POLITECNICO DI TORINO

CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA EDILE

TESI DI LAUREA MAGISTRALE

RECUPERO E CONSERVAZIONE DEL COSTRUITO

L'INCONTRO TRA LA SCUOLA ITALIANA E LA TRADIZIONE CINESE MEDIANTE LA MISSIONE DI JINXIANG ED IL RECUPERO DELLA "CASA DI PAN"

Relatore: Professore CARLO LUIGI OSTORERO

Candidato: Allievo ANDREA DOMENICO BERARDO

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA EDILE, STRUTTURALE E GEOTECNICA

Anno Accademico 2019/2020

POLITECNICO DI TORINO

CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA EDILE

TESI DI LAUREA MAGISTRALE

RECUPERO E CONSERVAZIONE DEL COSTRUITO

L'INCONTRO TRA LA SCUOLA ITALIANA E LA TRADIZIONE CINESE MEDIANTE LA MISSIONE DI JINXIANG ED IL RECUPERO DELLA "CASA DI PAN"

Relatore: Professore CARLO LUIGI OSTORERO Firma:

Candidato: Allievo ANDREA DOMENICO BERARDO Firma:

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA EDILE, STRUTTURALE E GEOTECNICA

Anno Accademico 2019/2020

RINGRAZIAMENTI

Sembrava ieri quando mia mamma faceva il pieno al mio triciclo ed io scappavo senza pagare, quando mio papà spostava i soldatini dei miei assedi al castello, quando mio nonno mi portava in giro nel cortile sul carrello portapacchi e quando con l'altro nonno dormivo nell'incavo ricavato tra lui e il divano.

Sembrava ieri… eppure sono passati 25 anni e non posso fare a meno di pensare ai sacrifici e alle scelte fatte che mi hanno portato a questo traguardo.

Durante questo percorso ho avuto la fortuna di avere al mio fianco molte persone che mi hanno supportato e hanno creduto in me. Un percorso che non è sempre stato facile e che molte volte mi ha fatto pensare alle scelte fatte.

Desidero quindi ringraziare innanzitutto il professore Carlo Luigi Ostorero con la quale ho affrontato questo progetto di tesi per la premura che mi ha riservato, le possibilità che mi ha dato, la dedizione che mi ha mostrato e le fantastiche colazioni fatte assieme.

Gli amici del gruppo "Tiki Taka Saturday Night", Simone, Cecilia, Luca, Giorgia, Eliana, Samuele, Marianna, Francesco, Michela, Lorenzo, Martina, Selene e Daniele con cui ho condiviso gioie e dolori da più di 10 anni ma rimangono una roccia su cui fare affidamento.

Il professore Paolo Piantanida con la quale ho avuto la fortuna di condividere un fantastico ed interessantissimo semestre da suo assistente.

Gli amici del gruppo di progettazione integrale prima "Escape" e poi allargato ad "Arcobaleni per tutti", Audrey, Giulia, Fabrizio, Maria Luisa, Alessio, Carolina, Anita, Valentina, Michela in cui non solo ho trovato dei colleghi e delle colleghe, ma uno splendido gruppo di amici con cui ho condiviso i semestri più belli del Politecnico e anche una corsa ad un pronto soccorso per un paio di punti dopo una partita ad un laser game… ma questa è un'altra storia.

In particolare desidero ringraziare Lorenzo che con i suoi mancati accessi a WhatsApp per la lettura dei messaggi e i suoi campeggi ha fatto di me un maestro della pazienza rimanendo nonostante ciò un buon amico. Matteo, una macchina da guerra dal punto di vista dell'affidabilità e dell'ingegno con cui ho condiviso lacrime e sangue ma anche e soprattutto tante risate. E infine Salvatore con cui è nata una grande amicizia e uno scambio di arancini e salami dal nord al sud dell'Italia.

Infine desidero dedicare questo risultato e i miei più profondi ringraziamenti alla mia famiglia.

Mamma, papà ci siete sempre stati, mi avete sempre supportato, avete sempre creduto in me e non mi avete mai fatto mancare nulla. Non potrei avere genitori migliori e non potrò mai ringraziarvi abbastanza di questo. L'uomo che sono diventato e i risultati che ho raggiunto li devo a voi.

Grazie

ABSTRACT

Lo sviluppo di questa tesi di laurea magistrale in ingegneria edile ha affrontato tematiche progettuali riguardanti culture e tradizioni differenti dal contesto in cui si è formata la mia competenza, ed ha rappresentato dall'inizio la principale sfida per il lavoro svolto. La teoria del restauro, la concezione strutturale, la tecnologia dei materiali, la tecnica delle costruzioni e la storia dell'architettura sono state solo alcune delle tematiche approfondite per il lavoro di tesi, un lavoro che ha visto lo svolgimento di queste analisi prima alla scala urbana e successivamente alla scala dell'edificio.

L'oggetto di studio, la "Pan Shiyang guangyuan courtyard" o "Casa di Pan", situata al numero 30 di Ximen Street nella città di Jinxiang, appartenente alla contea di Cangnan e gestita dalla prefettura di Wenzhou, è un'antica architettura residenziale tradizionale cinese del XVIII secolo appartenente alla dinastia Qing (1600-1900). Il tema architettonico ha in particolare interessato l'analisi dello stato di consistenza dei materiali e delle strutture della "Casa di Pan", un edificio di notevole valore storico-documentario con la finalità di trasformare l'attuale organismo edilizio in un complesso museale della tradizione architettonica e costruttiva locale definendo inoltre una piccola struttura ricettiva ed un sistema architettonico dedicato a contenere l'impatto visivo degli edifici costruiti in tempi più recenti presso l'area e avviando quindi un progetto di rigenerazione urbana con epicentro la "Casa di Pan".

Il confronto con la teoria del restauro della cultura cinese è stata una sfida molto stimolante per l'articolazione delle proposte e una mediazione culturale con la tradizione italiana.

ABSTRACT

The development of this master's thesis in construction engineering has addressed design issues concerning cultures and traditions different from the context in which my expertise was formed, and has represented from the beginning the main challenge for the work done. The theory of restoration, structural conception, materials technology, building technology and architectural history were just some of the in-depth themes for the thesis work, a work that saw these analyses carried out first at the urban scale and then at the building scale.

The object of study, the "Pan Shiyang guangyuan courtyard" or "House of Pan", located at 30 Ximen Street in Jinxiang City, belonging to Cangnan County and managed by Wenzhou Prefecture, is an ancient 18th century traditional Chinese residential architecture belonging to the Qing Dynasty (1600-1900). The architectural theme was particularly interested in the analysis of the state of consistency of the materials and structures of the "House of Pan", a building of considerable historical-documentary value with the aim of transforming the current building organism into a museum complex of the local architectural and building tradition, also defining a small receptive structure and an architectural system dedicated to contain the visual impact of the buildings built in more recent times in the area and thus starting a project of urban regeneration with epicenter the "House of Pan ".

The comparison with the restoration theory of Chinese culture was a very stimulating challenge for the articulation of the proposals and a cultural mediation with the Italian tradition.

