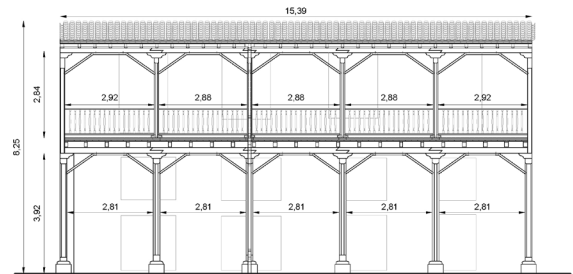
Il Chiostro Sdf



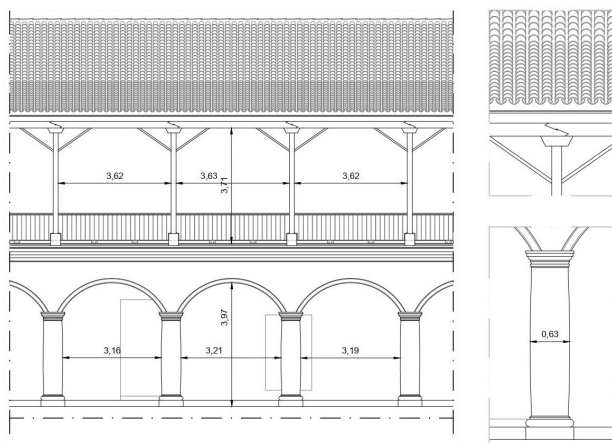
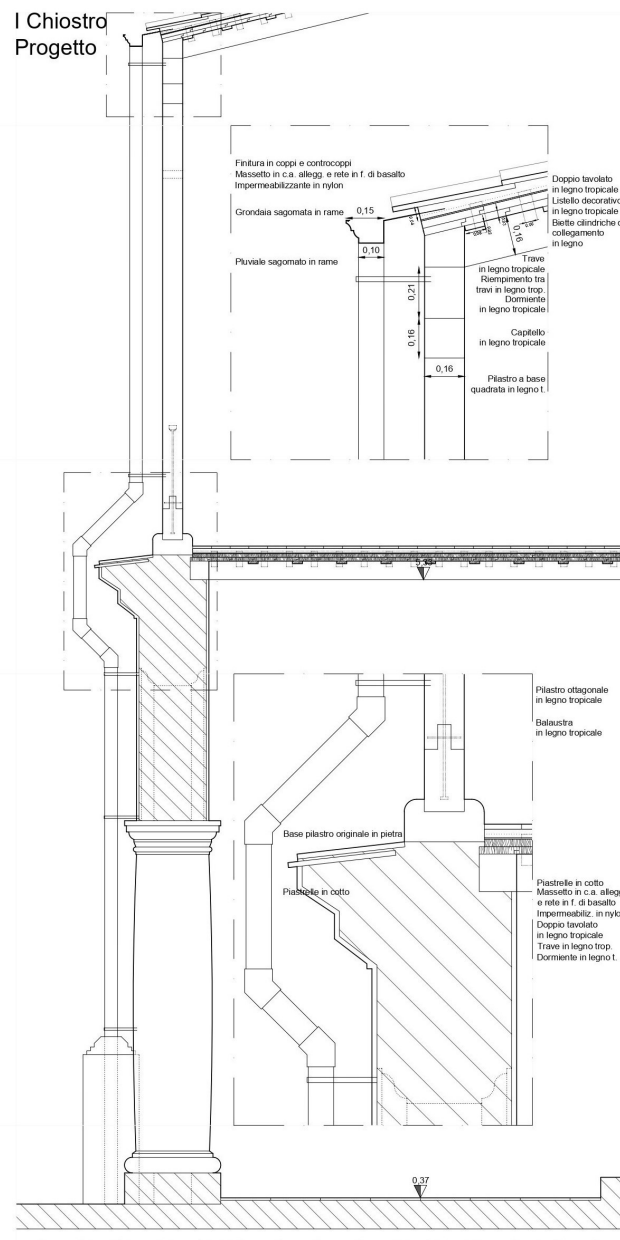
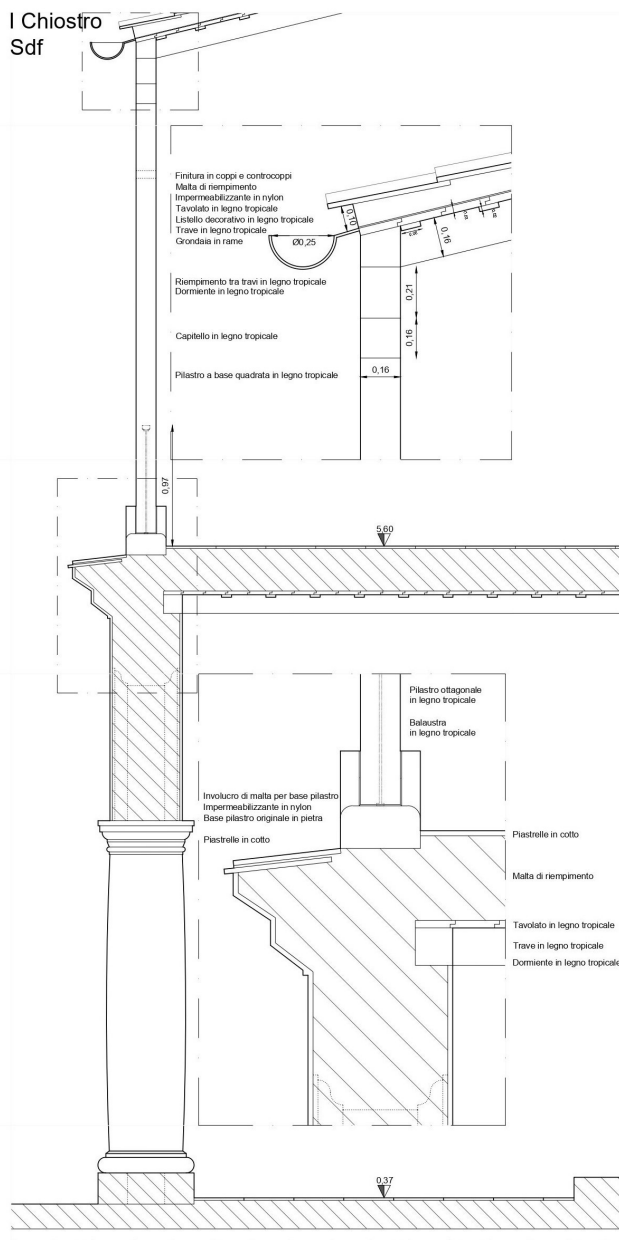
Il Chiostro Progetto



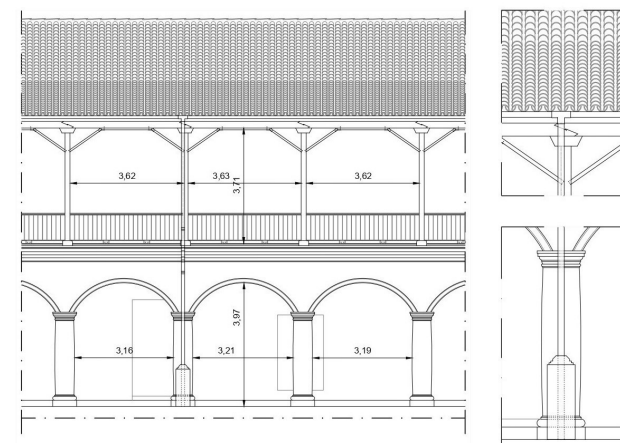
I pilastri angolari hanno una sez. diversa dagli altri: quadrata con angoli smussati i primi, ottagonale i secondi. Lo spessore resta invariato di 22cm al primo impalcato e 15cm al secondo.



Particolari
tecnologici
I Chiostro
Detalles
tecnológicos
I Claustro

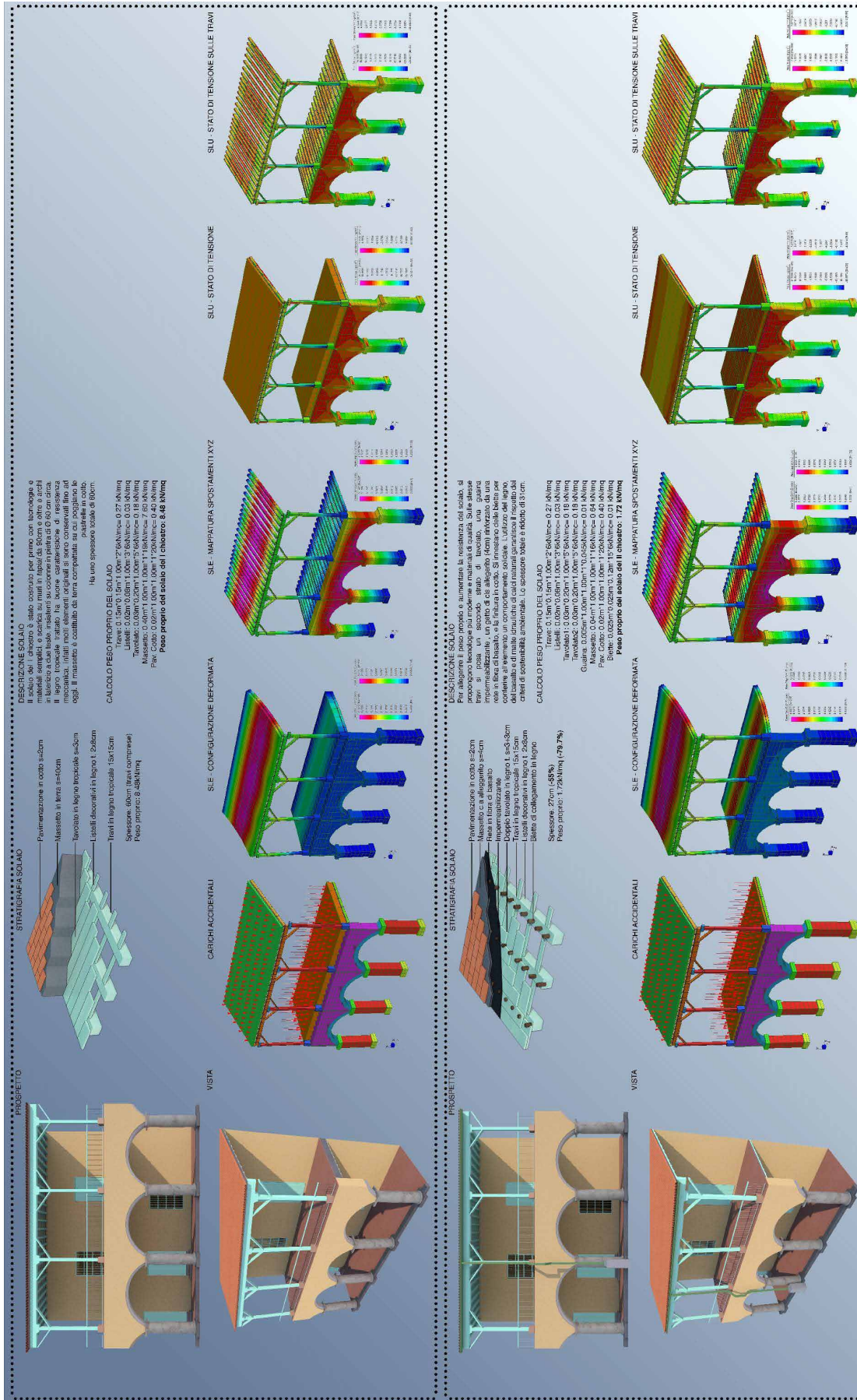


Solai, rialzati, cambio dormiente (15 -> 10 cm) per cambiare tutte le travi/pilastri. Giunto a sassetta resta.
Incavallatura, sassetta s. 5cm e l. ca 1m, nel pilastro di 14cm, staffe angolari fissano sassetta e elemento orizz., ancorato al dormiente con viti filettate.
Basi pilastri: 1°imp: finta pietra di malta e inerti di coccio riciclati, ancorate con tirafondi 40cm e f16 disposti a triangolo eq. con la base verso l'interno, con fori inclinati per arriaggiare e far defluire l'acqua e un foro per una biella f30 che fissa il pilastro; 2°imp: regoli sagomati stesso spessore del pilastro, con 2 tirafondi f16 negli angoli, e chiave f30 che fissa il pilastro; 3°imp: se basi già presenti -> prima tipologia, se mancano -> seconda.
Protesi pilastri: lamiatura e catenatura a perno, sostituzione per scivoiamento e fissaggio con biella.
Giunto: il giunto a "dardo di Giove" garantisce la migliore resistenza meccanica a trazione, flessione, torsione, fessione e taglio. La "chiave" ovvero i due curve infilati nello spazio tra i due monconi, migliorano la trave in protezione migliorandone le prestazioni.



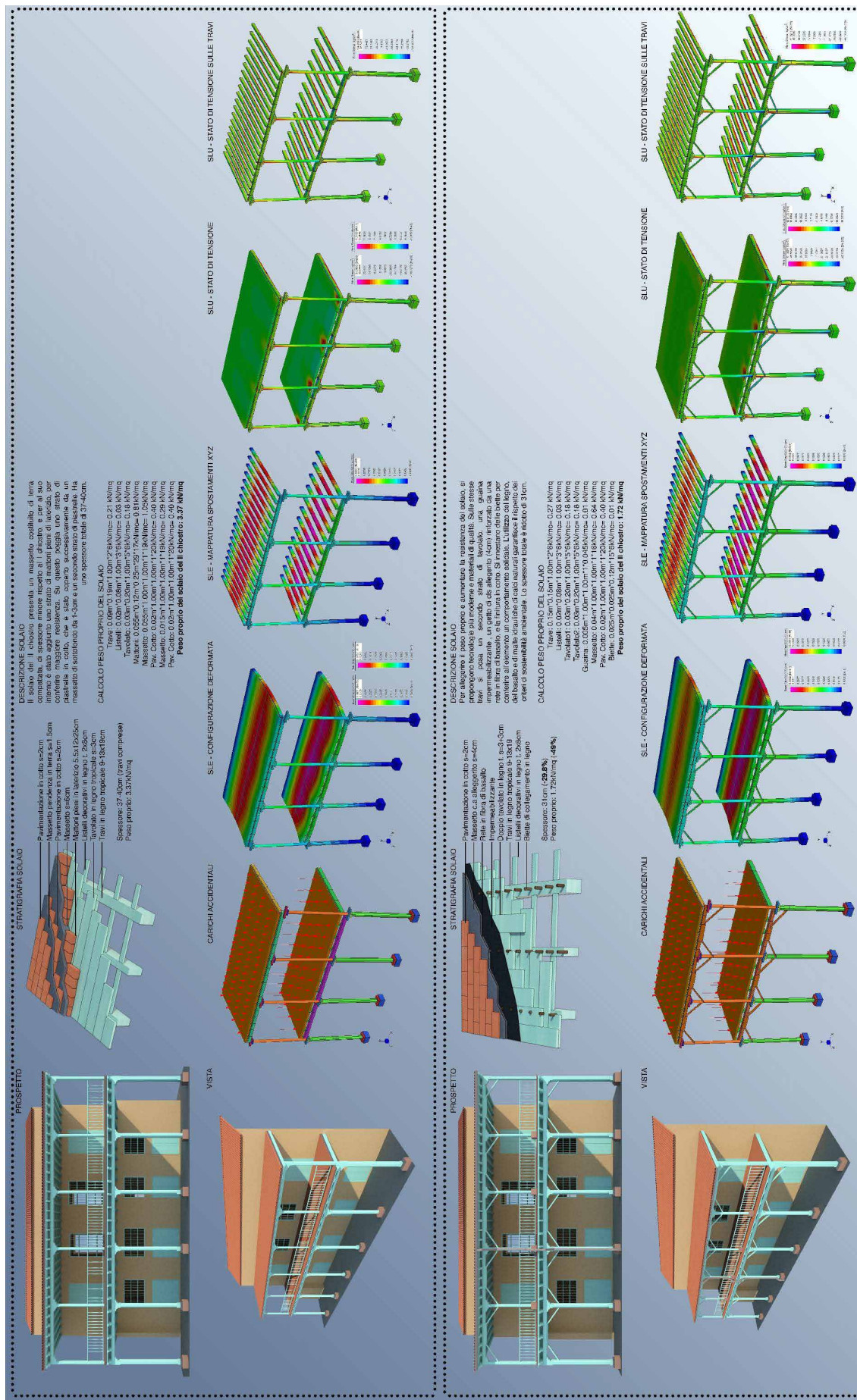
Colonne: Costruite in pietra, rocci o monolite, come giustifica il cambiamento di sezione, difficilmente attuabile con i conc. Sono di ordine tuscanico e poggiano su un cordolo in cls che circonda il chiostro.
Archi: A tutto sesto (?) sono costruiti in laterizio, stavolta in mattoni (non conc), a due teste e si ripetono per tre volte, come testimoniato dagli archi ancora in piedi del terzo chiostro, si può ipotizzare la stessa tecnica costruttiva.
Basi pilastri: 2°imp: togliere cubotto cls e lasciare solo pietra o sostituirla dove rovinata OPPURE adottare soluzione "1°imp - il chiostro".
Protesi pilastri, uguale al chiostro.
Incavallatura, sostituire tutto il sistema e farlo uguale al II chiostro.

Collettori: Della tipologia più semplice e meno elaborata che ritroviamo nel primo chiostro, possono essere facilmente replicati e collocati nei 4 angoli e sui 4 lati del chiostro per convogliare le acque meteoriche nelle cisterne di raccolta.



Analisi strutturale degli elementi analizzati
 Análisis estructural de los elementos analizados

Analisi strutturale
degli elementi
analizzati
*Análisis estructural
de los elementos
analizados*



interrata in cui confluivano le acque meteoriche, grazie all'azione dei collettori (ancora visibili nel I chiostro) che raccoglievano l'acqua dai canali di scolo e la convogliavano, filtrandola, verso la cisterna. Si racconta che un'altra cisterna fosse situata nella huerta e all'interno del convento fossero stati scavati cinque pozzi ulteriori. Ancora, gli altri elementi interni al I chiostro, quali i bagni, la lavanderia e le vasche esterne, sono caratterizzati da una forte dipendenza con l'elemento acqua.

Sappiamo anche, però, che l'acqua può costituire la causa di diverse problematiche. Ad esempio, le frequenti inondazioni provocate dalle piene della Zanja Real durante la stagione delle piogge, avevano determinato il crollo del muro perimetrale del vicino matadero e, per evitare danni ai muri in tapial del convento, si decise di chiudere il ramo della Zanja che passava dalla adiacente calle Sol ed effettuare una diramazione a monte. Senza andare troppo indietro nel tempo, le condizioni attuali in cui versa il complesso edilizio sono causate principalmente dall'azione dell'acqua e dalla mancata gestione di essa.

Uno dei focus della proposta progettuale è proprio quello di ristabilire il fil rouge tra il Convento de Santa Clara e l'elemento acqua. Proposta che prevede la raccolta, il recupero e la gestione delle acque meteoriche attraverso un sistema che coinvolga e riporti in auge anche gli elementi presenti nel I chiostro.

La messa in opera di un sistema con tali caratteristiche passa attraverso una fase di calcolo riguardante la valutazione della quantità d'acqua captabile in un anno e del fabbisogno medio annuo. I valori ottenuti danno un'idea dei vantaggi che tale sistema porta al convento e forniscono i dati per il dimensionamento di massima delle cisterne da inserire.

Secondo i dati degli ultimi decenni a Cuba piovono circa 1244 l/m² annui (Climate-data.org); in rapporto alla superficie totale di raccolta (considerando anche le coperture di

lugar elegido para la construcción, un plano del proyecto del convento y un presupuesto. Si el plan se modifica con el tiempo y los costes superan las estimaciones iniciales, este plan es importante precisamente para la elección del emplazamiento que será el de la construcción real, es decir, junto a un ramal de la Zanja Real, el acueducto que sirvió a La Habana desde 1591 hasta 1835.