ABSTRACT

在建设工程设计这个硕士论文的发展已经解决了与不同的文化和它来到我的能力范围内的传统问题，并表示对他们的工作开始面临的主要挑战。恢复，结构设计，材料技术的理论，技术建设和建筑史上都只是一些深入的论文工作，已经看到梯子之前进行这些分析工作的问题城市和建筑的规模之后。

研究中，“潘石羊河广院”或“潘之家”，位于三十号西门街金乡镇，属于苍南县的县和温州的县管理的对象是一个古老的民居建筑中国传统十八世纪属于清朝（一千六百-一千九百）。

该建筑的主题是特别感兴趣，在材料和“潘神的家”结构纹理状态的分析，颇具历史和文献价值的建筑物，目的是目前建筑结构转换成传统的博物馆群建筑和当地的建筑也定义一个小的住宿和建筑系统，旨在包含内置在该地区更近的时候，然后建筑的视觉冲击力与展开“潘楼”震中的城市改造项目。中国文化的修复理论的比较一直是提案的衔接和文化调解与意大利传统的一个非常刺激的挑战。

INDICE

1. OBIETTIVO DELLA TESI....1

1.1. ACCORDI INTERNAZIONALI....1

1.2. TESI IN AZIENDA....2

1.2. MISSIONE A JINXIANG....2

2. IL COMPLESSO DELLA "PAN SHIYANG GUANGYUAN COURTYARD"....3

2.1. OBIETTIVI....3

2.2. DESCRIZIONE E CONDIZIONE ATTUALE....3

2.2.1. INQUADRAMENTO DEL COMPLESSO....3

2.2.2. DESCRIZIONE DEL COMPLESSO....6

2.2.3. ARCHITETTURE E SISTEMI COSTRUTTIVI DEL COMPLESSO....15

2.3. RILIEVO E MODELLO....33

2.3.1. ESECUZIONE DEL RILIEVO....33

2.3.2. ELABORAZIONE DEL RILIEVO....34

2.3.3. MODELLAZIONE....36

2.4. ANALISI DEL MANUFATTO....40

2.4.1. ANALISI STRUTTURALE....40

2.4.2. ANALISI DEI DEGRADI....46

2.5. INTERVENTI CONSERVATIVI INDIVIDUATI....55

2.5.1. INTERVENTI DI RIPRISTINO....55

2.5.2. INTERVENTI DI CONSOLIDAMENTO E RESTAURO....58

2.6. PROGETTAZIONE PER IL RECUPERO 64

2.6.1. IL MUSEO 64

2.6.2. PROPOSTE PER LE SOLUZIONI IMPIANTISTICHE 84

2.6.3. LA SOLUZIONE RICETTIVA 86

3. PROGETTAZIONE DI RETROFIT SELETTIVO SOFT DEL CONTESTO 95

3.1. OBIETTIVI 95

3.2. PROPOSTA DI RETROFIT CON FACCIATE PIANE IN BAMBÙ 96

3.2.1. SISTEMA COSTRUTTIVO DELLA SOLUZIONE INDIVIDUATA 96

3.2.2. COMPARAZIONE DELLA PRESTAZIONE ENERGETICA 99

3.2.3. SIMULAZIONE GRAFICA DEL RISULTATO FINALE 114

3.3. PROPOSTA DI RETROFIT CON FACCIATE CURVE IN BAMBÙ 116

3.3.1. SISTEMA COSTRUTTIVO DELLA SOLUZIONE INDIVIDUATA 116

3.3.2. COMPARAZIONE DELLA PRESTAZIONE ENERGETICA 119

3.3.3. SIMULAZIONE GRAFICA DEL RISULTATO FINALE 127

3.4. PROPOSTA DI RETROFIT CON FACCIATE CURVE IN LAMIERA STIRATA 129

3.4.1. SISTEMA COSTRUTTIVO DELLA SOLUZIONE INDIVIDUATA 129

3.4.2. COMPARAZIONE DELLA PRESTAZIONE ENERGETICA 132

3.4.3. SIMULAZIONE GRAFICA DEL RISULTATO FINALE 140

4. INDIVIDUAZIONE DEI NUOVI PERCORSI DI JINXIANG 143

4.1. OBIETTIVI 143

4.2. PERCORSO 1 – “LA VIA DELLE ARCHITETTURE QING” 143

4.2. PERCORSO 2 – “LA VIA DEI PAIFANG DI JINXIANG” 146

4.4. PERCORSO 3 – “LE DIFESE DI JINXIAG” 149

4.5. PERCORSO 4 – “I PORTALI DI JINXIANG” 152

5. BIBLIOGRAFIA 156

6. SITOGRAFIA 158

7. NORMATIVE 160

8. ALLEGATI 162

1. OBIETTIVO DELLA TESI

L'obiettivo di questo lavoro di tesi di laurea magistrale in ingegneria edile consiste nel completamento di una missione in ambito internazionale nella quale utilizzare le conoscenze acquisite dai diversi corsi frequentati nel percorso di laurea, dimostrando così una competenza trasversale nei diversi ambiti dell'ingegneria e della architettura.

1.1. ACCORDI INTERNAZIONALI

Grazie agli accordi della "Via della seta" e nell'ambito di una fiorente collaborazione tra Italia e Cina, ICAF (Italy China Architectural Forum) e ANGI (Associazione Nuova Generazione Italo-Cinese) hanno presentato diverse opportunità di interventi nell'ambito di una collaborazione internazionale.

L'obiettivo di ICAF, nella quale il Professore Carlo Luigi Ostorero è uno dei soci fondatori, è infatti promuovere la cultura del progetto nelle discipline di progettazione urbana, architettura, heritage, paesaggio e design tra le comunità scientifiche italiane e cinesi per promuovere occasioni di cooperazione bilaterale.

Nell'ottica di questi accordi è stato possibile accedere alla missione a Jinxiang, nella quale si è collaborato con il gruppo cinese "Wenzhou Design Assembly Company" un gruppo di circa 2500 persone composto tra architetti e ingegneri che fornisce servizi di pianificazione, consulenza, progettazione, gestione, infrastrutture stradali, corsi d'acqua, costruzioni statali, paesaggi e progetti in loco in tutta la Cina.

ITALY CHINA ARCHITECTURAL FORUM ICAF

中意青年会 ANGI ASSOCIAZIONE NUOVA GENERAZIONE ITALO-CINESE

温州设计集团有限公司 Wenzhou Design Assembly Company Ltd

FIGURA 1 – GRUPPI COINVOLTI

1.2. TESI IN AZIENDA

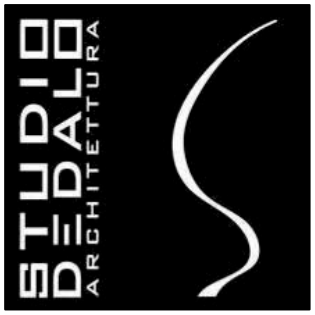

FIGURA 2 - LOGO STUDIO DEDALO ARCHITETTURA

La tesi è stata svolta presso lo Studio Dedalo Architettura, fondato nel 2002 dal professore Carlo Luigi Ostorero. Basato sulla competenza e la compartecipazione di numerosi colleghi, la struttura vanta competenze che riguardano la progettazione architettonica sostenibile secondo i migliori criteri di classificazione ambientale, lo studio e l'implementazione delle più aggiornate soluzioni impiantistiche e di comfort, valutazioni di impatto ambientale, rinnovamento urbano e piani urbanistici su larga scala con recuperi ambientali e interventi di art-landscaping. Nel corso del tempo lo studio ha affrontato progetti a scale crescenti di complessità con un coinvolgimento in tutta Italia e all'estero. Lo studio ha inoltre affrontato proposte di consulenza nel campo del design avvalendosi della collaborazione di aziende leader mondiali nel campo design made in Italy.