Conectada a la Zanja Real estaba la Fuente de la Samaritana, de la que brotaba el agua y que hoy constituye la fuente pública más antigua que se conserva en Cuba. A mediados del siglo XVIII, con la ampliación del convento y el aumento del número de clarisas, creció la necesidad de agua y se construyó el Aljibe, una cisterna subterránea a la que llegaba el agua de lluvia, gracias a la acción de los colectores (todavía visibles en el primer claustro) que recogían el agua de los desagües y la canalizaban, filtrándola, hacia la cisterna. Se dice que en la huerta se ubicó otro aljibe y que en el interior del convento se excavaron cinco pozos más. Asimismo, los demás elementos del interior del I claustro, como los baños, el lavadero y las tinajas exteriores, se caracterizan por una fuerte dependencia del elemento agua.

Pero también sabemos que el agua puede ser la causa de varios problemas. Por ejemplo, las frecuentes crecidas del Zanja Real en época de lluvias habían provocado el derrumbe del muro perimetral del matadero cercano y, para evitar daños en los muros de tapial del convento, se decidió cerrar el ramal del Zanja que pasaba por la adyacente calle Sol y hacer un ramal aguas arriba. Sin retroceder demasiado en el tiempo, el estado actual del conjunto de edificios se debe principalmente a la acción del agua y a la falta de gestión de la misma.

Uno de los ejes de la propuesta de proyecto es restablecer el hilo conductor entre el Convento de Santa Clara y el elemento agua. Una propuesta que contempla la recogida, recuperación y gestión de las aguas pluviales a través de un

progetto), il cui valore è di 8770 m², considerato il coefficiente di deflusso per tetti spioventi in coppi (pari a 0,8), si stima una quantità di acqua captabile in un anno intorno ai 8.728.000 l. Per la valutazione della domanda idrica, si stima un consumo pari a 150 l/gg pro capite, di cui il 51% può essere soddisfatto con acqua non potabile. Considerando 300 giorni di utilizzo annui e ipotizzando un numero di utenti pari a 750, a pieno regime, si stima un fabbisogno annuo medio di 7.312.500 l. A questo, va sommato il quantitativo d'acqua necessario per l'irrigazione che, in base ai giorni di pioggia annui e al tipo di vegetazione, si stima intorno ai 2.235.000 l annui. La valutazione della domanda idrica totale, che può essere soddisfatta con acqua non potabile e quindi dal recupero delle acque meteoriche, è pari a 9.547.500 l a fronte dei 8.728.000 l captabili. Quindi, grazie all'installazione del nuovo sistema, vi è un risparmio del 91% sulla spesa media annua e la stessa percentuale d'acqua potabile viene conservata e destinata a scopi per i quali il suo utilizzo è richiesto. Con questi numeri possiamo calcolare il volume utile medio delle cisterne da installare (in base al periodo secco medio), che si aggira intorno ai 526 m³, ed effettuare un dimensionamento di massima di canali di gronda e pluviali, in base alla superficie di raccolta e alla pendenza della gronda stessa.

Il progetto finale per il convento, destinato a diventare Centro di Formazione in Gestione e Conservazione del Patrimonio per Cuba e i Caraibi, è mosso dalla volontà di fare dell'acqua l'elemento conduttore tra quello che resta della vecchia struttura e quella che sarà la nuova edificazione. In ogni chiostro sono presenti, o verranno previsti, dei riferimenti sensoriali a tale elemento (visivo, uditivo, tattile) che accompagneranno l'utente durante tutta la visita all'interno del convento.

Si prevede, pertanto, l'installazione di diverse cisterne interrato nei primi tre chiostri: nel primo chiostro si cerca di

sistema que involucra y revive los elementos presentes en el Claustro.

La implantación de un sistema de estas características pasa por una fase de cálculo relativa a la evaluación de la cantidad de agua que se puede captar en un año y la necesidad media anual. Los valores obtenidos dan una idea de los beneficios que un sistema de este tipo aporta al monasterio y proporcionan datos para el dimensionamiento aproximado de los depósitos que se van a insertar.

Según datos de las últimas décadas, en Cuba ha llovido alrededor de 1,244 l/m² al año (Climate-data.org); en relación con la superficie total de captación (considerando también las cubiertas del proyecto), cuyo valor es de 8,770 m², considerando el coeficiente de escorrentía para las cubiertas de teja inclinadas (igual a 0.8), se estima que la cantidad de agua que se puede recoger en un año es de alrededor de 8,728,000 l. Para la evaluación de la demanda de agua, se estima un consumo de 150 l/día per cápita, de los cuales el 51% puede satisfacerse con agua no potable. Considerando 300 días de uso al año y suponiendo 750 usuarios, a plena capacidad, se estima una demanda media anual de 7,312,500 l. A esto hay que añadir la cantidad de agua necesaria para el riego, que, en función de los días de lluvia anuales y del tipo de vegetación, se estima en 2,235,000 l al año. La evaluación de la demanda total de agua que puede satisfacerse con agua no potable y, por tanto, con la recuperación de las aguas pluviales, es de 9,547,500 l frente a los 8,728,000 l que pueden recogerse. Por lo tanto, gracias a la instalación del nuevo sistema, se produce un ahorro del 91% en el gasto medio anual y se conserva el mismo porcentaje de agua potable que se utiliza para los fines para los que se requiere su uso. Con estos números, podemos calcular el volumen útil medio de las cisternas a instalar (basado en el periodo seco medio), que es de unos 526 m³, y realizar un dimensionamiento aproximado de los aleros y bajantes, en función de la superficie de

sfruttare il volume cavo dell'aljibe (200-250 m³); nel secondo chiostro la porzione di suolo libera da costruzioni (250-300 m³); nel terzo chiostro la posizione prescelta è quella centrale (100-150 m³) al di sotto della nuova fontana prevista; il quarto chiostro sarà servito dalle cisterne previste per il secondo, ma lo spazio non manca qualora ci dovesse essere bisogno di installarne di nuove. Le cisterne prevedono, oltre al serbatoio di accumulo, un filtro a cestello estraibile, un by-pass per il troppo pieno, e un pozzetto di ispezione; la risalita dell'acqua avviene invece tramite tubo di aspirazione collegato ad elettropompa, azionata da una centralina elettronica che distribuisce l'acqua direttamente al sistema di irrigazione o, attraverso un filtro multistadio e un debatterizzatore, all'interno dei locali per l'uso domestico. Ad esse, l'acqua piovana giungerà tramite una rete di canali, i cui snodi sono rappresentati dai collettori esistenti o ricostruiti nelle forme e caratteristiche di quelli originali.

Da esse partirà per raggiungere gli elementi presenti nel I chiostro, o quelli di nuova installazione nel II, nel III e nel IV. La Fuente de la Samaritana sarà restaurata e ricollegata alla rete idraulica, tornando allo splendore che aveva un tempo; l'aljibe riacquista la sua funzione di cisterna e i pozzi già esistenti saranno funzionali all'ispezione; la vecchia lavanderia verrà nuovamente circondata da un canale d'acqua corrente e anche la vasca vicina sarà riportata in auge; gli antichi bagni verranno restaurati, privati della funzione temporanea di locali per impianti cui erano stati destinati e lasciati aperti come testimonianza storica, con il collegamento delle vasche interne ed esterne alla rete idraulica. Nel secondo chiostro, dove sono stati ritrovati i resti delle tubazioni che si collegavano alla Zanja Real, lo spazio in superficie al di sopra delle cisterne interrate, sarà attrezzato con degli elementi che richiamino la presenza dell'acqua nel sottosuolo e che siano anche funzionali all'ispezione. Nel terzo chiostro è prevista l'installazione di una fontana dalle fattezze

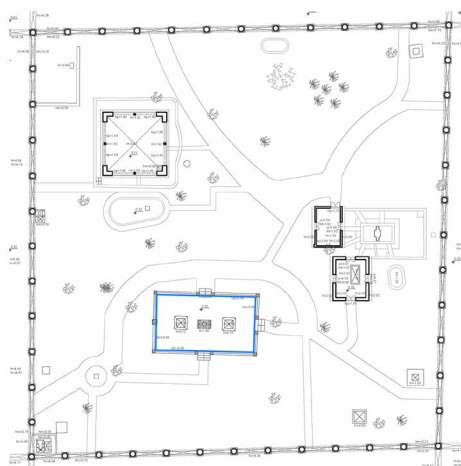
recogida y la pendiente del alero.

El proyecto final del convento, destinado a convertirse en el Centro de Formación en Gestión y Conservación del Patrimonio para Cuba y el Caribe, está impulsado por el deseo de que el agua sea el elemento conductor entre lo que queda de la antigua estructura y lo que será el nuevo edificio. En cada claustro hay, o habrá, referencias sensoriales a este elemento (visuales, auditivas, táctiles) que acompañarán al usuario durante toda la visita al interior del convento.

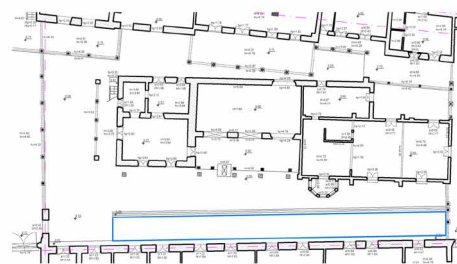
Por lo tanto, está previsto instalar varios aljibes subterráneos en los tres primeros claustros: en el primero se utilizará el volumen hueco del aljibe (200-250 m³); en el segundo, la porción de terreno libre de edificaciones (250-300 m³); en el tercero, la posición elegida es la central (100-150 m³) debajo de la nueva fuente prevista; el cuarto claustro se servirá de los aljibes previstos para el segundo, pero hay espacio suficiente en caso de que se instalen otros nuevos. Las cisternas incluyen, además del depósito de almacenamiento, un filtro de cesta extraíble, un by-pass para el rebosadero y un pozo de inspección; el agua sube por medio de una tubería de aspiración conectada a una bomba eléctrica, accionada por una unidad de control electrónico que distribuye el agua directamente al sistema de riego o, a través de un filtro multietapa y un desbacterizador, a los locales para uso doméstico. Las aguas pluviales llegan a ellas a través de una red de canales, cuyas uniones están representadas por los colectores existentes o reconstruidos con las formas y características de los originales.

Desde allí llegará a los elementos del I claustro, o a los recién instalados en el II, III y IV. La Fuente de la Samaritana será restaurada y reconectada a la red hidráulica, devolviéndole el esplendor que tuvo en su día; el aljibe recuperará su función de cisterna y los pozos existentes serán funcionales para su inspección; el antiguo lavadero volverá a estar rodeado por un canal de agua corriente y la pila vecina también

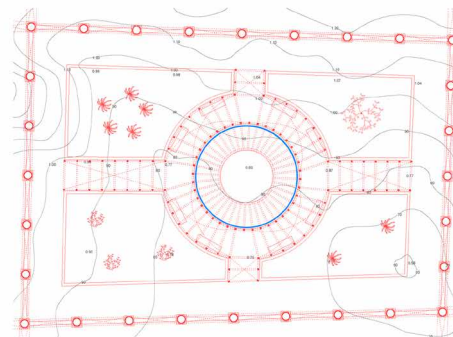
I Chiostro



II Chiostro



III Chiostro



Schematizzazione del sistema di recupero acque piovane
Esquema del sistema de recuperación de aguas pluviales

moderne, nello stesso punto dove una analoga ma di stile classico sorgeva ai tempi del convento. Nell'antica huerta si vuole ricreare uno spazio ameno, che ne elevi la dimensione a quella sacra del luogo in cui veniva data sepoltura alle clarisse defunte; ciò si realizza mediante un giardino dalle geometrie semplici e definite con al centro una scultura da cui l'acqua fuoriesce e, attraverso un canale in superficie, raggiunge una grande vasca a ridosso della nuova biblioteca.

volverá a ser utilizada; los antiguos baños serán restaurados, desprovistos de su función temporal como cuartos de planta para la que estaban destinados y dejados abiertos como testimonio histórico, con la conexión de las pilas interiores y exteriores a la red hidráulica. En el segundo claustro, donde se encontraron los restos de las tuberías que conectaban con la Zanja Real, el espacio de la superficie por encima de los aljibes subterráneos se equipará con elementos que recuerden la presencia de agua en el subsuelo y que también sean funcionales para su inspección. En el tercer claustro, está previsto instalar una fuente de características modernas, en el mismo lugar donde se encontraba una similar pero de estilo clásico en la época del convento. En la antigua huerta se pretende recrear un espacio agradable, elevando su dimensión a la dimensión sagrada del lugar donde se enterraban las clarisas difuntas; esto se consigue mediante un jardín de geometrías sencillas y definidas, con una escultura en el centro de la que sale el agua y, a través de un canal en la superficie, llega a una gran piscina junto a la nueva biblioteca.

CALCOLO DEL VOLUME DEL SERBATOIO DI ACCUMULO

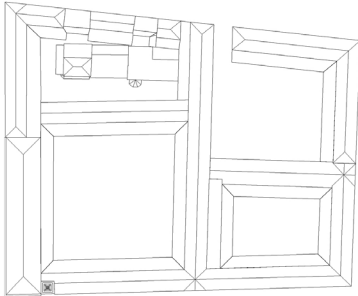
• **STIMA DELLE PRECIPITAZIONI MEDIE**

1 mm = 1 [l/mq]

Italia: ca. 990 [mm] annui = 990 [l/mq] annui

Cuba, L'Avana: 1244 [mm] annui = **1244 [l/mq] annui** (Fonte: Climate-data.org)

• **CALCOLO DELLA SUPERFICIE TOTALE DI RACCOLTA**



Proiezione orizzontale di tutte le coperture: ca. **8770 [mq]**

Coefficiente di deflusso: Tetto spiovente in tegole levigate di argilla 0,9

Tetto spiovente in ardesia, calcestruzzo o tegole grezze **0,8**

• **QUANTITÀ DI ACQUA CAPTABILE IN UN ANNO**

Precipitazione media annua [l/mq] x Superficie di raccolta [mq] x Coefficiente di deflusso -> [l]

1244 [l/mq] x 8770 [mq] x 0,8 = 8.727.904 -> ca. **8.728.000 [l]**

• **VALUTAZIONE DOMANDA IDRICA**

(Settore privato) Consumo per persona: 150 [l] al giorno, di cui:

- Acqua potabile: 49% = 73,5 [l]
 Bagno/Doccia 30% = 45 [l]
 Lavaggio stoviglie 6% = 9 [l]
 Altri usi (cucinare, igiene) 13% = 19,5 [l]
- Acqua NON potabile: 51% = 76,5 [l]
 WC 29% = 43,5 [l]
 Lavatrice 12% = 18 [l]
 Irrigazione verde 7% = 10,5 [l]
 Pulizie 3% = 4,5 [l]

Ca. 75 [l] di acqua potabile possono essere risparmiati e sostituiti con acqua piovana recuperata.

Giorni di utilizzo annui: 300 (stimati)

Fabbisogno giornaliero di acqua sostituibile [l] x Giorni di utilizzo annui x n° abitanti

(Nel nostro caso)

1. Acqua potabile: ca. 29 [l] (Lavaggio stoviglie, cucinare, igiene - NO bagno/doccia)
2. Acqua non potabile (WC, irrigazione, pulizie - NO lavatrice)

Irrigazione:

Prato: ca. 5 [l/mq] al giorno

I chiostro: 1.350 [mq]; III chiostro: 230 [mq]; IV chiostro: 1100 [mq]. = ca. 2.700 [mq] di verde

-> 2.700 [mq] x 5 [l/mq] = 13.500 [l] al giorno

Piante tropicali: ca. 35 [l] a pianta al giorno - ca. 40 piante tropicali -> 35 [l] x 40 = 1.400 [l] al giorno

TOT. 13.500 [l] + 1.400 [l] = 13.900 [l] -> ca. **15.000 [l]** d'acqua al giorno

Giorni annui: 149

MESE	mm	gg	mm/gg	Gg OK	gg irrigare	MESE	mm	gg	mm/gg	gg OK	gg irrigare
Gennaio	64	5	12,8	12	19	Luglio	106	7	15,1	19	12
Febbraio	69	5	13,8	13	15	Agosto	100	9	11,1	18	13
Marzo	46	3	15,3	8	23	Settembre	144	10	14,4	26	4
Aprile	54	3	18	10	20	Ottobre	181	11	16,5	33	-2
Maggio	98	6	16,3	18	13	Novembre	88	6	14,6	16	14
Giugno	182	10	18,2	33	-3	Dicembre	58	5	11,6	10	21

Totale acqua per irrigazione: 15.000 [l/gg] x 149 [gg] = 2.086.000 -> ca. **2.235.000 [l] annui**

Uso umano:

Non potabile: ca. 30-35 [l/gg]

n° utenti: normativa italiana -> 1 studente = 1.96 mq

mq totali aule: 1.000 [mq] PT + 1.100 [mq] PP = 2.100 [mq] (stima per eccesso)

2.100 [mq] / 1.96 [mq/stud.] = ca. 1.050 studenti

Ipotesi realistica: 750 studenti

Fabbisogno: min 30 [l/gg] x 750 studenti = 22.500 [l/gg] - MAX 35 [l/gg] x 800 studenti = 26.250 [l/gg]

Fabbisogno medio: 24.375 [l/gg]

Giorni annui: ca. 300

Fab. Anno medio: 300 [gg] x 24.375 [l/gg] = **7.312.500 [l]**

Valutazione domanda idrica Totale: 2.235.000 [l] + 7.312.500 [l] = 9.547.500 [l]

• **CALCOLO VOLUME SERBATOIO**

Volume utile medio: (Acqua captabile + Domanda idrica totale) / 2

(8.728.000 + 9.547.500) [l] / 2 = ca. 9.137.750 [l]

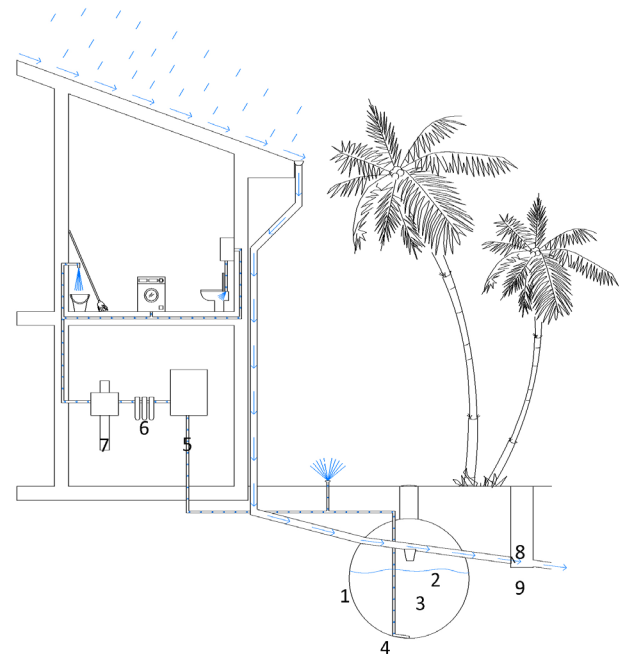
V = Volume utile medio x Periodo secco medio / Giorni dell'anno

V: 9.137.750 [l] x 21 [gg] / 365 [gg] = **525.733 [l]** -> ca. **526.000 [l] = 526 [mc]**

I Chiostro: Aljibe (10,7 x 6,0) [m] x (5,0) [m] = (10 x 5 x 5) [m] = 250 mc

II Chiostro: Sotto canale (40 x 2,9) [m] x (3,0) [m] = 350 mc

III Chiostro: Sotto fontana (4,0 x 4,0 x 3,14) [m] x (3,0) [m] = 150 mc



1. Serbatoio di accumulo da interro in polietilene ad alta densità di forma cilindrica con tronchetto d'ingresso in pvc, coperchi a vite per l'ispezione e la pulizia.
2. Tubazione di by-pass per troppo pieno_ fa defluire l'acqua in eccesso nel sistema fognario.
3. Filtro a cestello estraibile in pvc_ trattiene foglie e altro materiale grossolano.
4. Tubo di aspirazione con valvola di fondo.
5. Centralina elettronica di comando con elettropompa_ attraverso una valvola a tre vie integrata è in grado di commutare l'aspirazione sulla rete idrica quando nel serbatoio non c'è acqua.
6. Filtro multi-stadio_ unità a tre stadi autopulente in grado di filtrare prima a 90 micron, poi a 25 micron e trattamento finale con carbone attivo in grado di rimuovere colori e odori che l'acqua assume nel percorso fino al serbatoio.
7. Debatterizzatore_ permette l'utilizzo dell'acqua non solo per l'irrigazione ma anche per l'uso domestico grazie alla disinfezione tramite lampade UV.
8. Pozzetto d'ispezione.
9. Valvola di non ritorno.

Marcescenza degli elementi lignei.
Pudrición en el área de fagonadura de los tirantes.

Restauro e conservazione dei sostegni lignei della copertura della Chiesa attraverso l'uso di resine (Autore: Ing. Leonardo Calderón Tamayo)

Nel campo del restauro degli elementi in legno, la tecnologia delle resine applicata ai materiali da costruzione rappresenta un'alternativa molto interessante alle metodologie di uso comune. Consiste fondamentalmente nel riempire o sostituire le cavità del legno, fungendo come rinforzo o sostituto di esso. Permette di recuperare la capacità di resistenza originale degli elementi che sono stati danneggiati da agenti biotici e fisici. L'uso di questa tecnica di intervento è quindi proposto per il restauro di elementi in legno danneggiati nel convento di Santa Clara de Asís all'Avana, Cuba.

Considerazioni generali

Di fronte al difficile compito degli specialisti coinvolti nella salvaguardia del patrimonio costruito, è stato necessario implementare tecniche di intervento per restaurare, riparare, ricostruire e conservare tale patrimonio, senza intaccare i suoi valori storici, strutturali, estetici, architettonici e sociali. L'uso di composti epossidici ha il vantaggio che il legame tra l'elemento di rinforzo e il legno risulta molto efficace, essendo il legame parzialmente o totalmente integrato nella matrice di risulta successiva all'intervento. Gli elementi di rinforzo più comunemente utilizzati a Cuba sono attualmente barre di metallo, fibre di vetro e particelle di quarzo.

Altro vantaggio della metodologia proposta è la sua lavorabilità, dato che la resina può essere riversata in zone di difficile accesso o in zone del legno molto deteriorate o decadute, attraverso il sistema di condotti linfatici presenti nel legno. L'elemento dopo l'intervento può raggiungere resistenze molto elevate, superiori a quelle del legno stesso, rendendo la frattura del materiale rinforzato plastica invece che fragile.

Le motivazioni a sostegno della soluzione proposta sono molteplici, in particolare:

Restauración y conservación de los soportes de madera de la cubierta de la iglesia mediante el uso de resinas (Autor: Ing. Leonardo Calderón Tamayo)

En el campo de la restauración de elementos de madera, la tecnología de las resinas y el desarrollo de los materiales suponen una alternativa de gran interés. Básicamente consiste en rellenar o sustituir oquedades en la madera, sirviendo como refuerzo o sustituto de la misma. Permite recuperar la capacidad resistente original de elementos que han sido dañados por agentes bióticos y físicos. El empleo de esta técnica de intervención se propone para la restauración de los elementos de madera dañados en el Convento de Santa Clara de Asís en La Habana, Cuba.

Consideraciones generales

Ante la difícil tarea que tienen los especialistas integrados a la salvaguarda del patrimonio construido, ha sido necesario implementar técnicas de intervención para restaurar, reparar, reconstruir y conservar dicho patrimonio, sin afectar sus valores históricos, estructurales, estéticos, arquitectónicos y sociales.

El empleo de formulaciones epoxi tiene como ventaja de que la unión entre el elemento de refuerzo y la madera es más eficaz, quedando oculta parcial o totalmente la unión realizada. Los elementos de refuerzo que más se emplean actualmente son barras metálicas, de fibras de vidrio y partículas de cuarzo.

Otras de las ventajas del producto es su manejabilidad, ya que puede verse en zonas de difícil acceso o en sectores de la madera muy deteriorados o carcomidos, gracias al sistema de vasos comunicantes. El material puede llegar alcanzar resistencias muy altas superando a las de la propia madera, convirtiendo la fractura del material reforzado en plástica en lugar de frágil.

La propuesta de emplear Resina Epoxi es lógica y competitiva, entre otras razones, porque:



- l'opera è di grande interesse storico
- è una tecnica di facile e rapida esecuzione
- aumenta la durata di vita delle strutture
- evita l'uso di elementi metallici come rinforzi (piastre, bulloni e profili metallici).

Ricostruzione delle teste degli elementi lignei con sostituzione parziale delle parti ammalorate e collegamento di due porzioni

Questa tecnica di intervento viene proposta per l'uso sulle bretelle esistenti sul tetto della chiesa situata nel Primo Chiostro del Convento. Negli studi diagnostici effettuati, è stato possibile rilevare che questi elementi hanno mostrato un alto grado di degradazione di origine biotica nella zona dell'incendio, dove le possibili cause sono state gli attacchi di funghi marcescenti, la presenza di un alto contenuto di umidità, la scarsa ventilazione e la mancanza di protezione.

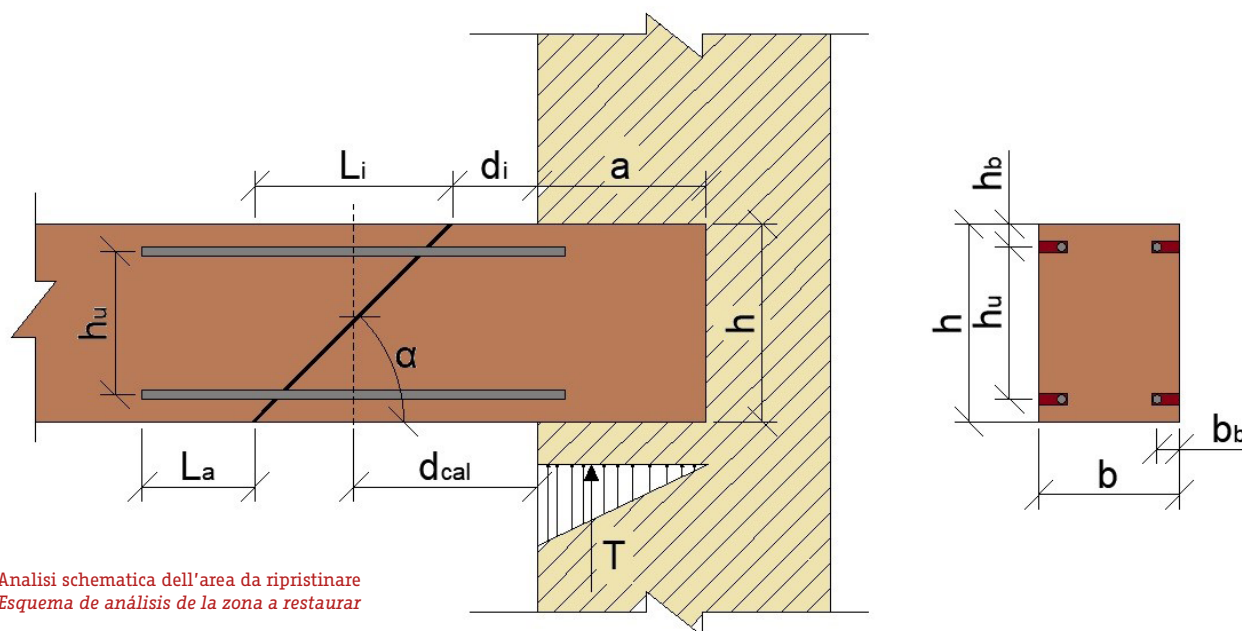
L'area degradata era grande, quindi l'elemento doveva essere smontato per sostituire il legno danneggiato con un altro pezzo di legno nuovo o dai resti di altre travi. Il collegamento tra i due pezzi è stato fatto per mezzo di barre di rinforzo. Il legno da fornire deve avere un'umidità simile a quella del legno da riparare.

- la obra es de gran interés histórico
- es una técnica de fácil ejecución en corto plazo
- incrementa el tiempo de vida útil de las estructuras
- evita el empleo de elementos metálicos como reforzamientos (planchas, pernos y perfiles metálicos).

Reconstrucción de las cabezas de los elementos de madera con sustitución parcial de las partes dañadas y conexión de dos porciones

Esta técnica de intervención se propuso para su empleo en los tirantes existentes en el techo de la iglesia ubicada en el Primer Claustro del Convento. En los estudios de diagnósticos realizados se pudo detectar que estos elementos presentaban alta degradación de origen biótico en el área de la fognadura, donde las posibles causas provenían de los ataques de hongos de pudrición, la presencia de elevado contenido de humedad, la poca ventilación y la falta de protección.

La zona degradada era grande, por lo que se debía desmontar el elemento para proceder a sustituir la madera dañada por otra pieza de madera nueva o procedente de restos de otras vigas. La conexión entre ambas piezas se realizó mediante barras de refuerzo. La madera que se aporta deberá tener un contenido de humedad similar al de la madera a reparar.



Analisi schematica dell'area da ripristinare
Esquema de análisis de la zona a restaurar

Disegno del rinforzo

Il progetto è stato realizzato proponendo l'uso di barre di fibra di vetro o di armature.

Utilizzo di aste in fibra di vetro

Dati:

Lunghezza del supporto sul muro, $a = 0,75 \text{ m}$

Larghezza della sezione, $b = 0,25$

Altezza della sezione, $h = 0,30 \text{ m}$

Lunghezza degradata misurata dalla parete, $d_i = 0,01 \text{ m}$

Angolo di taglio consigliato 45° , $\alpha = 45^\circ$.

Numero totale di barre raccomandate minimo 2+2, $n = 6$

Diametro nominale della barra, $d_{nom} = 9,53 \text{ mm}$

Diametro esterno della barra, $d = 9,53 \text{ mm}$

Diametro del foro. Consigliato $d_{nom} + 4 \text{ mm}$, $d_{foro} = 14 \text{ mm}$

Area resistente della barra, $A_{res} = 79 \text{ mm}^2$

Lunghezza di ancoraggio della barra, $L_a = 200 \text{ mm}$

Distanza tra il centro della barra e il bordo laterale della sezione. Il minimo dovrebbe essere $2,5 \times d$, $bb = 23,8 \text{ mm}$

Distanza tra il centro della barra e il bordo inferiore/superiore della sezione. Il minimo dovrebbe essere $2,5 \times d$, $hb = 23,8 \text{ mm}$

Diseño del refuerzo

Se realizó el diseño proponiendo el uso de barras de fibra de vidrio o barras de acero corrugado.

Empleando barras de fibra de vidrio

Datos:

Longitud de apoyo en el muro, $a = 0.75 \text{ m}$

Ancho de sección, $b = 0.25$

Peralto de sección, $h = 0.30 \text{ m}$

Longitud degradada medida desde el muro, $d_i = 0.01 \text{ m}$

Angulo de corte recomendado 45° , $\alpha = 45^\circ$

Número total de barras recomendadas mínimo 2+2, $n = 6$

Diámetro nominal de la barra, $d_{nom} = 9.53 \text{ mm}$

Diámetro externo de la barra, $d = 9.53 \text{ mm}$

Diámetro orificios. Recomendado $d_{nom} + 4 \text{ mm}$, $d_{foro} = 14 \text{ mm}$

Área resistente de la barra, $A_{res} = 79 \text{ mm}^2$

Longitud de anclaje de la barra, $L_a = 200 \text{ mm}$

Distancia entre el centro de la barra y el borde lateral de la sección. Mínimo debe ser $2,5 \times d$, $bb = 23.8 \text{ mm}$

Distancia entre el centro de la barra y el borde inferior/superior de la sección. Mínimo debe ser $2,5 \times d$, $hb = 23.8 \text{ mm}$

Resistenza caratteristica alla trazione parallela alle fibre di legno, $f_{t,0,k} = 40 \text{ N/mm}^2$. Cedro

Massa volumica caratteristica (densità) del legno, $\rho_k = 550 \text{ kg/m}^3$

Coefficiente $\gamma_m = 1,3$

Coefficiente $k_{mod} = 0,6$

tensione di snervamento dell'acciaio, $f_y = 430 \text{ N/mm}^2$.

Fattore di sicurezza, $\gamma_s = 1,15$.

Forza di taglio nella sezione, $T_{cal} = 4 \text{ kN}$

Momento flettente nella sezione, $M_{cal} = 9 \text{ kNm}$

Sforzo di trazione, $N_t = 85 \text{ kN}$

Altezza utile (all'interno del braccio di torsione)

$$h_u = h - 2 \cdot h_b = 252.35 \text{ mm}$$

Lunghezza dell'area di taglio

$$L_i = \frac{h}{\tan(\alpha)} = 300 \text{ mm}$$

Distanza dalla sezione di calcolo al muro

$$d_{cal} = d_i + \frac{L_i}{2} = 160 \text{ mm}$$

Sollecitazione di compressione nel legno dovuta alla tosatura

$$F_c = \frac{T_{cal}}{\cos(\alpha)} = 5.657 \text{ kN}$$

Sforzo di trazione totale sulle barre dovuto al momento flettente

$$N_2 = \frac{M_{cal}}{h_u} = 35.665 \text{ kN}$$

Sforzo di trazione in ogni barra inferiore

$$N_d = \frac{N_t}{6} + \frac{N_2}{3} = 26.055 \text{ kN}$$

Diametro equivalente, $d_{eq} = 14 \text{ mm}$

Resistenza all'estrazione

$$f_{axRd1cs} 1 = \frac{k_{mod} \cdot \pi \cdot d_{eq} \cdot L_a \cdot f_{vk}}{\gamma_m} = 37.311 \text{ kN}$$

Area di influenza di ogni barra

$$A_e = (3 \cdot d + b_b) \cdot (3 \cdot d + h_b) = (2.747 \cdot 10^3) \text{ mm}^2$$

Resistenza all'estrazione per rottura del legno per trazione

$$f_{axRd2} = \frac{k_{mod} \cdot f_{t0k} \cdot A_e}{\gamma_m} = 50.72 \text{ kN}$$

Resistencia característica a tracción paralela a las fibras de la madera, $f_{t,0,k} = 40 \text{ N/mm}^2$. Cedro

Masa volumétrica (densidad) característica de la madera, $\rho_k = 550 \text{ kg/m}^3$

Coefficiente $\gamma_m = 1.3$

Coefficiente $k_{mod} = 0.6$

Tensión límite elástico del acero, $f_y = 430 \text{ N/mm}^2$.

Factor de seguridad, $\gamma_s = 1.15$.

Fuerza a cortante en la sección, $T_{cal} = 4 \text{ kN}$

Momento flector en la sección, $M_{cal} = 9 \text{ kNm}$

Esfuerzo de tracción, $N_t = 85 \text{ kN}$

Altura útil (brazo de par interior)

$$h_u = h - 2 \cdot h_b = 252.35 \text{ mm}$$

Longitud de la zona de corte

$$L_i = \frac{h}{\tan(\alpha)} = 300 \text{ mm}$$

Distancia de la sección de cálculo a la pared

$$d_{cal} = d_i + \frac{L_i}{2} = 160 \text{ mm}$$

Esfuerzo de compresión en la madera debido al cizallamiento

$$F_c = \frac{T_{cal}}{\cos(\alpha)} = 5.657 \text{ kN}$$

Esfuerzo de tracción total en las barras debido al momento flector

$$N_2 = \frac{M_{cal}}{h_u} = 35.665 \text{ kN}$$

Esfuerzo de tracción en cada barra inferior

$$N_d = \frac{N_t}{6} + \frac{N_2}{3} = 26.055 \text{ kN}$$

Diámetro equivalente, $d_{eq} = 14 \text{ mm}$

Resistencia de extracción

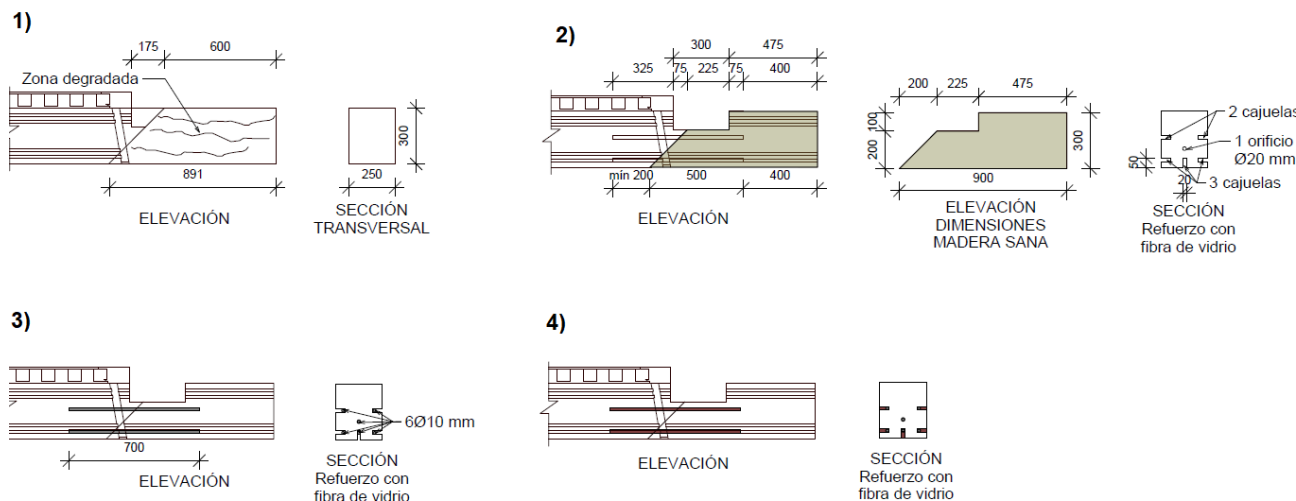
$$f_{axRd1cs} 1 = \frac{k_{mod} \cdot \pi \cdot d_{eq} \cdot L_a \cdot f_{vk}}{\gamma_m} = 37.311 \text{ kN}$$

Área de influencia de cada barra

$$A_e = (3 \cdot d + b_b) \cdot (3 \cdot d + h_b) = (2.747 \cdot 10^3) \text{ mm}^2$$

Resistencia a la extracción por rotura de la madera por tracción

$$f_{axRd2} = \frac{k_{mod} \cdot f_{t0k} \cdot A_e}{\gamma_m} = 50.72 \text{ kN}$$



Ricostruzione della testa
Reconstrucción del cabezal

Resistenza della barra dovuta alla rottura dell'acciaio

$$f_{axRd\ 3} = \frac{f_y}{\gamma} A_{res} = 29.539\text{kN}$$

Verificare come $N_d = 26,06\text{ kN} < f_{axRd} = 29,5\text{ kN}$ può essere rinforzato utilizzando 6 aste in fibra di vetro di 10 mm di diametro.

Descrizione del processo esecutivo:

Identificazione della lunghezza interessata. Taglio a 45 gradi, utilizzando una sega a mano o un seghetto.

Lavorazione e montaggio del pezzo di legno sano da unire. La larghezza delle prese dovrebbe essere di 20 mm e la profondità di 50 mm. La sezione di legno da utilizzare per la ricostruzione deve essere delle stesse proprietà del cedro o migliore.

Inserire le barre di rinforzo. Sei aste in fibra di vetro

Applicare la malta epossidica ai cassoni. Riempire lo spazio dei fori con un'iniezione di malta epossidica.

Resistencia de la barra por falla del acero

$$f_{axRd\ 3} = \frac{f_y}{\gamma} A_{res} = 29.539\text{kN}$$

Comprobación, como $N_d = 26.06\text{ kN} < f_{axRd} = 29.5\text{ kN}$ se puede reforzar empleando 6 barras de fibra de vidrio de 10 mm de diámetro.

Descripción del proceso ejecutivo:

Identificación de la longitud afectada. Realización del corte a 45 grados, empleando una sierra de mano o serrucho.

Elaboración y colocación de la pieza de madera sana a empalmar. Realizar las cajuelas con un ancho de 20 mm y profundidad de 50 mm. La sección de madera a emplear para la reconstrucción debe ser de igual propiedades que el cedro o superior.

Insertar las barras de refuerzo. Seis barras de fibra de vidrio

Aplicación del mortero epoxi en las cajuelas. Rellenar el espacio de los orificios con inyección de mortero epoxi.