1.2. MISSIONE A JINXIANG

Vengono ora elencati gli obiettivi della missione ICAF a Jinxiang:

- In riferimento alla "Casa di Pan":
  - Analizzare le condizioni dello stato di fatto;
  - Individuare le metodologie per il processo di restauro;
  - Individuare le nuove funzioni da insediare nel complesso;
  - Individuare soluzioni di allestimento degli spazi;
  - Realizzazione di un modello 3D della soluzione progettuale;
- In riferimento al contesto:
  - Analizzare le condizioni dello stato di fatto;
  - Individuare soluzioni di retrofit selettivo soft;
  - Realizzazione di un modello 3D della soluzione progettuale;
  -
- In riferimento al livello urbano:
  - Individuare schemi di percorsi urbani per la valorizzazione di Jinxiang;

2. IL COMPLESSO DELLA "PAN SHIYANG GUANGYUAN COURTYARD"

Il primo obiettivo della missione di Jinxiang ha riguardato lo studio per la salvaguardia della "Pan Shiyang guangyuan courtyard" d'ora in poi semplificata in "Casa di Pan". Situata al numero 30 di Ximen Street nella città di Jinxiang la "Casa di Pan" è un'antica architettura residenziale del XVIII secolo appartenente alla dinastia Qing (1600-1900) avente tre sale principali con cortili chiusi. Con una struttura tipica della architettura cinese il complesso si articola portando l'ospite in maniera progressiva secondo diversi livelli di confidenza. Il cuore dell'edificio è costituito dalla zona dedicata al culto degli anziani, risultando la più inaccessibile ed infatti sita nel cuore del complesso. Gli edifici sono finemente lavorati nei particolari delle finestre, delle cornici e ogni tegola è scolpita con motivi come figure mitologiche, filosofiche, fiori e uccelli. Nel 1993 il Pan Shiyang guangyuan courtyard è stato inserito nella prima serie di siti di reliquie culturali protette della contea di Cangnan.

2.1. OBIETTIVI

Come citato in precedenza l'obiettivo di questa parte della missione è stata la definizione di una strategia di interventi per consentire il recupero dell'edificio. L'approccio seguito può essere schematizzato come segue:

- Analisi preliminare dello stato di fatto;
- Analisi, ricerca e studio delle soluzioni costruttive adottate;
- Analisi e composizione dei dati del rilievo;
- Modellizzazione del complesso nello stato attuale;
- Analisi per il ripristino delle volumetrie originarie nel modello (ove possibile);
- Analisi per il rilievo dei degradi architettonici e strutturali;
- Proposta di soluzioni di intervento per il recupero;
- Proposta di studio per l'individuazione delle nuove funzioni da insediare;
- Proposta per la progettazione ex-novo delle reti impiantistiche;

2.2. DESCRIZIONE E CONDIZIONE ATTUALE

2.2.1. INQUADRAMENTO DEL COMPLESSO

La città di Jinxiang è collocata circa a metà in linea d'aria tra la città di Shangai e la città di Taipei verso il mar cinese orientale.

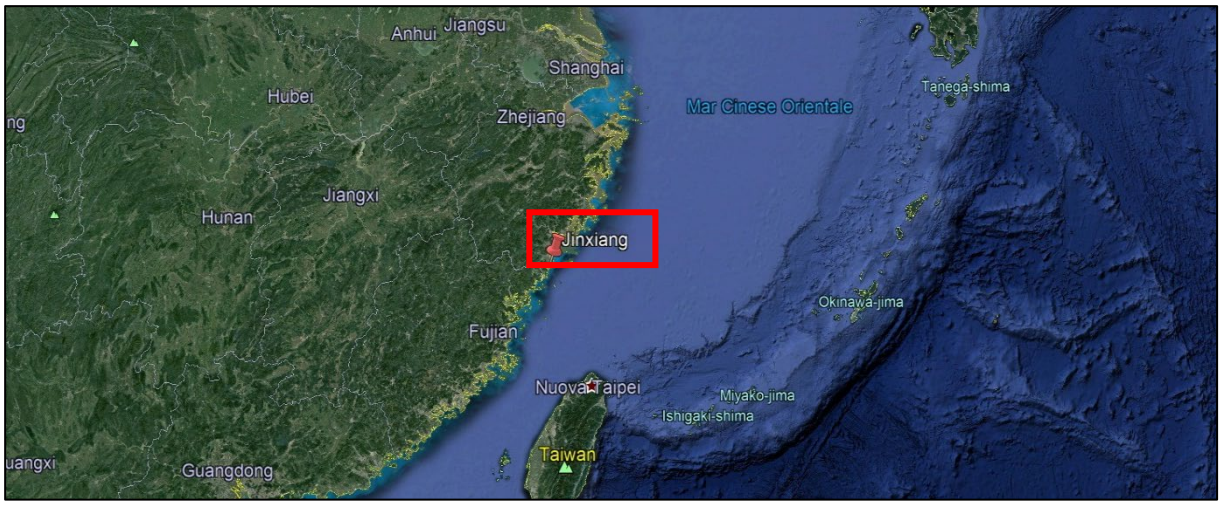

FIGURA 3 - INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DI JINXIANG

Jinxiang appartiene alla contea di Cangnan ed è gestita dalla prefettura di Wenzhou. Le fonti attestano la sua presenza al periodo della dinastia Ming (1368-1644) e grazie alla sua notevole importanza strategica divenne da subito uno dei principali punti di avvistamento e difensivo. La città raggiunse una morfologia simile a quella moderna soltanto durante la dinastia Qing (1644-1911) nella quale i cinque villaggi presenti (Shishan, Chengzong, Xingguang, Wuyi, Jinxing) vennero effettivamente aggregati e si realizzò un impianto difensivo cittadino che ne traccia il profilo presente tutt'oggi.

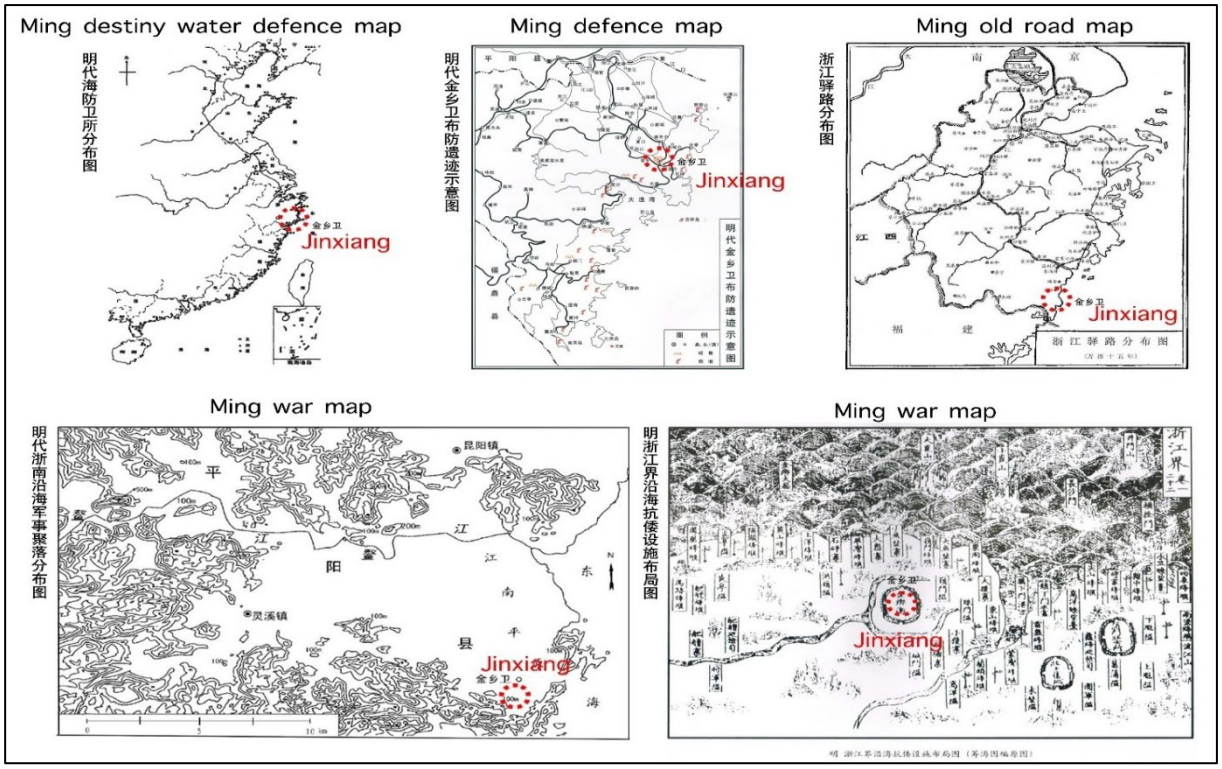

FIGURA 4 – LA CITTÀ DI JINXIANG DURANTE IL PERIODO MING

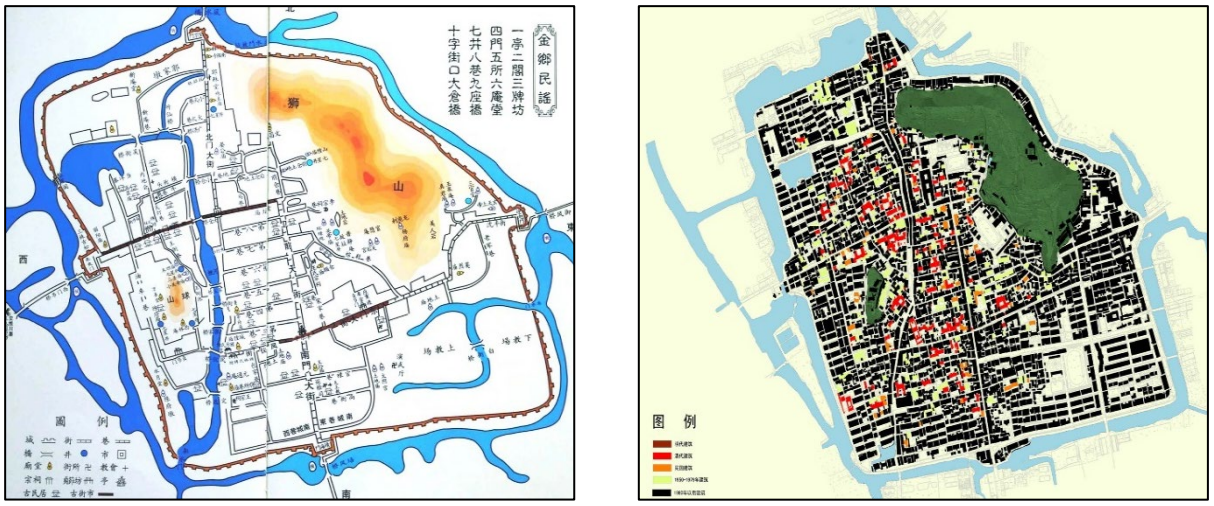

FIGURA 5 - LA CITTÀ DI JINXIANG DURANTE IL PERIODO QING COMPARATA CON LA CITTÀ ODIERNA

Dalle carte inserite si può osservare come la città nel periodo della aggregazione dei villaggi presentasse una importante struttura difensiva lungo tutto il perimetro cittadino. Era infatti circondata da un primo elemento difensivo costituito dall’ampio fossato ospitante il corso d’acqua e da un secondo elemento composto dalle mura. La città era poi collegata con il territorio mediante quattro porte principali dotate di ponti. Nel corso degli anni le porte di accesso e le mura sono andate distrutte mantenendo comunque visibile, come si po' notare dallo sviluppo dell’insediamento, le impronte le di queste.