Utilizzo dell'armatura in acciaio ad aderenza migliorata

Dati:

Numero totale di barre raccomandate minimo 2+2, **n = 4**

Diametro nominale della barra, **d_{nom} = 15,9 mm**

Diametro esterno della barra, **d = 15,9 mm**

Diametro del foro. Consigliato d_{nom} + 4mm, **d foro = 20 mm**

Area resistiva della barra, **A_{res} = 199 mm²**

Lunghezza di ancoraggio della barra, **L_a = 200 mm**

Distanza tra il centro della barra e il bordo laterale della sezione. Il minimo dovrebbe essere 2,5 x d, **bb = 39,75 mm.**

Distanza tra il centro della barra e il bordo inferiore/superiore della sezione. Il minimo dovrebbe essere 2,5 x d, **hb = 39,75 mm.**

Resistenza caratteristica alla trazione parallela alle fibre di legno, **f_{t,0,k} = 40 N/mm²**. Cedro

Massa volumica caratteristica (densità) del legno, **ρ_k = 550 kg/m³**

Coefficiente **γ_m = 1,3**

Coefficiente **k_{mod} = 0,6**

Resistenza allo snervamento dell'acciaio, **f_y = 300 N/mm²**.

Fattore di sicurezza, **γ_s = 1,35.**

Forza di taglio nella sezione, **T_{cal} = 4 kN**

Momento flettente nella sezione, **M_{cal} = 9 kNm**

Sforzo di trazione, **N_t = 85 kN**

Altezza utile (all'interno del braccio di torsione)

$$h_u = h - 2 \cdot h_b = 220.5 \text{ mm}$$

Lunghezza dell'area di taglio

$$L_i = \frac{h}{\tan(\alpha)} = 300 \text{ mm}$$

Distanza dalla sezione di calcolo al muro

$$d_{cal} = d_i + \frac{L_i}{2} = 160 \text{ mm}$$

Sollecitazione di compressione nel legno dovuta alla torsione

$$F_c = \frac{T_{cal}}{\cos(\alpha)} = 5.657 \text{ kN}$$

Empleando barras de acero corrugado

Datos:

Número total de barras recomendadas mínimo 2+2, **n = 4**

Diámetro nominal de la barra, **d_{nom} = 15.9 mm**

Diámetro externo de la barra, **d = 15.9 mm**

Diámetro orificios. Recomendado d_{nom} + 4mm, **d foro = 20 mm**

Área resistente de la barra, **A_{res} = 199 mm²**

Longitud de anclaje de la barra, **L_a = 200 mm**

Distancia entre el centro de la barra y el borde lateral de la sección. Mínimo debe ser 2,5 x d, **bb = 39.75 mm**

Distancia entre el centro de la barra y el borde inferior/superior de la sección. Mínimo debe ser 2,5 x d, **hb = 39.75 mm**

Resistencia característica a tracción paralela a las fibras de la madera, **f_{t,0,k} = 40 N/mm²**. Cedro

Masa volumétrica (densidad) característica de la madera, **ρ_k = 550 kg/m³**

Coefficiente **γ_m = 1.3**

Coefficiente **k_{mod} = 0.6**

Tensión límite elástico del acero, **f_y = 300 N/mm²**.

Factor de seguridad, **γ_s = 1.35.**

Fuerza a cortante en la sección, **T_{cal} = 4 kN**

Momento flector en la sección, **M_{cal} = 9 kNm**

Esfuerzo de tracción, **N_t = 85 kN**

Altura útil (brazo de par interior)

$$h_u = h - 2 \cdot h_b = 220.5 \text{ mm}$$

Longitud de la zona de corte

$$L_i = \frac{h}{\tan(\alpha)} = 300 \text{ mm}$$

Distancia de la sección de cálculo a la pared

$$d_{cal} = d_i + \frac{L_i}{2} = 160 \text{ mm}$$

Esfuerzo de compresión en la madera debido al cizallamiento

$$F_c = \frac{T_{cal}}{\cos(\alpha)} = 5.657 \text{ kN}$$

Sforzo di trazione totale sulle barre dovuto a al momento flettente

$$N2: = \frac{M_{cal}}{h_u} = 40.816 \text{ kN}$$

Sforzo di trazione in ogni barra inferiore

$$Nd: = \frac{Nt}{4} + \frac{N2}{2} = 41.658 \text{ kN}$$

Diametro equivalente, $d_{eq} = 19,9 \text{ mm}$

Resistenza all'estrazione

$$f_{axRd1cs} 1: = \frac{k_{mod} \cdot \pi \cdot d_{eq} \cdot L_a \cdot f_{vk}}{\gamma_m} = 49.11 \text{ kN}$$

Area di influenza di ogni barra

$$A_e: = (3 \cdot d + bb) \cdot (3 \cdot d + hb) = (7.648 \cdot 10^3) \text{ mm}^2$$

Resistenza all'estrazione per rottura di legno per trazione

$$f_{axRd2}: = \frac{k_{mod} \cdot f_{t0k} \cdot A_e}{\gamma_m} = 141.185 \text{ kN}$$

Resistenza della barra dovuta alla rottura dell'acciaio

$$f_{axRd3}: = \frac{f_y \cdot A_{res}}{\gamma} = 44.222 \text{ kN}$$

Verificare come $N_d = 41,67 \text{ kN} < f_{axRd} = 44,22 \text{ kN}$ può essere rinforzato utilizzando 4 armature di 16 mm di diametro.

Se si usano barre ondulate in acciaio, si deve applicare una protezione contro la corrosione per non compromettere l'adesione della barra alla resina epossidica.

Caratteristiche dei materiali

Malta epossidica:

La malta epossidica da utilizzare deve sempre essere valutata e consultata con il progettista, e devono essere rispettati tutti i requisiti della scheda tecnica del prodotto.

Resistenza alla trazione: 30 N/mm^2

Incollaggio (compressione a taglio): 10 N/mm^2

Resistenza alla flessione: 60 N/mm^2

Esfuerzo de tracción total en las barras debido al momento flector

$$N2: = \frac{M_{cal}}{h_u} = 40.816 \text{ kN}$$

Esfuerzo de tracción en cada barra inferior

$$Nd: = \frac{Nt}{4} + \frac{N2}{2} = 41.658 \text{ kN}$$

Diámetro equivalente, $d_{eq} = 19,9 \text{ mm}$

Resistencia de extracción

$$f_{axRd1cs} 1: = \frac{k_{mod} \cdot \pi \cdot d_{eq} \cdot L_a \cdot f_{vk}}{\gamma_m} = 49.11 \text{ kN}$$

Área de influencia de cada barra

$$A_e: = (3 \cdot d + bb) \cdot (3 \cdot d + hb) = (7.648 \cdot 10^3) \text{ mm}^2$$

Resistencia a la extracción por rotura de la madera por tracción

$$f_{axRd2}: = \frac{k_{mod} \cdot f_{t0k} \cdot A_e}{\gamma_m} = 141.185 \text{ kN}$$

Resistencia de la barra por falla del acero

$$f_{axRd3}: = \frac{f_y \cdot A_{res}}{\gamma} = 44.222 \text{ kN}$$

Comprobación, como $N_d = 41.67 \text{ kN} < f_{axRd} = 44.22 \text{ kN}$ se puede reforzar empleando 4 barras de acero corrugadas de 16 mm de diámetro.

En el caso de emplear barras de acero corrugado, se le debe aplicar alguna protección anticorrosiva que no afecte la adherencia de la barra con la resina epoxi.

Características de los materiales

Mortero epoxi:

Se debe siempre evaluar y consultar con el proyectista el mortero epoxi a emplear, así como cumplir con todos los requerimientos de la ficha técnica del producto.

Resistencia a tensión: 30 N/mm^2

Unión (compresión por cortante): 10 N/mm^2

Resistencia a flexión: 60 N/mm^2

Modulo di elasticità in flessione: 2000 N/mm²
Resistenza alla compressione: 65 N/mm²
Modulo di elasticità a compressione: 5000 N/mm²

Aste in fibra di vetro.

Diametro nominale: 9,53 mm
Resistenza alla trazione: 760 N/mm²
Modulo elastico: 40.800 N/mm²
Contenuto di fibre: 75 %.

Tondini e barre.

Qualità G-40
Diametro nominale 15,9 mm

Módulo de elasticidad a flexión: 2000 N/mm²
Resistencia a compresión: 65 N/mm²
Módulo de elasticidad a compresión: 5000 N/mm²

Barras de fibra de vidrio.

Diámetro nominal: 9,53 mm
Resistencia a tracción: 760 N/mm²
Módulo elástico: 40,800 N/mm²
Contenido de fibras: 75 %

Barras de acero corrugadas.

Calidad G-40
Diámetro nominal de 15.9 mm

Soluzione proposta: sigillatura crepe con resina epossidica

Descrizione del processo esecutivo

1. Indossare un respiratore ed eseguire questo compito in un'area ventilata. La resina epossidica non deve essere inalata, quindi siate sicuri indossando un respiratore prima di iniziare. L'opzione più sicura è lavorare all'aperto.
2. Coprire la crepa con del nastro adesivo se attraversa il legno. Se questo è il caso, il nastro dovrà essere incollato su un lato. Il nastro terrà la resina liquida in posizione abbastanza a lungo per farla solidificare. Rispetto agli altri metodi, la resina epossidica è più efficace nel trattamento di grandi crepe.
3. Versare parti uguali dei componenti della resina in una ciotola. La resina epossidica è composta da due parti incluse nella confezione: la resina e l'indurente. Calcolare la quantità necessaria per riempire la fessura. Aggiungere alla ciotola, ma non mescolare ancora. La resina comincerà a indurirsi immediatamente quando le parti sono mescolate. Avrai circa 5 minuti per farlo entrare nella fessura, quindi inizia con una piccola quantità.

Propuesta de Solución: Sellado de grietas con resina epoxi

Descripción del proceso ejecutivo

1. Usar un respirador y realizar esta tarea en un área ventilada. No se deberá inhalar la resina epoxi, por lo que se tendrá que mantener la seguridad utilizando un respirador antes de empezar. La opción más segura será trabajar al aire libre.
2. Cubrir la grieta con cinta de enmascarar, si esta atraviesa la madera. Si este es el caso, se tendrá que pegar cinta en uno de los lados. La cinta mantendrá la resina líquida en posición el tiempo suficiente como para que se solidifique. En comparación con los otros métodos, la resina epoxi es más eficaz para tratar las grietas grandes.
3. Verter en un tazón, partes iguales de los componentes de la resina. La resina epoxi está compuesta por dos partes incluidas en el envase: la resina y el endurecedor. Calcula la cantidad que se necesita para rellenar la grieta. Agregar al tazón, pero aún no mezclar. La resina empezará a endurecerse de inmediato cuando se mezcle las partes. Se tendrá alrededor de 5 minutos para introducirla en la grieta, por lo que se deberá empezar con una cantidad pequeña.



Fasi del processo esecutivo di sigillatura crepe con resina epossidica
Fases del proceso ejecutivo de sellado de grietas con resina epoxy

4. Aggiungere una goccia di tintura di tonalità del legno alla resina. Si può anche aggiungere qualche chicco di caffè per dare alla resina un colore nero. Verificare con il progettista il colore proposto per la finitura dell'elemento.

Frullare immediatamente la resina. Prendete un cucchiaino o un bastone per frullare e mescolate rapidamente le parti di resina e qualsiasi colorante aggiunto. Dopo qualche secondo, si trasformerà in una sostanza simile alla vernice ed è pronta per essere applicata alla crepa.

5. Applicare la miscela nella fessura. Mettere la resina nella fessura con il cucchiaino o la bacchetta. Il più possibile dovrebbe essere spinto dentro. La maggior parte andrà sul fondo. Se non ne avete abbastanza per riempire tutta la fessura, preparatene di più. Usare un ago per far scoppiare le bolle che spuntano dopo aver versato la resina.

Livellare con carta vetrata. Per prima cosa rimuovere la resina in eccesso con una spatola, usare carta vetrata a grana fine (da 120 a 220) o una lima per appiattire l'area trattata con la resina finché non è a livello con il resto del legno.

Consigli

Usare alcool denaturato per pulire la resina dalle superfici e dagli strumenti utilizzati.

L'aceto può essere usato per rimuovere la resina dalla pelle.

Avvertenze

La levigatura lascerà particelle di legno nell'aria. Usare un respiratore per evitare di inalarle.

4. Agregar a la resina una gota de colorante de un tono madera. Incluso podrás agregar algunos granos de café para darle un color negro a la resina. Verificar con el proyectista el color que se propone para la terminación del elemento.

Batir la resina de inmediato. Tomar una cuchara o una varilla batidora, y mezclar con rapidez las partes de la resina y todo colorante agregado. Luego de unos segundos, esta se convertirá en una substancia similar a una pintura y estará lista para aplicar en la grieta.

5. Aplicar la mezcla en la grieta. Coloca la resina en la grieta con la cuchara o la varilla batidora. Se tendrá que introducir lo más que se pueda. La mayor parte irá al fondo. Si no se tiene una cantidad suficiente como para rellenar toda la grieta, tan solo se deberá preparar más. Usar una aguja para reventar toda burbuja que brote luego de verter la resina.

Nivelar con una lija. Primero se deberá retirar todo exceso de resina con una espátula, usar una lija de grano fino (de 120 a 220) o una lima para aplanar el área tratada con la resina hasta que se nivele con el resto de la madera.

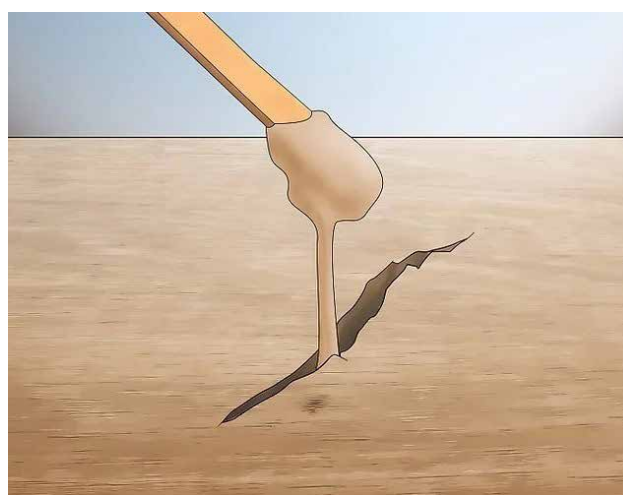
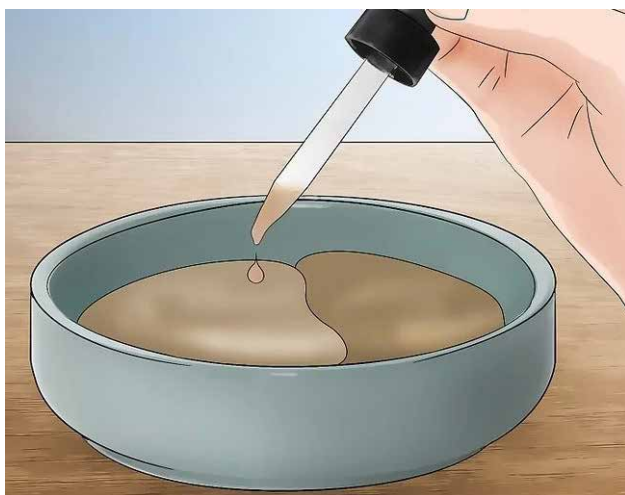
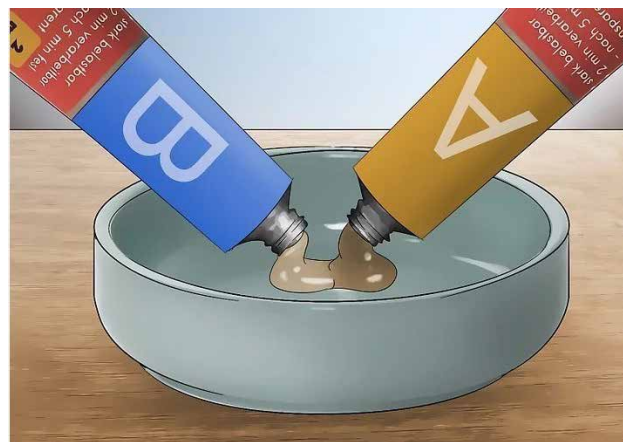
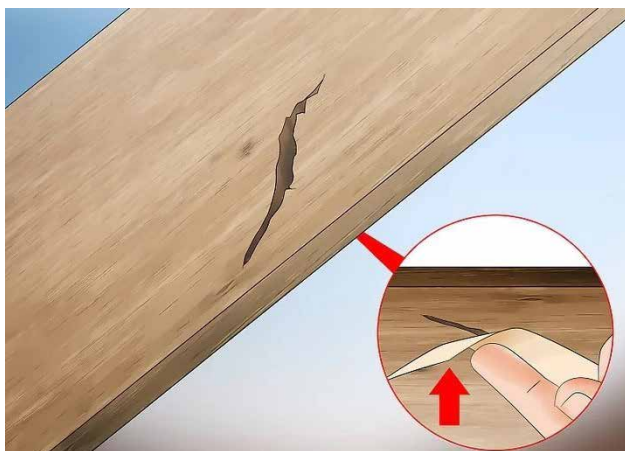
Consejos

Usar alcohol desnaturizado para limpiar la resina de las superficies y las herramientas utilizadas.

Se podrá usar vinagre para eliminar la resina de la piel.

Advertencias

El lijado dejará partículas de madera en el aire. Usar un respirador para no inhalarlas.



Manipolare i prodotti chimici può essere pericoloso. Indossare un respiratore e lavorare in un'area ventilata.

Nella ricostruzione dei sostegni, la zona degradata sarà quindi sostituita da un altro elemento di legno della stessa specie e il giunto sarà realizzato con barre di rinforzo e malta epossidica. Questa soluzione prolungherà la vita utile del ponte mantenendo il suo valore architettonico, strutturale, storico e sociale.

L'uso di formulazioni epossidiche nel restauro di elementi in legno permette di realizzare tecniche di intervento facili da eseguire in breve tempo. Si possono affrontare problemi come la ricostruzione, il rinforzo, l'aumento della capacità portante e la sigillatura di cavità in qualsiasi elemento in legno.

Manipular químicos puede ser peligroso. Usar un respirador y trabajar en una área ventilada.

En la reconstrucción de los tirantes se reconstruirá realizando la sustitución de la zona degradada por otra pieza maderable de la misma especie, realizando el empalme con barras de refuerzo y mortero epoxi. Solución que permitirá alargar la vida útil, manteniendo el valor arquitectónico, estructural, histórico y social.

El empleo de formulaciones epoxi en la restauración de los elementos maderables permite realizar técnicas de intervención de fácil ejecución en corto plazo. Se pueden abordar problemas como son la reconstrucción, el reforzamiento, el aumento de capacidad soportante y sellado de oquedades en cualquier elemento maderable.



Raúl Gortázar Fernández

Oficina del Historiador de la Ciudad de La Habana



Fonte della
Samaritana.
Fuente de La
Samaritana.

Proposte funzionali

Principali soluzioni architettoniche

Il restauro e la rifunzionizzazione dell'ex Convento di Santa Clara all'Avana presenta una proposta di progetto incentrata sul salvataggio di tutti i suoi spazi. In questo modo, il Primo e il Secondo Chiostro sono intervenuti senza modificare le loro divisioni, sia verticali che orizzontali, e rispettando la categoria di Grado I di Protezione concessa all'edificio dalla Commissione Nazionale dei Monumenti.

L'applicazione delle tecniche di restauro agli edifici antichi comporta il recupero di tutti gli elementi decorativi, le pareti in muratura di terra, la carpenteria, la lavorazione del ferro e i mezzanini e i tetti.

Nel Terzo Chiostro verranno quindi recuperati i vecchi muri originali con una proposta contemporanea per adattarsi agli spazi richiesti dalle attuali necessità, senza creare falsi storici, usando nuovi materiali e nuove divisioni per gli spazi interni. Nel quarto chiostro, o ex frutteto, è stato progettato uno spazio verde che comprende frutteto, giardino e zone di vita.