FIGURA 6 - LA CITTÀ DI JINXIANG OGGI CON INDICATA LA ZONA DI INTERESSE DELLA CASA DI PAN

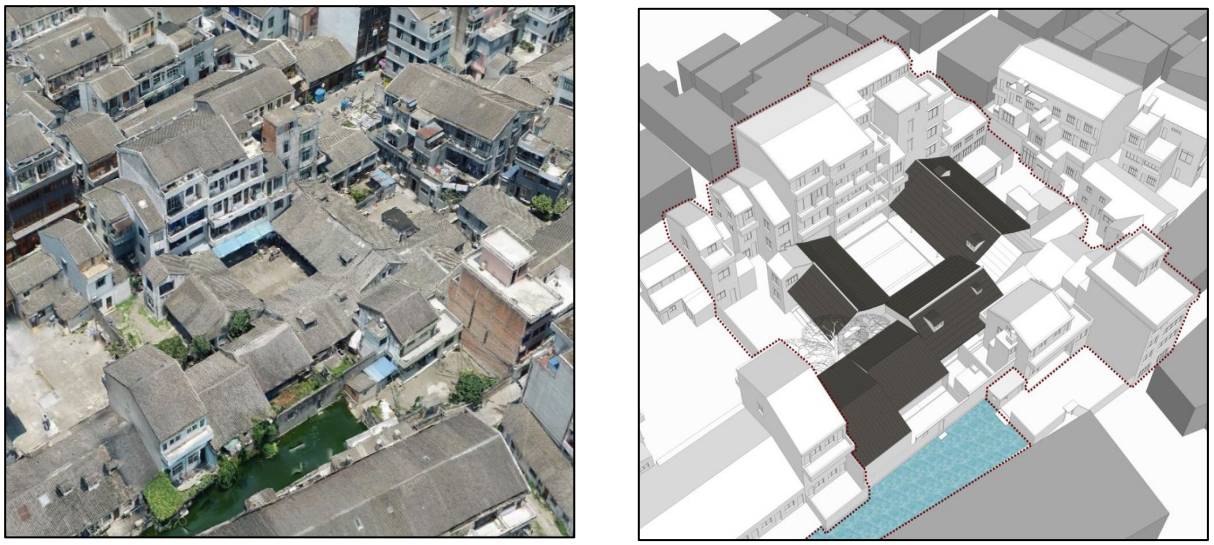

FIGURA 7 - NUVOLA DI PUNTI DELLA CASA DI PAN E MODELLIZZAZIONE 3D DI PRIMO SVILUPPO

2.2.2. DESCRIZIONE DEL COMPLESSO

La costruzione della “Casa di Pan” è databile circa intorno al 1700 ed è composta da tre corpi principali (Ting o Tang) connessi da altrettanti cortili (Yuan) che ospitano elementi di pregio come bassorilievi contenenti scene di mitologia cinese, Jiashan e porte della luna. Probabilmente in origine l’edifico era la residenza di un alto funzionario della corte imperiale cinese di nome Pan, ma purtroppo non è possibile avere informazioni certe poiché le fonti storiche sono pressoché inesistenti.

LEGENDA:

0) Ingresso o Paifang;
1) Ting 1 o Padiglione 1;
2) Ting 2 o Padiglione 2;
3) Ting 3 o Padiglione 3;
4) Ting 4 o Padiglione 4;
5) Ting 5 o Padiglione 5;
A) Primo yuan o primo cortile;
B) Secondo yuan o secondo cortile o cortile centrale;
C) Terzo yuan o terzo cortile;
D) Quarto yuan o quarto cortile;

FIGURA 8 - PLANIMETRIA DEL LOTTO

FIGURA 9 – INGRESSO (PAIFANG)

L'accesso al complesso di edifici avviene dalla strada principale, al numero 30 di Ximen Street, mediante un piccolo ingresso (Paifang) avente un tetto tradizionale sormontato da un elemento di colmo curvo. La sua realizzazione è attestabile probabilmente in un'epoca successiva alla costruzione della casa di Pan rendendo così difficile anche l'individuazione dei percorsi distributivi originali. Superato l'ingresso si deve oltrepassare una zona di disimpegno causata dalla presenza di alcuni manufatti abusivi di cui si è prevista la demolizione, ma saranno oggetto di un capitolo successivo.

FIGURA 10 - BASSORILIEVO DEL PRIMO CORTILE

Superata la prima zona di accesso si accede quindi al primo yuan. Il cortile presenta una zona avente pavimentazione in granito e pietra locale mentre alcune zone sono adibite a giardino e verde. Qui è possibile osservare il primo bassorilievo contenente una scena di mitologia cinese legata alla terra, uno degli elementi principali dell'Universo secondo la cultura asiatica. Sia la pavimentazione che il bassorilievo presentano diverse tipologie di degrado che verranno affrontate in un capitolo successivo. Il cortile originariamente dava accesso soltanto al primo padiglione ed era delimitato da un jiashan e da un muro di fondo che divideva il cortile dal quinto padiglione. Parte di questa divisione è ancora visibile in quanto il muro di separazione è ancora parzialmente presente.

Superato il primo cortile si accede all'interno del primo dei tre Ting o Tang componenti la "Casa di Pan". Il primo padiglione risulta parzialmente abbattuto in quanto una parte è stata demolita per ospitare una abitazione privata. È comunque possibile osservare la distribuzione degli spazi originale, secondo la quale lo spazio centrale doveva essere uno spazio ibrido che confondeva l'interno con l'esterno mentre ai lati sono presenti dei locali chiusi probabilmente in origine pensati per l'accoglienza degli ospiti e degli stranieri. Attualmente il padiglione è utilizzato come residenza privata e come detto in precedenza è stato pesantemente modificato

specialmente nella parte di sinistra, in quanto è stato creato un corpo di fabbrica ex-novo che ha snaturato l'edificio originale. La parte di destra invece è stata modificata per adibirla ad abitazione privata. L'edificio presenta diverse problematiche conservative legate al degrado sia architettonico che strutturale che verranno analizzate nel dettaglio in un capitolo successivo.

FIGURA 11 - PRIMO PADIGLIONE (1° TING O TANG)

Superato il primo padiglione si accede al cortile centrale interno, che nella architettura tradizionale cinese si definiva pozzo di luce (Guangyuan). Attorno a questo è presente un sistema di camminamenti (Lang), corridoi coperti che collegano gli edifici, proteggono dalla pioggia e dal sole e contribuiscono a dividere il giardino in diverse sezioni. Le nuove costruzioni che si affacciano nel cortile purtroppo hanno irrimediabilmente danneggiato la morfologia originale dell'impianto a cortili dando l'accesso anche a edifici che non avrebbero dovuto e degradandone incredibilmente l'importanza. In uno dei capitoli successivi si parlerà nuovamente di questa tematica poiché è stato richiesto di formulare ipotesi di soft – retrofit al fine di mascherare queste problematiche. Il cortile è costituito da una pavimentazione mista di granito e pietra locale disposte secondo un preciso allineamento geometrico legato alla posizione degli scalini. Come in precedenza sono presenti problematiche di degrado ma in maniera molto ridotta.

FIGURA 12 – CORTILE INTERNO (GUANGYUAN)

Arrivati all'interno del cortile centrale, frontalmente e lateralmente troviamo il secondo e il terzo padiglione che si presentano entrambi con una struttura e problematiche analoghe al primo. Infatti sono presenti anche qui i corridoi centrali che permettono di attraversare i padiglioni mentre lateralmente si trovano i locali attualmente adibiti ad uso abitativo. La loro funzione originale purtroppo è incerta in quanto non è possibile determinare se fossero adibiti ad abitazione oppure come saloni e luoghi per il ricevimento degli ospiti. Gli edifici presentano diverse problematiche conservative legate al degrado architettonico ma non strutturale, inoltre sono presenti diversi elementi abusivi come la creazione di sottotetti e abbaini che hanno modificato il tetto e la morfologia originale degli edifici e che verranno ripristinati allo stato di fatto, ma saranno oggetto di un capitolo successivo.