In sintesi, l'obiettivo è quello di salvare l'antico edificio conventuale del XVII secolo, il più antico dell'Avana. Allo stesso tempo, l'intenzione è di restaurare e preservare i valori architettonici presenti in uno stato di deterioramento marcato e generalizzato, ma che ne hanno conservato l'essenza nel tempo. La volontà è quindi quella di ripristinare il suo splendore e adattarlo alla funzione di un collegio studentesco per la formazione nelle arti e mestieri del restauro di Cuba e dei Caraibi, un campus che completa il Collegio de San Gerónimo all'Avana.

Propuestas funcionales

Principales soluciones de arquitectura

La obra de restauración y refuncción, del antiguo Convento de Santa Clara de La Habana, presenta una propuesta de proyecto centrada en rescatar todos sus espacios. De esta forma, se interviene el Primer y el Segundo Claustro, sin modificar sus divisiones, tanto verticales como horizontales, y respetando la categoría de Grado de Protección I, otorgada al inmueble por la Comisión Nacional de Monumentos.

La aplicación de las técnicas de restauración de edificaciones antiguas, implican la recuperación de todos los elementos decorativos, los paramentos de mampuesto y tapial, las carpinterías, las herrerías y los entrepisos y cubiertas. Del Tercer Claustro se rescatarán los muros antiguos y originales y se interviene con una propuesta contemporánea que se adapte al espacio, sin crear falsos históricos, utilizando nuevos materiales y nuevas divisiones para sus espacios interiores. En el Cuarto Claustro o antigua huerta, se diseñó un espacio verde, que comprende áreas de huerta, áreas de jardín y de estancia.

Al intervenir el inmueble, se pretende rescatar el antiguo edificio conventual del siglo XVII, el más antiguo de La Habana. A su vez restaurar y preservar los valores arquitectónicos, presentes con un deterioro marcado y generalizado, pero que han perdurado en el tiempo. Se desea devolverle su esplendor y adecuarlo a la función de un Colegio Estudiantil para la formación en las artes y los oficios de la restauración de Cuba y el Caribe, campus que complementa al Colegio de San Gerónimo de La Habana.

La distribuzione quasi simmetrica del complesso in quattro chiostri disposti con orientamento quadrangolare ha permesso di dividere le funzioni in blocchi.

Il Primo Chiostro funzionerà come Blocco Didattico, ospitando le aule, i laboratori scientifici e le officine pratiche, la biblioteca della scuola e la sua area di archivio, una mediateca e una sala di protocollo nell'antico soppalco del coro della chiesa, che ha il soffitto a capriate più decorato e bello dell'edificio. Tra cui l'Aula Magna e uno spazio di supporto multiuso, situato nella vecchia chiesa del convento, con capacità per grandi eventi.

Avrà anche due ascensori per il personale, il primo situato all'interno del campanile, sfruttando il condotto costruito nella prima metà del XX secolo. Il secondo, con una struttura autoportante, costituito da piattaforma elevatrice che non necessita di spazi aggiuntivi per impianti, sarà situato nel vestibolo, tra i chiostri I e III, e quindi equidistante da tutto il resto degli spazi.

Il Secondo Chiostro, più piccolo del Primo Chiostro, ospiterà il Blocco Amministrativo, composto dagli uffici degli insegnanti, la Direzione della Scuola e le sue Sotto-direzioni come la Segreteria Didattica, gli Uffici Amministrativi e i Magazzini.

Ospiterà anche il "Museo del Sito", situato esclusivamente nella cosiddetta "Casa del Marino", un edificio all'interno del cortile del chiostro stesso, che completerà la sua esposizione permanente con mostre itineranti, esposte in locali al piano terra, verso via Cuba. Avrà anche un negozio di souvenir per i visitatori del museo e per gli studenti che si iscriveranno al centro di formazione.

Il Terzo Chiostro avrà anche una funzione socioculturale. Completerà le funzioni previste all'interno del Primo Chiostro ospitando i laboratori pratici, funzionando anche come polo di scambio di attività e conoscenze con altri centri di ricerca per sottolineare ancora una volta lo stretto

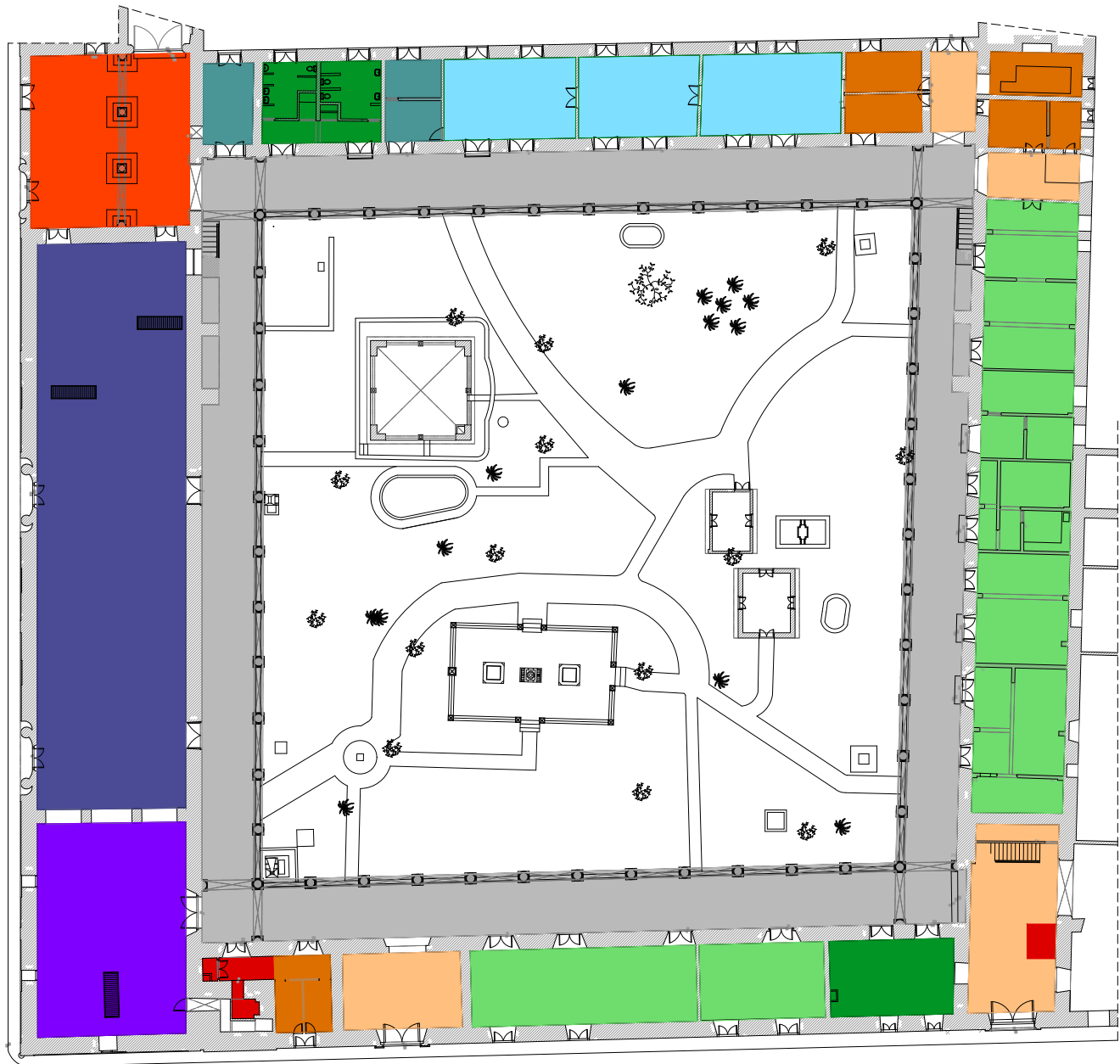
La distribución, casi simétrica del conjunto, en cuatro claustros, ubicados cuadradamente, permitió dividir las funciones en bloques.

El Primer Claustro, funcionará como el Bloque Docente, albergando las aulas de conferencias, los laboratorios científicos y los talleres prácticos, la biblioteca del colegio y su área de archivo, una mediateca y un salón de protocolo, en el antiguo coro alto de la iglesia, que presenta el techo de armadura más decorado y bello del edificio. Incluyendo en su conjunto el Aula Magna y un espacio de apoyo a la misma, multifunción, ubicada en la antigua iglesia conventual, con capacidad para grandes eventos.

Contará, además, con dos ascensores de personal, el primero ubicado en el interior de la torre campanario, aprovechando el conducto construido para igual función, en la primera mitad del siglo XX. El segundo, con estructura autoportante, mirador y sin cuarto de máquina, se ubicará en el vestíbulo, entre los claustros I y III, ubicación equidistante de todos los espacios.

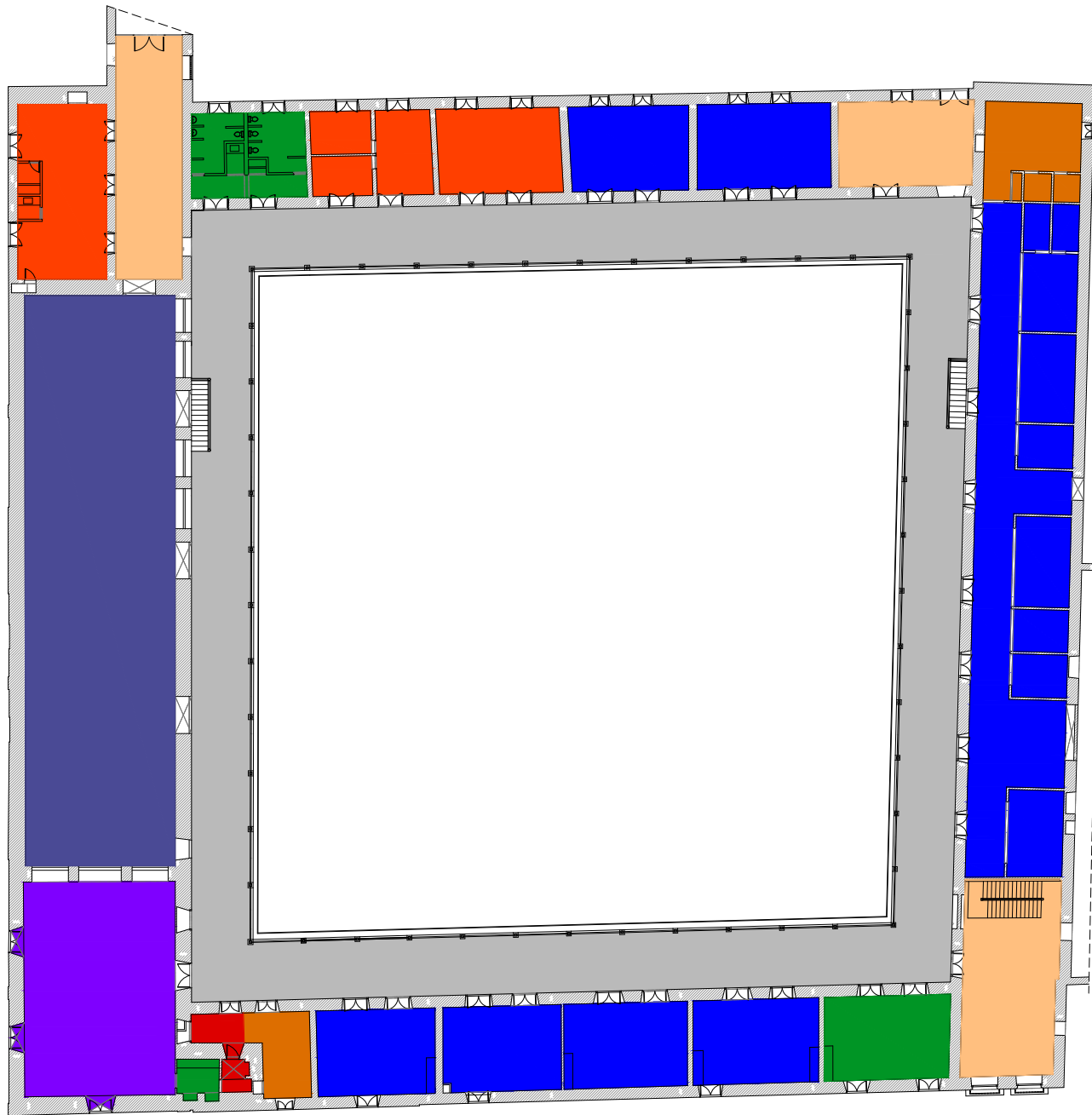
El Segundo Claustro, con un tamaño reducido, en comparación con el Primero, contará con el Bloque Administrativo, conformado por las cátedras de profesores, la Dirección del Colegio y sus Subdirecciones, la Secretaría Docente, las Oficinas Administrativas, los Almacenes. Allí también se ubicará el Museo de Sitio, localizado exclusivamente en la conocida como "Casa del Marino", construcción ubicada en el interior del patio del propio claustro, el cual complementará su exposición permanente, con exposiciones itinerantes, expuestas en locales de la planta baja, hacia la calle Cuba. Además, contará con una tienda para objetos de souvenir, para los visitantes del museo y los propios estudiantes foráneos que matriculen.

El Tercer Claustro funcionará como Bloque Sociocultural. El mismo será complemento del Primer Claustro, para albergar los talleres prácticos, funcionando, además, como



Progetto del Primo Chiostro: piano terra
Primer Claustro: planta baja

- | | |
|---|---|
|  Patio interior |  Patio interno |
|  Servicio sanitario |  Bagni |
|  Local técnico |  Locale tecnico |
|  Hall interclaustros |  Hall interna |
|  Local de seguridad |  Locali di sicurezza |
|  Reception general |  Reception |
|  Aula Magna |  Aula Magna |
|  Cabinas de apoyo Aula Magna |  Locali di servizio per Aula Magna |
|  Biblioteca |  Biblioteca |
|  Almacén biblioteca |  Libreria |
|  Talleres |  Uffici |
|  Elevador |  Ascensore |
|  Aula Conferencia |  Aula conferenza |



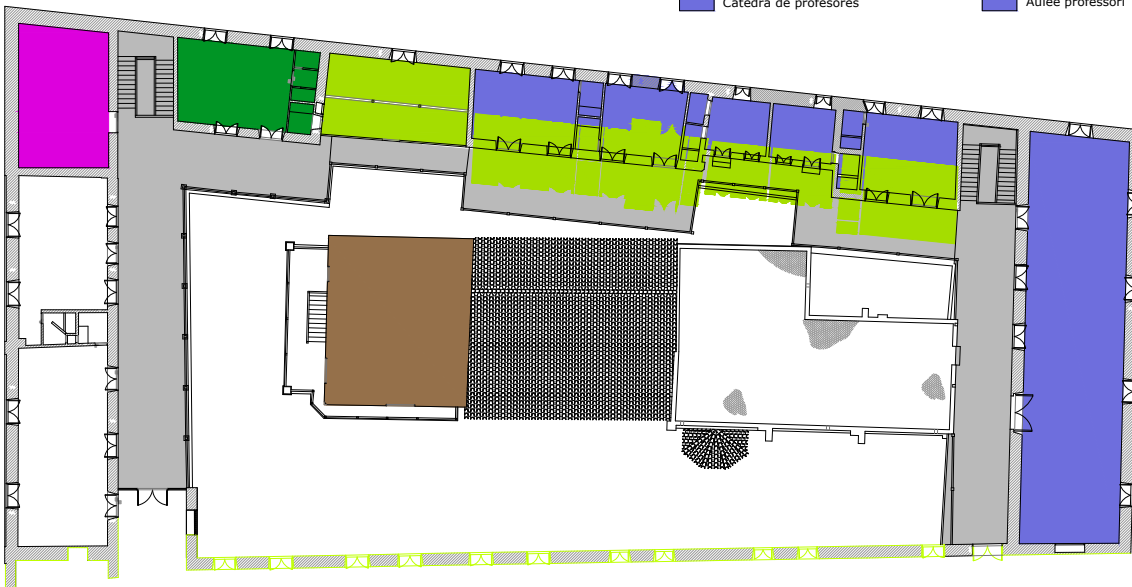
Progetto del Primo Chiostro: piano primo
Primer Claustro: planta alta.

 Patio interior	 Patio interno
 Servicio sanitario	 Bagni
 Local técnico	 Locale tecnico
 Hall interclaustros	 Hall interna
 Local de seguridad	 Locali di sicurezza
 Reception general	 Reception
 Aula Magna	 Aula Magna
 Cabinas de apoyo Aula Magna	 Locali di servizio per Aula Magna
 Biblioteca	 Biblioteca
 Almacén biblioteca	 Libreria
 Talleres	 Uffici
 Elevador	 Ascensore
 Aula Conferencia	 Aula conferenza



Progetto del Secondo Chiostro: piano terra
Segundo Claustro: planta baja

 Patio interior	 Patio interno
 Servicio sanitario	 Bagni
 Local técnico	 Locale tecnico
 Hall interclaustros	 Hall interna
 Salas expositivas	 Sala espositiva
 Almacén	 Negozio
 Oficinas	 Uffici
 Museo de sitio	 Museo del sito
 Local de seguridad	 Locali di sicurezza
 Dirección	 Direzione
 Càtedra de profesores	 Aulee professori



Progetto del Secondo Chiostro: piano primo
Segundo Claustro: planta alta

legame con la comunità scientifica locale. Offrirà corsi e laboratori per bambini e giovani, attività culturali ed eventi.

Per contenere le sopraccitate attività sarà costituito da tre sale polivalenti, una delle quali polifunzionale suddivisa da pannelli mobili che sarà in grado di adattarsi alle diverse occasioni. Il cortile interno sarà coperto con una pavimentazione permeabile, per eventuali attività all'aperto. La vegetazione sarà disposta in fioriere o vasi, che armonizzeranno l'ambiente, oltre all'incorporazione di una fontana di nuova concezione.

L'albero di ficus sulla facciata di Calle Habana sarà mantenuto come parte del complesso. Le radici e la chioma saranno potate in modo che non continuino a danneggiare la struttura. L'albero verrà quindi ancorato a terra per mezzo di tensori. Nei locali con affaccio verso l'albero sarà collocata una nuova scala in acciaio elicoidale ed orto-polygonale. Inoltre un lucernario traslucido sarà posto sul tetto, permettendo di osservare l'albero nella sua interezza.

Il Quarto Chiostro (ex frutteto del Convento) ospiterà un grande giardino ecologico e bio-sostenibile, combinando aree ricreative e produttive. Avrà un'amministrazione separata dal resto del centro di ricerca, anche se con un design integrato col resto del complesso. Fornirà un servizio alla residenza studentesca che sarà situata nel limitrofo ex convento di Las Teresas, e potrà accogliere anche gli abitanti del posto.

Lo scopo è quello di applicare criteri di sostenibilità basati sull'uso di energie rinnovabili, il trattamento e il riutilizzo delle acque grigie e piovane oltre sistemi di irrigazione efficienti ad alto risparmio di acqua, che combinano acqua piovana e di falda.