FIGURA 13 – SECONDO E TERZO PADIGLIONE (2° E 3° TING O TANG)

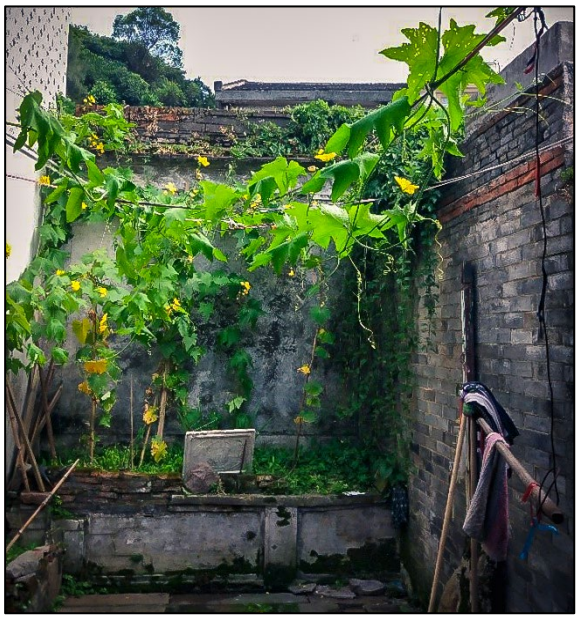

FIGURA 14 - BASSORILIEVO DEL TERZO CORTILE

Attraversando il terzo padiglione si accede al terzo cortile nella quale è posto il secondo bassorilievo. Questo cortile è stato pesantemente modificato con circa metà del bassorilievo presente che è stato distrutto a causa dei manufatti abusivi presenti. I diversi fabbricati abusivi presenti verranno demoliti e si cercherà di ripristinare, anche se parzialmente, la morfologia originale. Inoltre sono presenti diverse problematiche legate alla conservazione poiché rimangono parti di pavimentazione originali ma spostate o rimaneggiate. L'analisi dei degradi verrà approfondita in un capitolo successivo.

Accedendo al quarto padiglione entriamo nel cuore del complesso, dove è situato un altare cerimoniale dedicato al culto degli anziani della famiglia. Una usanza tipica nella cultura cinese che trova similitudini nella religione romana con il culto dei Lari. Dal punto di vista architettonico e distributivo il padiglione è analogo ai precedenti. Infatti è presente un corridoio centrale che permette di attraversare il padiglione mentre lateralmente si trovano i

locali attualmente adibiti ad uso abitativo. La differenza è che nel corridoio centrale precedentemente vuoto è presente un altare cerimoniale nella parte frontale, mentre nella parte posteriore un secondo elemento con funzione celebrativa. L’edificio presenta diverse problematiche conservative legate al degrado architettonico che verranno analizzate nel dettaglio in un capitolo successivo.

FIGURA 15 - ALTARE CERIMONIALE DEDICATO AL CULTO DEGLI ANZIANI RISPETTIVAMENTE FRONTE E RETRO

Attraversando il padiglione contenente l’altare si accede a un altro piccolo giardino interno contenente al suo interno uno jiashan, il giardino di rocce, un elemento integrante dei giardini classici cinesi. Qui infatti è presente un sistema di rocce calcaree scolpite dall'erosione disposte nella rappresentazione di un sistema montuoso insieme ad alcune piante. Purtroppo l’esatta disposizione del giardino è stata alterata con la creazione di un muro successivo all’epoca della costruzione di cui si è prevista la demolizione. Questo elemento, come detto, andrà rimosso e si ridistribuirà lo jiashan secondo una sistemazione di apertura a ventaglio.

FIGURA 16 - JIASHAN

Davanti al quarto padiglione è presente il quarto e ultimo cortile che vive in simbiosi con il precedente ospitante il jiashan. Qui infatti è collocato il terzo bassorilievo collegato una scena di mitologia cinese legata alla acqua, un altro degli elementi principali dell'Universo secondo la cultura asiatica. L'elemento non è scelto a caso ma ha un preciso significato poiché nello stesso cortile è presente una porta che consente di accedere a un corso fluviale presente nel retro della casa. L'acqua nella simbologia cinese rappresentava la leggerezza e la comunicazione, portava il cibo della vita nel suo viaggio attraverso le valli e pianure ed era il complemento alla montagna. La montagna è l'altro elemento centrale del giardino dello jiashan posto di fronte ed è rappresentato dalle rocce, che riproducono i sogni e l'infinità degli spazi. La morbidezza dell'acqua quindi contrasta e si lega con la solidità delle rocce poiché l'acqua riflette il cielo, pertanto in continua evoluzione e con un vento leggero può ammorbidire o cancellare i riflessi così come può scolpire le rocce nel passare del tempo.

FIGURA 17 - PARTICOLARE DEL TERZO BASSORILIEVO

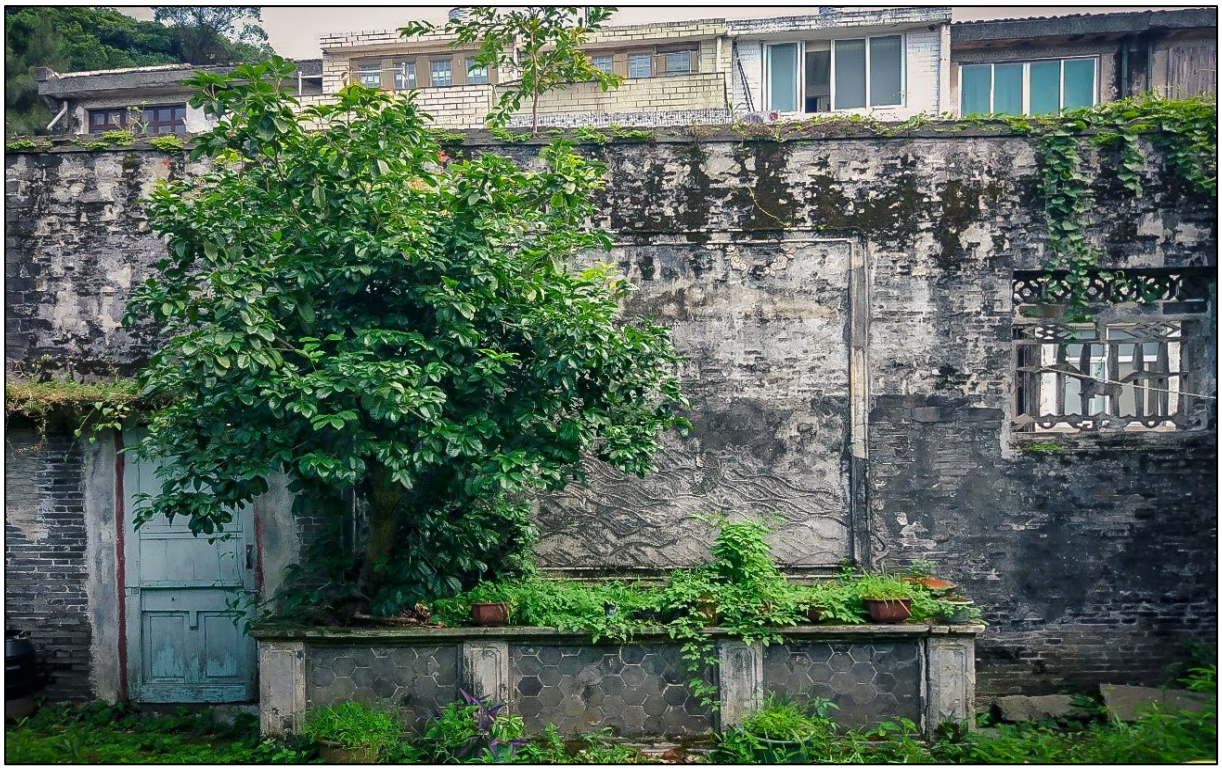

FIGURA 18 - BASSORILIEVO DEL QUARTO CORTILE

Dal quarto cortile secondo la distribuzione originale si avrebbe avuto accesso al quinto e ultimo padiglione. Questo accesso però è stato murato lasciando l'edificio con l'unico ingresso nella parte frontale, ottenuto dall'abbattimento del muro di fondo del primo cortile. Questo padiglione risulta il più rimaneggiato tra i precedenti e persino la sua funzione originale è soltanto ipotizzabile. Si presume infatti, essendo il padiglione più interno, che fosse la zona adibita ad abitazione dei proprietari. I locali del padiglione sono attualmente destinati ad uso abitativo e a differenza degli altri ha subito una trasformazione quasi totale. Buona parte della struttura, tramezzature e infissi non è attribuibile alla costruzione originale. L'edificio presenta inoltre diverse problematiche conservative legate al degrado architettonico che verranno analizzate nel dettaglio in un capitolo successivo.

FIGURA 19 - ACCESSO ORIGINALE AL QUINTO PADIGLIONE (5° TING O TANG)

FIGURA 20 - ACCESSO ATTUALE AL QUINTO PADIGLIONE (5° TING O TANG)

2.2.3. ARCHITETTURE E SISTEMI COSTRUTTIVI DEL COMPLESSO

Prima di descrivere nel dettaglio la "Casa di Pan" è doveroso fare una breve introduzione sullo stile e la scelta dei materiali. L'architettura tradizionale cinese, a differenza di quanto avvenuto a livello europeo e in generale dal punto di vista occidentale, non ha mai tenuto in grande considerazione la pietra concentrando le sue predilezioni per un materiale deteriorabile e di minore durata, il legno. Questa scelta affonda le sue radici sino alla nascita della Cina stessa. Le motivazioni infatti da ricercarsi in correlazioni filosofico – simboliche del pensiero cinese, dal momento che il legno, essendo uno dei cinque elementi fondamentali dell'universo, insieme a metallo, acqua, fuoco e terra, trova la propria dimensione nello spazio tra cielo e terra e quindi il materiale idoneo per le abitazioni. Questa però non è però l'unica motivazione poiché il legno, derivando dall'albero, presenta una aspirazione all'elevazione intrinseca, a differenza della pietra che rappresenta l'immobilità nel passare del tempo.

Analizzando lo sviluppo in generale dell'architettura tradizionale cinese e nello specifico della "Casa di Pan" si nota immediatamente una seconda differenza rispetto a quanto avvenuto a livello europeo e in generale dal punto di vista occidentale. Le architetture cinesi infatti risultano estremamente disinteressate dalla verticalità degli edifici, tralasciando ovviamente l'eccezione di alcune pagode e palazzi imperiali. Questa ragione è probabilmente imputabile a motivazioni di tipo estetico, ideologico e pratico. Infatti le abitazioni non devono prevaricare la natura ma inserirsi mettendo a contatto gli abitanti con la stessa, mediante giardini interni. Al contempo devono proteggere la vita privata, senza mostrare opulenza e ricchezza, distribuendo i locali quindi secondo una serie di livelli di privatezza e cingendoli all'esterno da mura perimetrali e divisorie.

In generale quindi l'architettura tradizionale cinese ha scelto di svilupparsi oltre il gusto estetico e dell'eterno dettate dalla pietra ma ha puntato sulla naturale transitorietà ed evoluzione del mondo, scegliendo di armonizzare da subito edificio e paesaggio. Questa scelta ha però inciso sulle testimonianze giunte sino a noi, poiché gli edifici essendo stati studiati per essere fruibili solo per il tempo della vita di un individuo difficilmente hanno superato la prova del tempo.

Fortunatamente però è stata realizzata anche della trattatistica e del materiale iconografico. Nel primo trattato di architettura cinese, dal titolo "Precetti di Architettura" (Ying-tsao Fa-shih o Yingzao Fashi) di Li Chieh, "il Vitruvio d'oriente" si parla sia dei sistemi costruttivi tipici che dei sistemi di distribuzione degli spazi. Grazie a questa manualistica è stato possibile analizzare nel dettaglio tutti gli elementi che compongo il complesso residenziale di Pan. Secondo questa trattatistica a partire dal periodo Sung (960 – 1279) i caratteri della architettura

cinese divennero ancora più conservatori rispetto a prima, codificando un insieme di norme e caratteri di uso pratico generale. Questo conservatorismo provocò un effetto negativo sulla autonomia dei progettisti che si trovavano quindi ad operare su soluzioni seriali e lasciandoli quindi a risolvere problemi di tipo statico e/o tecnico, rinunciando quindi alla creazione di soluzioni originali.

FIGURA 21 - STRUTTURA DELLA CASA DI PAN

Il complesso della Casa di Pan è, come anticipato nella introduzione di questo capitolo, fu interamente realizzato in legno. Le specie arboree solitamente utilizzate per le costruzioni erano l'abete (Lěngshān), come nel caso in questione, il pino (Sōng), il phoebe nanmu (Nan-mu), un legno estremamente prezioso simile al teak, il cedro bianco (Bái xuěsōng), per le sue caratteristiche di elevata resistenza a trazione e compressione e per il bambù (Zhú), grazie alla sua flessibilità e resistenza.

Attualmente molte delle costruzioni residenziali vengono ancora costruite con le stesse metodologie strutturali e materiali come è possibile vedere nell'immagine sottostante di una casa in costruzione vicino alla Casa di Pan.

FIGURA 22 - ESEMPIO DI ABITAZIONE IN COSTRUZIONE

Il sito e l'orientamento della Casa di Pan non sono casuali, ma come indicato nello "Yingzao Fashi" sono frutto di una combinazione di scelte che legano arte, scienza, magia rituale, pensiero filosofico e la meno importante necessità. Le città e le abitazioni sorgevano secondo le indicazioni di un geomante, oltre che dell'architetto e del mastro costruttore. L'eredità di questa pratica è arrivata sino ai giorni nostri, poiché nelle diverse comunità cinesi diffuse in tutto il mondo, a Taiwan o a Hong Kong la progettazione preliminare viene affiancata da geomanti e/o esperti in feng-shui, mentre nella Repubblica Popolare Cinese questa pratica è stata bandita. Una volta individuato il sito e ricevuta la approvazione da parte di tutti il mastro costruttore e i suoi carpentieri procedevano con il livellamento del terreno.