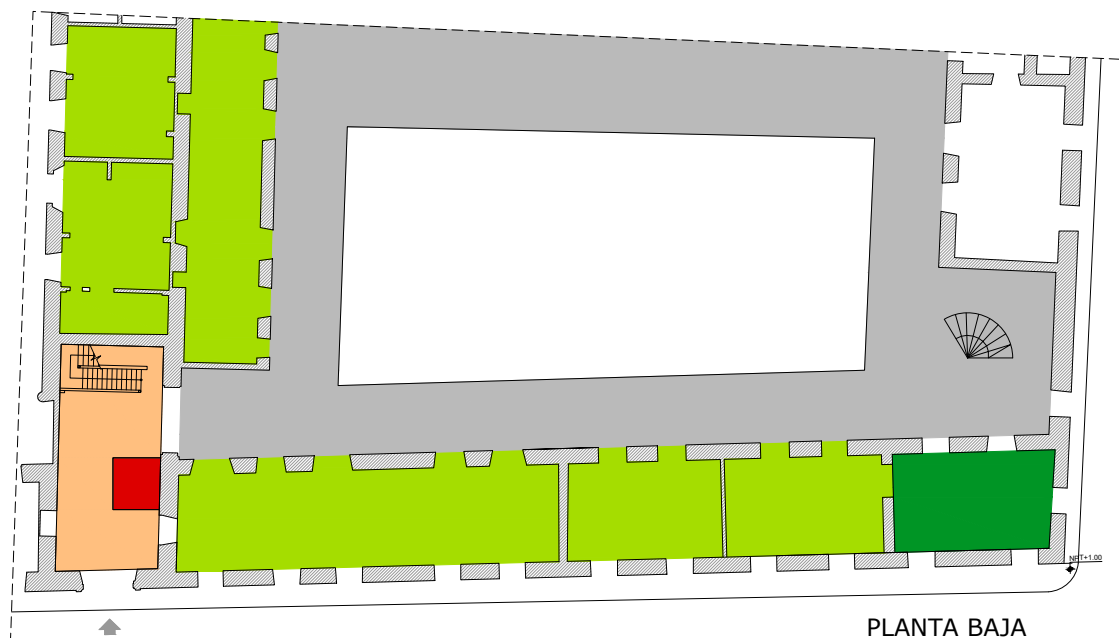
Ci sarà inoltre una stretta interazione con la comunità locale per la profusione di conoscenze specifiche sull'agricoltura ed il corretto consumo di cibo, grazie a corsi che si terranno nelle aule del Terzo Chiostro. A questo proposito verranno

esponente di intercambio de actividades y conocimiento, con otros centros y entidades, a su vez un estrecho vínculo hacia la comunidad de emplazamiento. Presentando cursos y talleres para niños y jóvenes, actividades culturales y eventos. Contará con tres salones multiusos, para dichas actividades, uno de ellos flexible en área, con posibilidad de adaptarse a las diversas funciones y dividirlo con paneles móviles. El patio interior será recubierto con un pavimento permeable, para posibles actividades al aire libre, utilizando la vegetación en jardineras o macetas, que permitan armonizar el entorno, además de la incorporación de una fuente de nuevo diseño.

Se mantendrá el árbol de la especie ficus, que se encuentra en la fachada de la calle Habana, como parte del conjunto. Se realizará una intervención de poda de raíces y copa, para que no continúe afectando la estructura, así como un anclaje independiente al paramento, mediante tensores. En el local, con la sección de fachada que alberga el árbol, se ubicará una nueva escalera helicoidal y orto poligonal de acero. En la cubierta del mismo se colocará un lucernario traslúcido, que permita observar el árbol en todo su conjunto.











El Cuarto Claustro (antigua huerta del Convento), comprenderá un gran jardín ecológico y bio-sustentable, que convine áreas de esparcimiento y áreas productivas. Contará con una administración independiente del Colegio, aunque con un diseño que se integra al conjunto. Brindará servicio a la residencia estudiantil, que se ubicará en el antiguo Convento de las Teresas, pudiendo vender sus excedentes a la población.

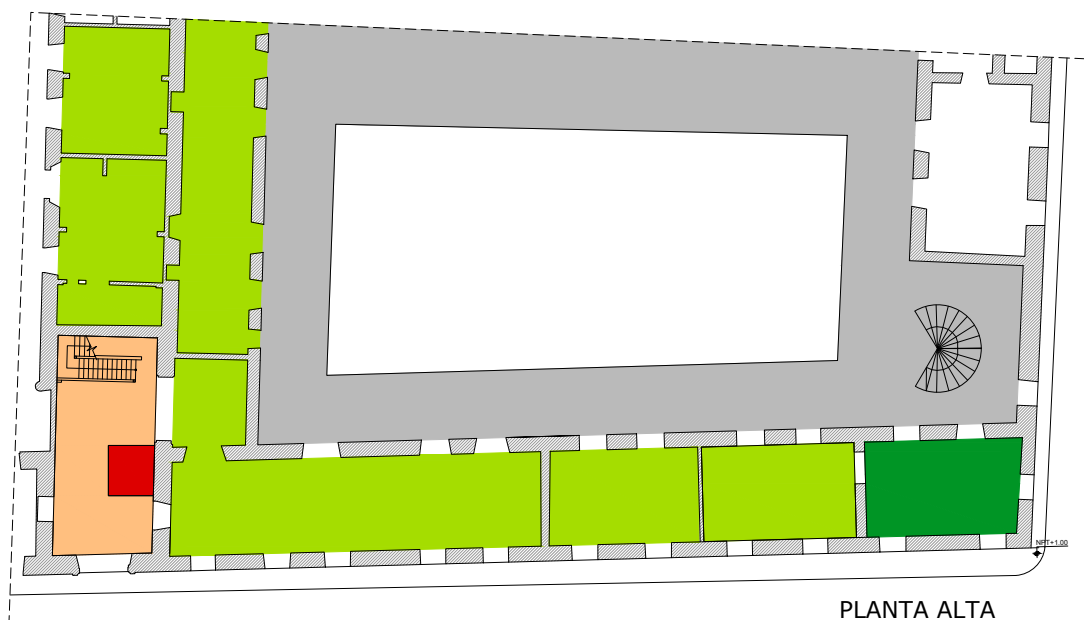
Con la nueva función, se pretende aplicar los criterios de sustentabilidad a partir del uso de energías renovables, el tratamiento y reutilización de aguas grises y sistemas de riegos eficientes que ahorren agua, utilizando las pluviales y las subterráneas. Además, tendrá una estrecha interacción con la comunidad, con el objetivo de dotar a la misma de



PLANTA BAJA
PIANO TERRA

Progetto del Terzo Chiostro: piano terra
Tercero Claustro: Planta baja

 Patio interior	 Patio interno
 Servicio sanitario	 Bagni
 Hall interclaustros	 Hall interna
 Oficinas	 Uffici
 Elevador	 Ascensore



PLANTA ALTA
PIANO PRIMO

Progetto del Terzo Chiostro: piano primo
Tercero Claustro: planta alta

inoltre coltivate piante aromatiche e medicinali, verdure e fiori.

Il Quarto Chiostro sarà dotato anche di locali di supporto, locali tecnici, servizi sanitari, punti di vendita degli alimenti raccolti, magazzini, spazi per semenzai e postazioni all'aperto. Si prevede inoltre la predisposizione di spazi per la preparazione di substrati (una miscela di terra e materia organica) per le aiuole tradizionali, locali per attrezzi, materiali e spazi coperti per piante da ombra.

Sarà presente anche una cisterna di nuova costruzione per uso sociale e un accesso di servizio veicolare attraverso la facciata sua Via Luz, sia a servizio della scuola che del frutteto. L'accesso sarà quindi uno spazio pavimentato per la circolazione dei veicoli di carico e del personale.

Avrà nei suoi dintorni aree pavimentate che permetteranno lo spostamento attraverso le diverse aree e garantiranno un momento per il riposo e la ricreazione.

Considerazioni generali del progetto ed indicazioni specifiche

Per quanto riguarda alcuni degli spazi specifici come l'Aula Magna, essa sarà dotata di una moderna tecnologia per lo svolgimento di eventi, sia all'interno che all'esterno del Centro Didattico. Sarà inoltre dotata di cabine per la traduzione simultanea, sistemi di illuminazione guidata, audio per conferenze e altro. Avrà anche una "Sala del Protocollo" nell'ex soppalco del coro.

Il Campanile che si trova nel Primo Chiostro sarà utilizzato solo per ospitare i servizi sanitari sia del piano terra che del piano superiore. Quelli disposti al primo piano per l'uso pubblico del chiostro e al secondo piano per l'uso privato della Sala del Protocollo. Sarà inoltre munito di un ascensore per disabili che permetterà l'accesso al secondo livello. Sulla sua sommità sarà prevista una croce di ferro, come simbolo a memoria storica della sua preesistenza, sarà inoltre un

conoscimento sobre la agricultura y el correcto consumo de los alimentos, cursos que se realizarán en las aulas del Tercer Claustro. Se pretende incorporar en los cultivos, plantas aromáticas, medicinales, hortalizas y flores.

Contará con locales de apoyo, cuartos técnicos, servicios sanitarios, puntos de venta de alimentos cosechados, almacenes, espacios para semilleros y posturas al aire libre, espacios para preparación de sustratos (mezcla de tierra y materia orgánica) para los canteros tradicionales, locales para implementos, materiales e insumos y espacios cubiertos para plantas de sombra.

Contará, además, con una cisterna, de nueva construcción, para uso social y un acceso vehicular de servicio por la fachada de Luz, tanto para uso del Colegio, como del Huerto, que incluirá un espacio pavimentado para la circulación de los vehículos de carga y el personal.

Tendrá entre su entorno, áreas pavimentadas, que permitan el recorrido por las diferentes áreas y pavimento para el descanso y el esparcimiento.

Consideraciones generales del proyecto e indicaciones específicas

El Aula Magna dispondrá de tecnología moderna de apoyo, para los posibles eventos, propios del Centro Docente o de fuera, con cabinas de traducción simultánea, sistemas de iluminación guiadas, audio para conferencias y otros. Contará con un Salón de Protocolo, en el antiguo Coro Alto, con vista al plenario.

En el Primer Claustro se ubica, además, la Torre Campanario. La misma funcionará sólo para albergar, en las plantas baja y altas, servicios sanitarios, en la primera de uso público del claustro y en la segunda, de uso privado del Salón de Protocolo; además, contará con uno de los ascensores para discapacitados, que permita acceder al segundo nivel. En su cima contará con la cruz de hierro, como símbolo histórico

ottimo scorcio per i punti di osservazione limitrofi.

Nel cortile interno del Primo Chiostrò sono presenti alcuni spazi che permettono di leggere parte della memoria storica del luogo. Uno di questi è la vecchia cisterna che riprenderà la sua funzione di immagazzinare l'acqua piovana per l'irrigazione delle aree verdi, per il lavaggio delle aree esterne e lo sciacquone dei bagni ma anche come riserva d'acqua del sistema antincendio. Avrà inoltre una presa d'acqua dall'acquedotto, che permetterà di riempirla nei periodi di scarse precipitazioni. L'acqua piovana verrà fatta confluire nella cisterna attraverso sistemi di raccolta costituiti da grondaie e condotti lungo il perimetro dei tetti inclinati verso la cisterna.

Gli ex bagni e la ex lavanderia verranno restaurati ed allestiti come luoghi da visitare per la narrazione della storia attraverso l'esposizione di pannelli informativi.

Probabilmente l'elemento che coglierà di più l'attenzione sarà la Fontana del Samaritano, la più antica fontana esistente nel paese. La fontana stessa sarà completamente restaurata, i condotti idraulici verranno sostituiti e sarà incorporata una pompa sommersa per farvi circolare l'acqua. Avrà anche la funzione di fontana ornamentale e verranno predisposti dei pannelli informativi con informazioni sul suo precedente utilizzo come fonte d'acqua del fosso reale. Verrà inoltre ricollegata agli antichi condotti originali ritrovati in occasione dei recenti scavi archeologici che la rifornivano di acqua piovana.

I quattro chiostrò hanno ingressi indipendenti, il che permette di separare le funzioni di base: insegnamento, turismo, scambio culturale e agricoltura. L'ingresso principale si trova nel primo chiostrò e conduce direttamente alla sala principale.

Le facciate non subiranno cambiamenti significativi, solo alcune aperture tamponate in occasione degli interventi precedenti verranno riaperte, permettendo una continuità

de lo que existió y con posible uso de mirador.

En el patio interior del Primer Claustro, se pueden observar algunos espacios que permiten recrear parte de la historia. Se encuentra el antiguo aljibe, el cual retomará la función de almacenamiento de aguas pluviales, para el uso en riego, de las áreas verdes, para limpieza de áreas y descarga de inodoros y la reserva del sistema contra incendios. El mismo contará con una entrada de agua del acueducto, que permita llenarlo en tiempos de pocas precipitaciones. Para el llenado, con el agua de lluvia, se activarán los sistemas de recogida de las mismas, mediante canalones y conductos, a lo largo del perímetro de las cubiertas, que canalicen hasta el aljibe.

A su vez se observan los antiguos baños de esclavas y la lavandería, los que se restaurarán y se dispondrán como espacios de visita y recuento de la historia, recreando sus antiguos usos con pancartas y exposiciones.

Posiblemente, como el elemento más atractivo, se encuentra la Fuente de La Samaritana, las más antigua en existencia del país. La propia se restaurará en su totalidad, se sustituirán los conductos hidráulicos y se incorporará una bomba sumergida que haga circular agua por ellos. Se empleará como fuente ornamental y se brindará información gráfica del uso anterior como fuente de servicio de agua de la zanja real. Además, se conectará a los sumideros originales encontrados en excavaciones arqueológicas, que la abastecían con agua pluvial

Los cuatro claustros cuentan con accesos independientes, que posibilitan independizar las funciones básicas: docente, turística, de intercambio cultural y agrícola. El acceso principal se ubica en el Primer Claustro y accede directamente al Vestíbulo Principal, por la calle Cuba.

Las fachadas no sufren cambios significativos, sólo se abren algunos vanos que fueron tapiados en intervenciones anteriores, permitiendo a su vez la continuidad rítmica, a lo largo

ritmica lungo le quattro strade che circondano l'edificio.

Per quanto riguarda I Chiostrì I e II, avendo il Grado di Protezione I, per il prestigio dei loro spazi, delle loro strutture e dei materiali originali presenti che risalgono del periodo conventuale. Da considerare inoltre che sono portatori di una storia molto longeva, che consiste in oltre 370 anni di continuo utilizzo, ulteriore motivazione per conservare al meglio gli spazi e adattarli alle nuove funzioni, senza arrecare danno o modifiche sostanziali.

I soffitti a capriate in legno saranno restaurati, le loro parti ed elementi danneggiati o mancanti saranno reintegrati. I muri di facciata e i muri divisorì saranno restaurati, senza eliminare le aperture o aggiungerne di nuove. Solo in alcuni casi sarà cambiata ad esempio una porta in finestra a secondo delle nuove necessità funzionali dei locali, mantenendo però il design e le proporzioni.

Le pavimentazioni si presentano in cattivo stato di conservazione ed in alcuni casi verranno integrati con dei nuovi dello stesso colore, consistenza e formato degli originali. Verranno comunque mantenute le porzioni originali superstiti che presentano un grado di conservazione accettabile.

Sui tetti, l'intero sistema di impermeabilizzazione verrà smontato, gli elementi in cattivo stato saranno sostituiti e rimpiazzati, aggiungendo un sistema di elementi ondulati tra il riempimento e le tegole come sistema di impermeabilizzazione per aumentare la prevenzione dell'ingresso di acqua piovana. Mantenendo l'inclinazione dei tetti che permetteranno l'evacuazione, la raccolta e l'utilizzo dell'acqua piovana. Sulle porzioni di tetto e dei mezzanini verranno sostituiti gli elementi danneggiati da parassiti ed altri agenti, in modo particolare gli elementi lignei tipo i tavolati ed altri elementi simili. I nuovi elementi lignei saranno rimpiazzati da elementi con le stesse caratteristiche strutturali, colore e durezza, così come le stesse dimensioni e la stessa tecnica di assemblaggio.

de las cuatro calles que circundan el edificio. Además, permite mostrar la antigüedad de la construcción y los materiales originales.

Los Claustros I y II, al ostentar el Grado de Protección I, por la conservación de sus espacios, sus estructuras y los materiales originales presentes, de la época conventual, así como la historia que presenta, con más de 370 años de uso, obliga a preservar los espacios y adecuarse a ellos con las nuevas funciones, sin dañarlos, ni modificarlos.

Los techos de armadura de madera, serán restaurados y reproducidas sus partes y elementos dañados o faltantes. Los muros de fachadas y tabiques divisorios, serán restaurados, sin eliminar vanos, ni adicionar nuevos que no hayan existido con anterioridad. Sólo podrán ser cambiado el uso de algunos, por ejemplo, una ventana por una puerta, según la necesidad de la nueva función de los locales, pero manteniendo el diseño y proporciones.

Los enchapes de pisos, al encontrarse en mal estado y en ocasiones con adiciones, se colocarán nuevos, de igual color, textura y formato a los originales, manteniendo espacios, sin sustituir, como testigo.

En las cubiertas será desmontado, en su totalidad, el sistema de impermeabilización de tejas criollas, se sustituirán los elementos en mal estado y se volverán a colocar, adicionando un sistema de plancha acanalada de la marca Onduline, entre el relleno y la teja, como sistema de impermeabilización, para aumentar el impedimento a la entrada de agua pluvial. Manteniendo así, las cubiertas inclinadas, de tejas criollas, que permiten la evacuación, recogida y utilización de las aguas pluviales. Se sustituirán los elementos dañados por plagas y agentes externos, de los techos y entresijos, como: pares, tirantes, tablazón, durmientes y otros. Para los nuevos elementos, se utilizará madera de igual característica estructural, color y dureza, así como dimensiones y técnica de montaje.

Il progetto rispetterà quindi la distribuzione originale degli spazi nel Primo e Secondo Chiostro, aggiungendo alcune divisioni leggere o rimovibili che non influenzano la struttura, la stratigrafia dei soffitti e l'originalità dei sistemi di costruzione, sia verticale che orizzontale.

Per quanto riguarda le soluzioni impiantistiche, i nuovi sistemi di aria condizionata, telefonia, televisione, sicurezza, antincendio e altri saranno il più possibile a vista. Il sistema di aria condizionata con unità interne indipendenti stanza per stanza che saranno collocate su pavimenti o pareti. Il sistema sarà inoltre centralizzato a partire dall'Aula Magna da cui partiranno i condotti tubolari esposti appesi al soffitto. L'illuminazione sarà installata alle pareti, ai soffitti, ai controsoffitti o appesa alle strutture del soffitto stesso.

A differenza dei primi due, il Terzo Chiostro ha Grado III di Protezione, poiché è quasi in rovina, con perdite importanti dei sistemi di copertura, delle gallerie, degli elementi verticali aggiunti in interventi passati. Si quantifica quindi un crollo per quasi metà del suo volume.

Premesso ciò, la proposta è quindi quella di un intervento contemporaneo che non rinnega l'esistente. A tal fine, nelle strutture verranno utilizzati nuovi materiali che si adattano alle nuove funzioni e non si scontrano con i dettagli originali. Ad esempio l'uso dell'acciaio nelle gallerie (colonne e travi), il mattone per le pareti e le partizioni, il cemento per i mezzanini e l'uso del legno, con nuovi disegni, per i tetti inclinati.

Le nuove gallerie ed i nuovi volumi avranno tetti piatti in cemento armato. I volumi conservati manterranno le coperture inclinate e impermeabilizzate con lo stesso sistema dei primi due chiostri, permettendo di dare continuità al complesso attraverso le facciate continue.

Il Quarto Chiostro che in passato fu adibito a frutteto, essendo ad oggi quasi sgombro con una funzione d'uso prettamente esterna, permette una maggiore libertà nel disegno

El proyecto respetará la distribución original de los espacios, en el Primer y Segundo Claustro, adicionando algunas divisiones ligeras o desmontables, que no afecten la estructura, ni la distribución de los techos, pudiendo observar la originalidad de los sistemas constructivos, tanto verticales como horizontales.

Las instalaciones de los nuevos sistemas de climatización, telefonía, televisión, seguridad, contra incendio y otros, serán expuestas en el mayor por ciento, con un sistema de climatización con unidades interiores independientes por locales, colocadas en pisos o paredes y centralizado en el Aula Magna, con el uso de conductos tubulares expuestos y colgados en el techo. La Iluminación será adosada, en paredes, techos o falsos techos o colgadas de las propias estructuras de los techos.

A diferencia de los dos primeros, el Tercer Claustro presenta Grado de Protección III, por encontrarse casi en ruinas, pérdida casi total de sus cubiertas, galerías y carpintería, elementos verticales adicionados en intervenciones pasadas y derrumbe de casi la mitad de su volumen.

Por tanto, es permitido una intervención contemporánea, que no se separe de lo existente, pero que no lo reproduzca. Para ello se utilizarán nuevos materiales en las estructuras, que se adapten a las nuevas funciones y no discuta con los detalles originales, con uso del acero en las galerías (columnas y vigas), el ladrillo para los muros y tabiques, el hormigón para los entresijos y el uso de la madera, con diseños nuevos, para los techos inclinados.

Las galerías y volúmenes nuevos, contarán con cubiertas planas, de hormigón armado. Los volúmenes que se conservan mantendrán las cubiertas inclinadas e impermeabilizadas con el propio sistema de los dos primeros claustros, permitiendo dar una continuidad al conjunto, a través de las fachadas corridas.

El Cuarto Claustro, por la función exterior que presenta, la

pur tenendo in considerazione la storia e l'antichità di tutto il complesso. Il muro adiacente, l'unico muro originale dello spazio, sarà mantenuto e rispettato, creando aperture per l'accesso e l'interazione con l'esterno.

Per quanto riguarda il mobilio, in tutto il centro di ricerca mobili, infissi e arredi saranno incorporati per fondersi con l'edificio storico e fornire comfort e buon uso dello spazio. Tutti gli apparecchi d'illuminazione, le panche, le sedie, le scrivanie, i tavoli degli studenti e gli altri mobili saranno contemporanei, senza eccessive decorazioni.

I controsoffitti non saranno installati in spazi con soffitti a capriate ma solo in caso di alta necessità. Il fine è quello di permettere di osservare l'edificio in tutta la sua originalità, mostrando al piano superiore i soffitti a capriate e al piano terra le trave di solaio.

Le piastrelle del pavimento saranno simili a quelle originali per dimensioni, consistenza e colore tranne che nei bagni, nell'Aula Magna, nel suo Salone annesso e nel Salone del Protocollo dove saranno in marmo. Nel terzo Chiostro la pavimentazione varierà con un nuovo design specifico.

Ricostruzione del Terzo chiostro

La ricostruzione del III chiostro prevede l'insieme eterogeneo di tutti gli interventi di restauro, ricostruzione, completamento e nuova costruzione degli spazi. In linea temporale dovrà avvenire in un momento durante il quale il Centro avrà già avviato le sue attività e gli studenti saranno coinvolti nelle operazioni di rilievo, analisi e progettazione.

Le rovine sopravvissute alle demolizioni post-rivoluzionarie costituiranno i laboratori a cielo aperto per la formazione degli studenti, prima di diventare dei laboratori effettivi con aule attrezzate e specializzate a seconda degli insegnamenti. Il nuovo chiostro verrà completato con la ricostruzione dell'ala sud, che sarà adibita a biblioteca, e con il ripristino del patio centrale sul modello del I chiostro.

no existencia de construcción en el momento de intervenirlo, además del uso de huerta que cumplía en el pasado, permite una libertad en el diseño, aunque sin separarse de la historia y antigüedad del conjunto. Se respetará el muro colindante, único original del espacio, realizando aberturas para accesos e interacción con el exterior.

En todo el colegio se incorporarán mobiliarios, accesorios y equipamientos que se integren al edificio histórico y brinden confort y buen uso del espacio. Todas las luminarias, bancos, sillas, buros, mesas de estudiantes y otros muebles, serán contemporáneas, sin decoración excesiva.

No se colocarán falsos techos en espacios con techos de armadura y sólo en casos muy necesarios, permitiendo observar el edificio en toda su originalidad, en planta alta los techos de armaduras en planta baja la viga y tablazón.

Los enchapes serán similares a los originales, en dimensión, textura y color, excepto en los baños, Aula Magna, Salón Anexo al Aula Magna y Salón de Protocolo, que serán de mármol y en el Claustro III, que variará por el nuevo diseño.

Reconstrucción de la cláusula tercera

La reconstrucción del Claustro III supone la combinación heterogénea de toda la restauración, reconstrucción, finalización y nueva construcción de los espacios. Deberá tener lugar en un momento en el que el Centro ya haya iniciado sus actividades y los estudiantes participen en las operaciones de encuesta, análisis y diseño.

Las ruinas que sobrevivieron a las demoliciones posrevolucionarias servirán de laboratorios al aire libre para la formación de los estudiantes, antes de convertirse en verdaderos laboratorios con aulas equipadas y especializadas según las enseñanzas. El nuevo claustro se completará con la reconstrucción del ala sur, que se utilizará como biblioteca, y la restauración del patio central sobre el modelo del primer claustro.

Questa fase si considererà conclusa con la messa in funzione delle aule specializzate, della biblioteca e delle aule studio, con il l'installazione di una fontana al centro del patio collegata al sistema di recupero delle acque piovane, con il restauro delle facciate su calle Sol e calle Habana e, non per ultima, con la messa in sicurezza dell'albero che cresce all'angolo tra le due strade.

Concept

Il concetto alla base della ricostruzione è quello di riportare in vita il III chiostro dalle sue ceneri, coinvolgendo nell'iter progettuale gli studenti dei primi anni. Quel che resta della vecchia struttura sono poco più che dei ruderi, ma con degli elementi di valore assoluto che vanno preservati e rivalorizzati nella nuova proposta. Il III chiostro vuole essere l'elemento di collegamento tra i primi due e quello che sarà il IV, rappresenta la linea storica che dal Convento porta al nuovo Centro, passando per le altre funzioni che ha rivestito nel mentre, costituisce l'anello mancante tra passato e futuro, sospeso in un presente tangibile ma non in grado di essere realizzato se non con una ricostruzione ad hoc. Pertanto, il progetto mira a ristabilire la forma claustrale con la costruzione di una nuova ala a sud che separa dalla vecchia huerta, ripristinare i collegamenti con il primo chiostro di cui sarà la naturale espansione, simboleggiata dalla scansione verticale del patio in colonne e pilastri, e posizionare una fontana nel centro geometrico, dove un tempo un'altra fontana era già presente, ma circondata dal verde anziché dai parcheggi. Tradizione e innovazione si fondono nel recupero degli archi in laterizio dalla pregevole fattura e delle strutture esistenti, nella valorizzazione della pianta che cresce all'interno della facciata su calle Habana e nell'installazione di nuovi elementi più vicini alla cultura contemporanea, quali la fontana e le facciate della biblioteca. Una sorta di nodo che segna la fine del primo pezzo di corda e l'inizio del

Esta fase se considerará completada con la puesta en marcha de las aulas especializadas, la biblioteca y las salas de estudio, la instalación de una fuente en el centro del patio conectada al sistema de recuperación de aguas pluviales, la restauración de las fachadas de la calle Sol y la calle Habana y, por último, el aseguramiento del árbol que crece en la esquina de las dos calles.

Concepto

El concepto que subyace a la reconstrucción es hacer renacer el III claustro de sus cenizas, implicando a los alumnos de los primeros cursos en el proceso de diseño. Lo que queda de la antigua estructura son poco más que ruinas, pero con elementos de absoluto valor que deben ser conservados y revalorizados en la nueva propuesta. El tercer claustro pretende ser el elemento de unión entre los dos primeros y el que será el cuarto, representando la línea histórica que lleva del Convento al nuevo Centro, pasando por las otras funciones que ha tenido entretanto, constituyendo el eslabón perdido entre el pasado y el futuro, suspendido en un presente tangible pero incapaz de realizarse si no es mediante una reconstrucción ad hoc. Por ello, el proyecto pretende restablecer la forma claustral con la construcción de una nueva ala al sur que la separe de la antigua huerta, restablecer las conexiones con el primer claustro del que será la expansión natural, simbolizada por el escaneo vertical del patio en columnas y pilares, y colocar una fuente en el centro geométrico, donde antes había otra fuente, pero rodeada de vegetación en lugar de plazas de aparcamiento. Tradición e innovación se unen en la recuperación de los bellos arcos de ladrillo y las estructuras existentes, en la puesta en valor de la planta que crece en el interior de la fachada de la calle Habana, y en la instalación de nuevos elementos más cercanos a la cultura contemporánea, como la fuente y las fachadas de la biblioteca. Una especie de nudo marca el final del primer trozo de

secondo, stringendoli in un tutt'uno in grado da essere considerato un elemento unico.

Proposta di progetto

L'assetto odierno del III chiostro risale alla metà del secolo scorso, quando una serie di demolizioni senza criterio hanno quasi raso completamente al suolo tutto quello che vi era di costruito. Solo una celere interruzione della stessa ha permesso di far pervenire ad oggi le rovine superstiti. Testimonianza importante per conoscere il layout dell'impianto originale e, con esso, i materiali e le tecnologie impiegate nella costruzione e nei successivi restauri. L'obiettivo principale è proprio quello di recuperare e valorizzare le parti giunte a noi attraverso un'opera di rilievo, restauro e riquadratura.

Gli studenti dei primi anni del centro di ricerca avranno libero accesso al cantiere e verranno coinvolti nell'iter progettuale, il quale costituirà il programma di alcune discipline insegnate nel Centro. Insieme al recupero di queste rovine, sarà integrato il progetto di nuova edificazione dell'ala sud, che separa III e IV chiostro, e il disegno della corte interna.

L'idea è quella di assegnare i nuovi spazi così costituiti interamente allo studio nelle ali nord e ovest, che un tempo ospitavano le celle delle suore. Sono inoltre previsti gli uffici dei vari enti e verranno collocate delle aule specializzate e attrezzate come laboratori per varie le discipline.

l'ala sud appena ricostruita conterrà una biblioteca su due piani nella quale sono previste, oltre alle sale per consultazione e lo studio, anche spazi di ristoro e relax, sul modello culturale nordeuropeo.

Nell'ala est, adiacente al primo chiostro, i due livelli ospiteranno due grandi aule studio. Il patio sarà ricostruito con colonne, archi al pianterreno e pilastri in legno al primo livello, poiché, dopo aver condotto le indagini sull'esistente, si è riscontrato come questa soluzione sia idonea a resistere

alla caduta della prima corda e al momento del secondo, tensandoli in un tutto che può essere considerato un solo elemento.

Propuesta de proyecto

La disposición actual del tercer claustro se remonta a mediados del siglo pasado, cuando una serie de demoliciones sin criterio arrasó casi por completo todo lo que allí se había construido. Sólo una rápida interrupción de estas permitió que las ruinas supervivientes llegaran hasta nuestros días. Se trata de un importante testimonio de la disposición de la estructura original y, con ella, de los materiales y tecnologías utilizados en su construcción y posterior restauración. El objetivo principal es precisamente recuperar y valorizar las piezas que han llegado hasta nosotros a través de trabajos de prospección, restauración y reurbanización.

Los estudiantes de los primeros años del centro de investigación tendrán libre acceso al recinto y participarán en el proceso de diseño, que constituirá el programa de algunas de las disciplinas que se imparten en el centro. Junto con la recuperación de estas ruinas, se integrará el proyecto de la nueva construcción del ala sur, que separa los claustros 3º y 4º, y el diseño del patio interior.

La idea es destinar los espacios recién creados íntegramente al estudio en las alas norte y oeste, que antes albergaban las celdas de las monjas. También se han previsto las oficinas de las distintas instituciones, y se colocarán aulas especializadas y equipadas como laboratorios para diversas disciplinas.

El ala sur, recién reconstruida, contendrá una biblioteca de dos plantas en la que, además de salas de consulta y estudio, habrá zonas de refresco y descanso, siguiendo el modelo cultural del norte de Europa.

En el ala este, adyacente al primer claustro, los dos niveles albergarán dos grandes salas de estudio. El patio se reconstruirá con columnas y arcos en la planta baja y pilares de madera en el primer nivel, ya que, tras investigar la estructura

alle sollecitazioni di progetto. Il centro del patio verrà occupato da un giardino geometrico, diviso in quattro aiuole con linee perpendicolari alla cui intersezione sorgerà una nuova fontana, in stile contemporaneo. Essa sarà posizionata esattamente nel punto dove un tempo era già presente una fontana in stile classico, ma poi andata perduta. Come copertura, i rami rampicanti della pianta esotica Bouganvillea rivestiranno un pergolato per garantire l'ombra sulle panchine poste intorno alla fontana, rendendo tale spazio gradevole per la lettura.

Al III chiostro si potrà accedere direttamente dagli ingressi su calle Sol e su calle Habana (attraverso il portale decorato in stile barocco con modanature in cemento) oppure passando dal I chiostro o dagli ingressi posti sul lato lungo della biblioteca che dà sul IV chiostro. Le facciate che contengono i portali di accesso saranno anch'esse oggetto di un restauro finalizzato all'eliminazione o al contenimento dei degradi esistenti e alla riapertura delle finestre che erano state murate. I collegamenti al piano sono garantiti dal loggiato e dalla galleria, mentre quelli verticali dai due nuovi corpi scale inseriti nell'ingresso su calle Sol e all'angolo tra le aule studio e la biblioteca. Completano il III chiostro i servizi collocati all'interno della biblioteca, accanto a quello che sarà uno degli ingressi alla stessa dal IV chiostro.

Uno dei temi molto affascinanti è l'albero su calle Habana. Questo esempio di possibile convivenza tra natura e architettura, più unico che raro, va tutelato, messo in sicurezza e valorizzato. La proposta pertanto prevede di isolarlo dal resto dei locali, compartimentando l'assetto murario in modo che eventuali problemi causati dall'albero non vadano a coinvolgere tutta la facciata ma soltanto una sua porzione. Intorno ad esso sorgerà un piccolo cortile interno, uno spazio aperto senza coperture, destinato alla contemplazione e alla lettura.

Le pareti delle aule che si affacciano su di esso saranno

esistente, se comprobó que esta solución es adecuada para soportar los esfuerzos de diseño. El centro del patio estará ocupado por un jardín geométrico, dividido en cuatro parterres de líneas perpendiculares, en cuya intersección se levantará una nueva fuente de estilo contemporáneo. Se colocará exactamente en el lugar en el que se encontraba una fuente de estilo clásico, pero que se ha perdido. Como cobertura, las ramas trepadoras de la planta exótica Buganvillea cubrirán una pérgola para dar sombra a los bancos colocados alrededor de la fuente, haciendo este espacio agradable para la lectura.

Al tercer claustro se puede acceder directamente desde las entradas de la calle Sol y la calle Habana (a través del portal decorado en estilo barroco con molduras de cemento) o a través del primer claustro o desde las entradas del lado largo de la biblioteca que dan al cuarto claustro. También se restaurarán las fachadas que contienen los portales de acceso con el objetivo de eliminar o contener el deterioro existente y reabrir las ventanas que habían sido tapiadas. Las conexiones en el suelo las proporcionan la logia y la galería, mientras que las conexiones verticales las proporcionan las dos nuevas escaleras insertadas en la entrada de la calle Sol y en la esquina de las salas de estudio y la biblioteca. El tercer claustro se completa con los servicios situados en el interior de la biblioteca, junto a lo que será una de las entradas a la misma desde el cuarto claustro.

Uno de los temas más fascinantes es el árbol de la calle Habana. Este ejemplo de posible coexistencia entre naturaleza y arquitectura, más único que raro, debe ser protegido, asegurado y potenciado. Por ello, se propone aislarlo del resto del local, compartimentando la estructura de los muros para que los posibles problemas causados por el árbol no afecten a toda la fachada, sino sólo a una parte de ella. A su alrededor se levantará un pequeño patio interior, un espacio abierto sin cubierta, destinado a la contemplación y la lectura.

vetrate come a incorniciare la vista sull'albero stesso, rendendolo il manifesto del tipo di restauro e di architettura che si vogliono insegnare all'interno della scuola. Altro focus importante è la ricostruzione della biblioteca a partire dei resti dell'ala sud rappresentati dall'arco in mattoni ancora in piedi. La scansione visibile in questa porzione muraria verrà riprodotta per ricostruire le facciate della biblioteca secondo il layout originale, confrontato anche con la originale distribuzione in pianta ma con l'inserimento di aperture dal design più contemporaneo. Il lato della biblioteca che affaccia su calle Habana sarà, invece, completamente vetrato, sia per una questione funzionale di portare luce all'interno della biblioteca, sia per l'intento simbolico e formale di voler denunciare la nuova costruzione distaccandosi dai muri austeri in tapial. Lo stesso concetto viene ripreso all'altro estremo del IV chiostro proprio a simboleggiare l'inizio e la fine delle nuove costruzioni.

Las paredes de las aulas que dan al árbol estarán acristaladas para enmarcar la vista del propio árbol, convirtiéndolo en el manifesto del tipo de restauración y arquitectura que se va a enseñar en la escuela. Otro punto importante es la reconstrucción de la biblioteca a partir de los restos del ala sur representados por el arco de ladrillo que aún se conserva. El escaneo visible en esta parte de la pared se reproducirá para reconstruir las fachadas de la biblioteca según la disposición original, también comparada con la distribución en planta original, pero con la inclusión de aberturas de diseño más contemporáneo. El lado de la biblioteca que da a la calle Habana será, en cambio, completamente acristalado, tanto por una cuestión funcional de aportar luz a la biblioteca, como por la intención simbólica y formal de querer denunciar la nueva construcción rompiendo con los austeros muros de tapial. El mismo concepto se retoma en el otro extremo del IV claustro, precisamente para simbolizar el comienzo y el final de la nueva construcción.

Ringraziamenti

Si desidera esprimere la più sincera gratitudine a tutte le istituzioni e le persone che hanno reso possibile la realizzazione di questo libro. In primo luogo, un sentito ringraziamento va a ARCS, alla Oficina de l’Historiador de la Ciudad de la Habana – OHCH ed alla Empresa Restaura per il loro prezioso supporto e la loro instancabile dedizione.

Un grazie particolare va a Assorestauo “Centro di Formazione per il Restauro e il Design”, sostenuto da ICE e MISE (2016-2018), e alla Fondazione Tecnalìa per il loro contributo fondamentale. Si ringraziano inoltre Arci Toscana e DiaCon srl, già Spin-off dell’Università degli Studi di Firenze, il cui sostegno è stato cruciale.

Un ringraziamento va al Laboratorio Materiali Lapidei e Geologia Applicata, dell’Ambiente e del Paesaggio dell’Università degli Studi di Firenze per la loro collaborazione e il loro impegno nella ricerca e nella conservazione.

Infine, un ringraziamento speciale è rivolto al Maestro Eusebio Leal Spengler. La sua impronta, la sua dedizione e il suo impegno accompagneranno sempre nella conservazione e nella difesa della storia e della cultura non solo della nazione cubana, ma del mondo intero. La sua passione e il suo lavoro resteranno una fonte d’ispirazione per tutti.

Agradecimientos

Se desea expresar la más sincera gratitud a todas las instituciones y personas que han hecho posible la realización de este libro. En primer lugar, un sincero agradecimiento a ARCS, la Oficina del Historiador de la Ciudad de La Habana – OHCH y la Empresa Restaura por su valioso apoyo y su incansable dedicación.

Un agradecimiento especial a Assorestauo “Centro de Formación para la Restauración y el Diseño”, apoyado por ICE y MISE (2016-2018), y a la Fundación Tecnalìa por su contribución fundamental. También se agradece a Arci Toscana y DiaCon srl, anteriormente Spin-off de la Universidad de Estudios de Florencia, cuyo apoyo ha sido crucial.

Un agradecimiento al Laboratorio de Materiales Pétreos y Geología Aplicada, del Ambiente y del Paisaje de la Universidad de Estudios de Florencia por su colaboración y su compromiso en la investigación y conservación.

Finalmente, un agradecimiento especial al Maestro Eusebio Leal Spengler. Su herencia, su dedicación y su compromiso siempre acompañarán en la conservación y defensa de la historia y la cultura no solo de la nación cubana, sino del mundo entero. Su pasión y su trabajo seguirán siendo una fuente de inspiración para todos.

Profili degli autori | Perfiles de los autores

Sara Calandra

Dottore in Scienze Chimiche, assegnista di ricerca presso il Dipartimento di Scienze della Terra (DST-UNIFI), dove si occupa dello studio dei materiali lapidei naturali ed artificiali con un approccio multi-analitico. Autrice di numerose pubblicazioni nazionali ed internazionali nel campo della diagnostica e conservazione dei Beni Culturali.

Doctor en Ciencias Químicas, becario investigador del Departamento de Ciencias de la Tierra (DST-UNIFI), donde se ocupa del estudio de materiales pétreos naturales y artificiales con un enfoque multianalítico. Autor de numerosas publicaciones nacionales e internacionales en el campo del diagnóstico y conservación del patrimonio cultural.

Emma Cantisani

Geologa, prima ricercatrice presso l'Istituto di Scienze del Patrimonio Culturale del CNR, si occupa di archeometria e conservazione di materiali lapidei naturali ed artificiali. Autrice di più di cento pubblicazioni su riviste nazionali ed internazionali, è componente del Collegio dei docenti del Dottorato Nazionale in Heritage Science.

Geóloga, primera investigadora del Instituto de Ciencias del Patrimonio Cultural del CNR, se ocupa de la arqueometría y de la conservación de materiales pétreos naturales y artificiales. Autora de más de cien publicaciones en revistas nacionales e internacionales, es miembro del consejo docente del Doctorado Nacional en Ciencias del Patrimonio.

Pedro Ramón Cuétara Pérez

Laureato in Conservazione e Gestione del Patrimonio Storico e Culturale, presso il Collegio Universitario San Gerónimo dell'Avana nel 2017. È specializzato in progetti di rilievo, qualificazione e documentazione di edifici storici, attraverso il rilievo digitale e la modellazione 3D.

Licenciado en Preservación y Gestión del Patrimonio Histórico y Cultural, en el Colegio Universitario San Gerónimo de La Habana en el año 2017. Es especialista en proyectos de Levantamiento, Calificación y Documentación de Edificios Patrimoniales, mediante levantamiento digital y modelación 3D.

Carlo Alberto Garzonio

Professore Ordinario di Geologia Applicata presso l'Università degli Studi di Firenze. È stato Direttore del Dipartimento di Scienze della Terra (DST) e del Dipartimento di Restauro e Conservazione dei Beni Architettonici. È responsabile del Laboratorio LAM, Materiali Lapedei e Geologia dell'Ambiente e del Paesaggio, riferimento dell'Università di Firenze per le analisi fisiche, geomeccaniche e la diagnostica per il restauro dei beni architettonici.

Profesor Titular de Geología Aplicada de la Universidad de Florencia. Fue Director del Departamento de Ciencias de la Tierra (DST) y del Departamento de Restauración y Conservación del Patrimonio Arquitectónico. Es responsable del Laboratorio LAM, Materiales Pétreos y Geología Ambiental y del Paisaje, punto de referencia de la Universidad de Florencia para análisis y diagnósticos físicos, geomecánicos para la restauración del patrimonio arquitectónico.

Raúl Gortázar Fernández

Architetto, dirige il Dipartimento di Architettura, Ingegneria e Urbanistica della Compagnia Restaura dell'OHCH. È progettista generale della futura scuola di Santa Clara. Laureato alla CUJAE, ha più di 10 anni di esperienza nel restauro del patrimonio dell'Avana Vecchia, compreso il Campidoglio Nazionale di Cuba, contribuendo alla conservazione del patrimonio storico della città.

Arquitecto, dirige el departamento de Arquitectura, Ingeniería y Urbanismo en la Empresa Filial Restaura de la OHCH. Es Proyectista General del futuro Colegio Santa Clara. Graduado en la CUJAE, cuenta con más de 10 años de experiencia en restauración patrimonial en La Habana Vieja, incluyendo el Capitolio Nacional de Cuba, contribuyendo a la preservación del patrimonio histórico de la ciudad.

Alberto Hernández Oroza

Ingegnere Chimico laureato presso l'Università Tecnologica dell'Avana. Dirige il Dipartimento Diagnosi e Rilievo della Società Controllata Restaura da dove vengono coordinati ed elaborati diversi progetti di ricerca, didattica e conservazione nazionali ed internazionali.

Ingeniero Químico graduado en la Universidad Tecnológica de La Habana. Dirige el Departamento de Diagnóstico y Levantamiento de la Empresa Filial Restaura desde donde se coordinan y procesan diversas actividades de investigación, docencia y proyectos nacional e internacionales para la conservación.

Alina Romeo Sáez

Laureata in Biologia nel 1986 presso l'Università dell'Avana. Studia le problematiche del biodeterioramento dei materiali. Attualmente lavora nel Dipartimento di Diagnostica e Indagine della Società Controllata Restaura (OHCH), dirigendo il Laboratorio di Biologia e Microbiologia.

Graduada en el año 1986 de Licenciada en Biología de la Universidad de La Habana. Estudia temas del biodeterioro de materiales. Actualmente trabaja en el Departamento de Diagnóstico y Levantamiento de la Empresa Filial Restaura (OHCH) dirigiendo el Laboratorio de Biología y Microbiología.

Renato Spera

Laureato in architettura nel 2021 a Firenze con una tesi dal titolo Progetto di Recupero e Riqualificazione del Convento di Santa Clara de Asís, La Habana, Cuba, nel 2022 si iscrive all'Albo degli Architetti di Firenze. Oggi si occupa della gestione di progetti di ricerca multidisciplinari finanziati con fondi europei e nazionali presso l'Università degli Studi di Firenze in qualità di Project Manager.

Licenciado en arquitectura en 2021 en Florencia con tesis titulada Proyecto de Recuperación y Reurbanización del Convento de Santa Clara de Asís, La Habana, Cuba, en 2022 se inscribe en el Registro de Arquitectos de Florencia. Actualmente se ocupa de la gestión de proyectos de investigación multidisciplinarios financiados con fondos europeos y nacionales en la Universidad de Florencia como Project Manager.

Bibliografia | Bibliografía

- Binda L., Saisi A. (2009). *Application of NDTs to the diagnosis of Historic Structures*. NDTCE'09, Non-Destructive Testing in Civil Engineering. 7th International Symposium on Nondestructive Testing in Civil Engineering 30 June - 3 July 2009, Nantes, France.
- Brimblecombe P., Grossi C.M., & Harris I. (2011). *Il cambiamento climatico è critico per il patrimonio culturale*. In «Sopravvivenza e sostenibilità» (pp. 195-205), Springer, Bologna, Italia.
- Di Turo, F., Proietti, C., Screpanti, A., Fornasier M.F., Cionni, I., Favero, G., & Marco, A. D. (2016). *Impatti dell'inquinamento atmosferico sulla corrosione del patrimonio culturale a livello europeo: cosa è stato raggiunto e quali sono gli scenari futuri*. *Inquinamento ambientale*, 1-9. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.envpol.2016.07.042.
- Ferrari, C., Santunione, G., Libbra, A., Muscio, A., Sgarbi, E., Siligardi, C., & Barozzi, G. S. (2015). *Rassegna sull'influenza del deterioramento biologico sulle proprietà superficiali dei materiali da costruzione: Organismi, materiali e metodi*. *Journal of Design & Nature and Ecodynamics*, 10(1), 21-39.
- Grossi, C.M., Brimblecombe, P. (2007). *Effect of long-term changes in air pollution and climate on the decay and blackening of European stone buildings*. Geological Society, London, Special Publications. Doi: https://doi.org/10.1144/GSL.SP.2007.271.01.13.
- Hasníková, H., Kuklík, P. (2014). *Various non-destructive methods for investigation of timber members from a historical structure*. *Wood research*, 59(3), 411-420.
- Helal, J., Sofi, M., Mendis, P. (2015). *Non-Destructive Testing of Concrete: A Review of Methods*. *Electronic Journal of Structural Engineering*, Volume 14(1), p. 97-105. Doi: https://doi.org/10.56748/ejse.141931.
- Kumar, P., Imam, B. (2013). *Footprints of air pollution and changing environment on the sustainability of built infrastructure*. *Science of The Total Environment*, Volume 444 p. 85-101. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2012.11.056.
- Leal Spengler, E. (2018). *Proemio. Para No Olvidar. Testimonio gráfico de la restauración del Centro Histórico de la ciudad de La Habana*. Ediciones Boloña, La Habana, Cuba. Libro IV, p. 10.
- Liñán, C.R., Conde, J.M., Hita, P.R.d., Gálvez, F.P. (2011). *Inspección mediante técnicas no destructivas de un edificio histórico: oratorio San Felipe Neri (Cádiz)*. *Building Reports*, 63(521), p. 13-22. Doi:http://dx.doi.org/10.3989/ic.10.032.
- Morales-Conde, M.J., Rodríguez-Liñán, C., Rubio de Hita, P. (2013). *Application of Non-Destructive Techniques in the Inspection of the Wooden Roof of Historic Buildings: A Case Study*. *Advanced Materials Research*, Volume 778, p. 233-242. Doi:10.4028/www.scientific.net/AMR.778.233.
- Norma Cubana. (1988). NC 53-179:88. *Estructuras in legno. Metodo di calcolo*. La Habana, Cuba.
- Oroza, A.H. (2019). *Impacto de la contaminación ambiental en edificios históricos de La Habana. Efecto del cambio climático futuro*. *Revista Ingeniería de Construcción*, 33(3), 219-228. doi:http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732018000300219.
- Ortega, N.F., Ripani, M. (2007). *Experiencia en el uso de ensayos no destructivos en el análisis de estructuras de hormigón afectadas por diversas situaciones patológicas*. IV Conferencia Panamericana de END Buenos Aires, Argentina.
- Ortiz, R., Fuentes, N., Jamet, A., Moya, A., González, M., Varela, M.P., Martínez, P. (2017). *Evaluación resistográfica en elementos de maderas desfibradas de la torre de lixiviación de la oficina salitrera Santa Laura en Chile*. *Patrimonio de la Humanidad*. *Informes de la Construcción* Vol. 69, 547, 209 julio-septiembre 2017 ISSN-L: 0020-0883 doi: http://dx.doi.org/10.39 89/id54678.
- Alvarez A., Gil L., López V., Monfort G., Navarro P., Palaia L., Pérez C., Sánchez R., Tormo S., (2008), *Assessment of Timber Structures in Service, by Using Combined Methods of Non-Destructive Testing Together with Traditional Ones*, Proc 9th International Conference on NDT of Art, Jerusalem Israel, 25-30
- Tucci, G., & Bonora, V. (2017). *Torri a San Gimignano: approccio di indagine metrica*. *Journal of performance of constructed facilities*, 31(6). doi:http://doi.org/10.1061/(ASCE)CF.1943-5509.0001085.

Tucci, G., Cini, D., Bonora, V., Nobile, A. (2011). *Proposta metodologica per la digitalizzazione 3D di reperti archeologici*. In A. M. Jasink, G. Tucci, & L. Bombardieri (Eds.), *Le collezioni archeologiche egee e cipriote in Toscana* p. 65-100. Firenze, Italia: Firenze University Press.

Venegas Fornias, C. (1990) *L'urbanizzazione di Las Murallas: dependencia y modernidad*. Editorial Letras Cubanas, La Habana, Cuba.

Weiss y Sánchez, Joaquín E. (1968). "Introducción". *La Arquitectura Colonial Cubana*. Editorial Letras Cubanas, Agencia Española de Cooperación Internacional, Junta de Andalucía, La Habana-Sevilla, 1996. Seconda edizione. La Habana, Cuba.

Workman, G.L., & Moore, P.O. (2012). *Non-destructive testing manual 10*. American Society for Nondestructive Testing, Columbus, OH, United States.

Crediti fotografici | Créditos fotográficos

Empresa Restaura - Oficina del Historiador de la Ciudad de La Habana

Arch. PhD. Jacopo Giuseppe Vitale

Arch. Giacomo Tempesta

Arch. Gabriella Aliboni

Arch. Luca Erbaggio

Arch. Renato Dweezil Spera

Titoli pubblicati

1. Alessandro Brodini, *Lo Iuav ai Tolentini: Carlo Scarpa e gli altri. Storia e documenti*, 2020
2. Letizia Dipasquale, *Understanding Chefchaouen. Traditional knowledge for a sustainable habitat*, 2020
3. Vito Getuli, *Ontologies for Knowledge modeling in construction planning. Theory and Application*, 2020
4. Lamia Hadda, *Médina. Espace de la Méditerranée*, 2021
5. Letizia Dipasquale, Saverio Mecca, Mariana Correia (eds.), *From Vernacular to World Heritage*, 2020
6. Sarah Robinson, Juhani Pallasmaa (a cura di), traduzione e cura dell'edizione italiana di Matteo Zambelli, *La mente in architettura. Neuroscienze, incarnazione e il futuro del design*, 2021
7. Magda Minguzzi, *The Spirit of Water. Practices of cultural reappropriation. Indigenous heritage sites along the coast of the Eastern Cape-South Africa*, 2021
8. Rita Panattoni, *I mercati coperti di Giuseppe Mengoni. Architettura, ingegneria e urbanistica per Firenze Capitale*, 2021
9. Stefano Follesa, *Il progetto memore. La rielaborazione dell'identità dall'oggetto allo spazio*, 2021
10. Monica Bietti, Emanuela Ferretti (a cura di), *Il granduca Cosimo I de' Medici e il programma politico dinastico nel complesso di San Lorenzo a Firenze*, 2021
11. Giovanni Minutoli, *Rocca San Silvestro. Restauro per l'archeologia*, 2021
12. Juhani Pallasmaa (a cura di), traduzione e cura dell'edizione italiana di Matteo Zambelli, *L'architettura degli animali*, 2021
13. Giada Cerri, *Shaking Heritage. Museum Collections between Seismic Vulnerability and Museum Design*, 2021
14. Margherita Tufarelli, *Design, Heritage e cultura digitale. Scenari per il progetto nell'archivio diffuso*, 2022
15. Lamia Hadda, Saverio Mecca, Giovanni Pancani, Massimo Carta, Fabio Fratini, Stefano Galassi, Daniela Pittaluga (eds.), *Villages et quartiers à risque d'abandon. Stratégies pour la connaissance, la valorisation et la restauration*, 2022
16. Flavia Giallorenzo, Maddalena Rossi, Camilla Perrone (a cura di), *Social and Institutional Innovation in Self-Organising Cities*, 2022
17. Eleonora Trivellin (edited by), *Design driven strategies. Visioni a confronto*, 2022
18. David Fanfani, Giuseppe Alberto Centauro, *La Fattoria Medicea di Cascine di Tavola a Prato. Un Progetto Integrato di Territorio per la rigenerazione patrimoniale di un paesaggio vivente*, 2022
19. Matteo Zambelli, *La conoscenza per il progetto. Il case-based reasoning nell'architettura e nel design*, 2022
20. Massimo Carta, Maria Rita Gisotti, *Six projets pour l'urbanisme euroméditerranéen. Sei progetti per l'urbanistica euromediterranea*, 2022
21. Giuseppina Forte, Kuan Hwa (eds), *Embodying Peripheries*, 2022
22. Susanna Caccia Gherardini, *Il palazzo in mezzo a una selva millenaria. Villa Borbone a Viareggio: progetto di conoscenza / The palace in the middle of a thousand-year old forest. Bourbon Villa in Viareggio: knowledge and conservation project*, 2022
23. Gianluca Belli, Fabio Lucchesi, Paola Raggi, *Firenze nella prima metà dell'Ottocento. La città nei documenti del Catasto Generale Toscano*, 2022
24. Sofia Nannini, *Icelandic Farmhouses. Identity, landscape and construction (1790–1945)*, 2023
25. Rosa De Marco, Monique Poulot (sous la direction de), *Dessin, Design, Projet. Représenter et reconfigurer les espaces ouverts*, 2023
26. Francesca Giusti, *Restauri e musei. Il paesaggio culturale dei lungarni di Pisa dal secondo dopoguerra a oggi*, 2023
27. Mario Biggeri, Giuseppe De Luca, Andrea Ferrannini, Carlo Pisano (a cura di), *Mondeggi. Rigenerazione sociale, culturale e agricola per una Città Metropolitana sostenibile*, 2023
28. Lamia Hadda, *Architettura islamica nel Mediterraneo fatimide (X-XII secolo)*, 2023
29. Bryan Lawson, traduzione e cura dell'edizione italiana di Matteo Zambelli, *Il viaggio degli studenti di progettazione. Capire come pensano i progettisti*, 2023
30. Gabriele Paolinelli, Nicoletta Cristiani, Giacomo Dallatorre (a cura di), *Careggi Campus. Studi progettuali per la rigenerazione degli spazi aperti dei complessi ospedalieri*, 2023
31. Susanna Cerri, Fabio Lucchesi, Vanessa Staccioli, *Rappresentazioni per la pianificazione spaziale. Un modello visivo per la Città metropolitana di Roma Capitale*, 2023
32. Roberto Bologna, Claudio Piferi, *La residenza per studenti universitari tra norma, progetto e realizzazione: i programmi pluriennali di attuazione della legge 338/2000*, 2024
33. Alberto Campo Baeza, Juhani Pallasmaa, traduzione e cura dell'edizione italiana di Matteo Zambelli, *Otto meditazioni di architettura*, 2024
34. Pietro Matracchi, *Palazzo Pitti fra Sette e Ottocento. I rondò e la piazza in oltre un secolo di progetti e cantieri / Pitti Palace between the 18th and 19th century. The rondò and the square in over a century of projects and building sites*, 2024



Finito di stampare da
Rubbettino print | Soveria Mannelli (CZ)
per conto di FUP
Università degli Studi di Firenze
2024

La monografia si inserisce nel progetto INNOVA CUBA, parte di un partenariato pluriennale tra ARCS e la Oficina de l'Historiador de la Ciudad de la Habana (OHCH). Il fine è quello di rafforzare la conservazione, valorizzazione e diffusione del patrimonio culturale cubano attraverso la collaborazione tra istituzioni e comunità locali. Un obiettivo chiave è stato promuovere l'uso di innovazioni tecnologiche e metodologiche nella conservazione del patrimonio culturale costruito. Sono stati coinvolti vari enti, tra cui Assorestauro, Fondazione Tecnalia, Accademia delle Belle Arti di Varsavia, Università di Firenze, AITR, Arci Toscana e DiaCon srl già Spin-off UNIFI. La monografia raccoglie i contributi dei partecipanti al progetto che descrivono il caso studio ed offrono delle proposte di recupero e rifunzionalizzazione del Convento in un Centro di Formazione in Gestione e Conservazione del Patrimonio per Cuba e i Caraibi.

La monografía se refiere al proyecto INNOVA CUBA, una asociación de varios años entre ARCS y la Oficina del Historiador de la Ciudad de la Habana (OHCH). El objetivo es fortalecer la conservación, valorización y difusión del patrimonio cultural cubano a través de la colaboración entre instituciones y comunidades locales. Un objetivo clave fue promover el uso de innovaciones tecnológicas y metodológicas en la conservación del patrimonio cultural construido. Participaron varios organismos, entre ellos Assorestauro, Fondazione Tecnalia, Academia de Bellas Artes de Varsovia, Universidad de Florencia, AITR, Arci Toscana y DiaCon srl, anteriormente una spin-off de UNIFI. El monográfico recoge los aportes de los participantes del proyecto que describen el caso de estudio y ofrecen propuestas para la recuperación y refuncionalización del Convento como Centro de Capacitación en Gestión y Conservación del Patrimonio para Cuba y el Caribe.

Giacomo Tempesta Professore Associato di Scienza delle Costruzioni. Ha svolto attività didattica e di ricerca, dal 1978, presso la Scuola di Architettura di Firenze, dove è stato titolare dei corsi di Statica, Scienza delle Costruzioni e Statica e Stabilità delle Costruzioni Murarie. È attualmente docente presso la Scuola di Specializzazione in Beni Architettonici e del Paesaggio. | *Profesor Asociado de Ciencias de la Construcción.* | *Ha desarrollado actividades docentes e investigadoras desde 1978 en la Escuela de Arquitectura de Florencia, donde impartió los cursos de Estática, Ciencias de la Construcción y Estática y Estabilidad de las Construcciones de Mampostería. Actualmente es docente de la Escuela de Especialización en Patrimonio Arquitectónico y Paisajístico.*

Jacopo G. Vitale Architetto e Dottore in Architettura. Dal 2012 è socio e co-fondatore di DiaCon srl, già spin-off accademico dell'Università di Firenze. Ha esperienza nella gestione di opere edili private e pubbliche in Italia e all'estero. Ha tenuto corsi presso UNAM di Città del Messico, Università del Cairo, Oficina del Historiador de la Ciudad de La Habana Cuba e Università Morelos di Cuernavaca Messico. | *Arquitecto y Doctor en Arquitectura. Desde 2012 es socio y cofundador de DiaCon srl, que ya es una spin-off académica de la Universidad de Florencia. Tiene experiencia en la gestión de obras públicas y privadas en Italia y en el extranjero. Ha realizado cursos en la UNAM de la Ciudad de México, Universidad del Cairo, Oficina del Historiador de la Ciudad de La Habana Cuba y Universidad Morelos de Cuernavaca México.*