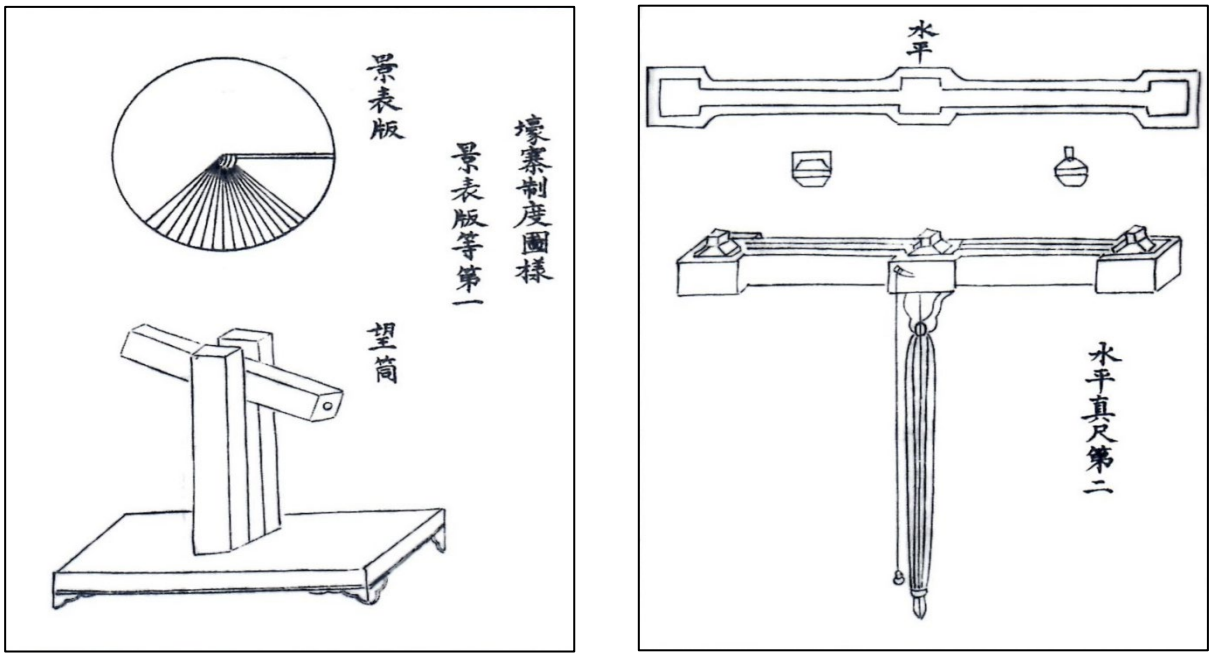

FIGURA 23 – RISPETTIVAMENTE TUBO DI OSSERVAZIONE PER L'ORIENTAMENTO DEGLI EDIFICI E LIVELLA AD ACQUA

Gli edifici del complesso come la maggior parte dell'architettura residenziale cinese non presentano un sistema di fondazioni vero e proprio. Questa scelta trae origine da diverse motivazioni. La prima di stampo filosofico-simbolico legata al concetto che il dragone della terra, la cui schiena, costituita dal terreno, non dovesse essere ferita dall'infissione di pali o comunque da fondazioni, poiché ciò avrebbe provocato gravi sconvolgimenti come terremoti o cataclismi. La seconda motivazione era legata invece a un carattere di tipo statico. Gli ingegneri cinesi infatti, in virtù dell'estrema sismicità dei loro territori, preferivano evitare la presenza di un sistema di vincoli rigidi. Le fondazioni quindi tendenzialmente venivano state realizzate mediante un sistema composto da terra battuta su cui veniva eseguito un basamento dove sarebbe sorto l'edificio. Questo sistema era così utilizzato e così apprezzato da essere impiegato in numerose fortificazioni e addirittura considerevoli parti della Grande Muraglia cinese.

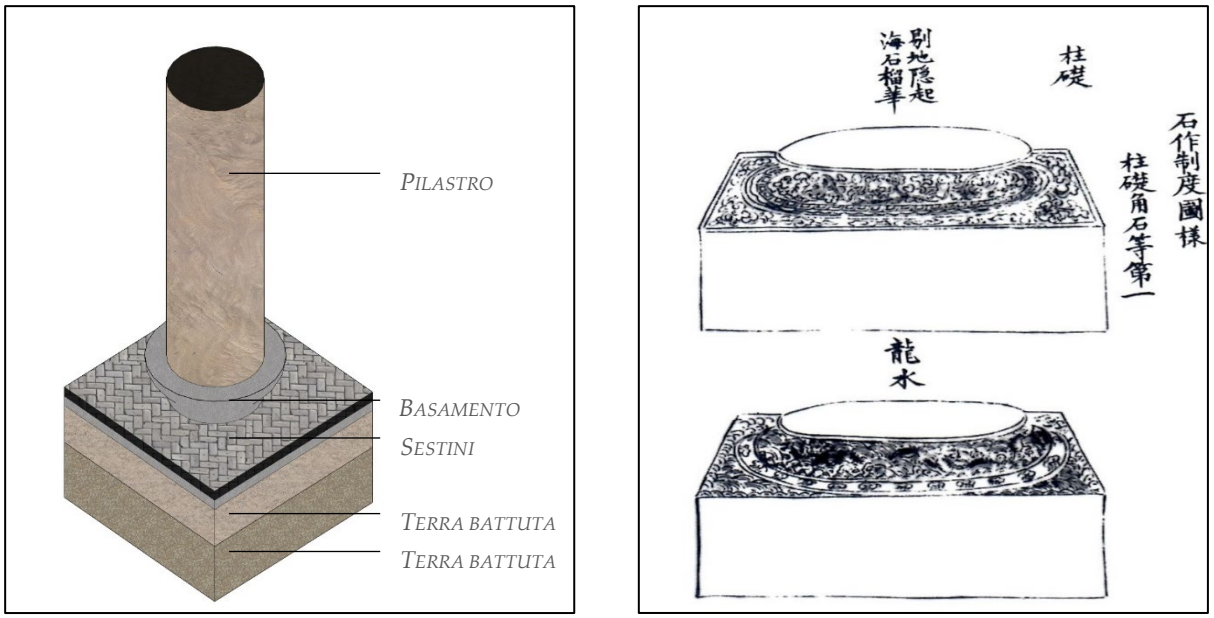

FIGURA 24 - MODELLO DEL SISTEMA DI ELEVAZIONE E DEL BASAMENTO ED ESEMPIO DELLO "YINGZAO FASHI" DI BASAMENTO

Il basamento su cui poggiano gli edifici come detto in precedenza è costituito da terra pressata (P'u-tu). Veniva costituito mediante un processo di edificazione vero è proprio che consisteva nell'accumulo di terreno, il quale veniva poi continuamente pressato mediante rulli, pestelli e mortai da parte dei manovali che nel processo aggiungevano sabbia e mattoni sbriciolati. Il procedimento veniva eseguito per diversi strati in funzione anche delle condizioni del luogo. Quanto più il terreno era compattato tanto più solide erano le fondazioni. Questo sistema consentiva inoltre, data l'estrema compattezza raggiungibile dai costruttori cinesi, di rendere estremamente asciutte le fondazioni degli edifici limitando in maniera assai efficace le infiltrazioni d'acqua. Sopra questo basamento in terra battuta veniva poi realizzato un secondo basamento, sempre di terra battuta, su cui si sarebbe effettivamente realizzato l'edificio. Inizialmente questi basamenti vennero rivestiti in legno ma si decise rapidamente di optare per una soluzione più duratura e meno aggredibile da agenti atmosferici e biologici. Si passò quindi alla pietra come nel caso della Casa di Pan.

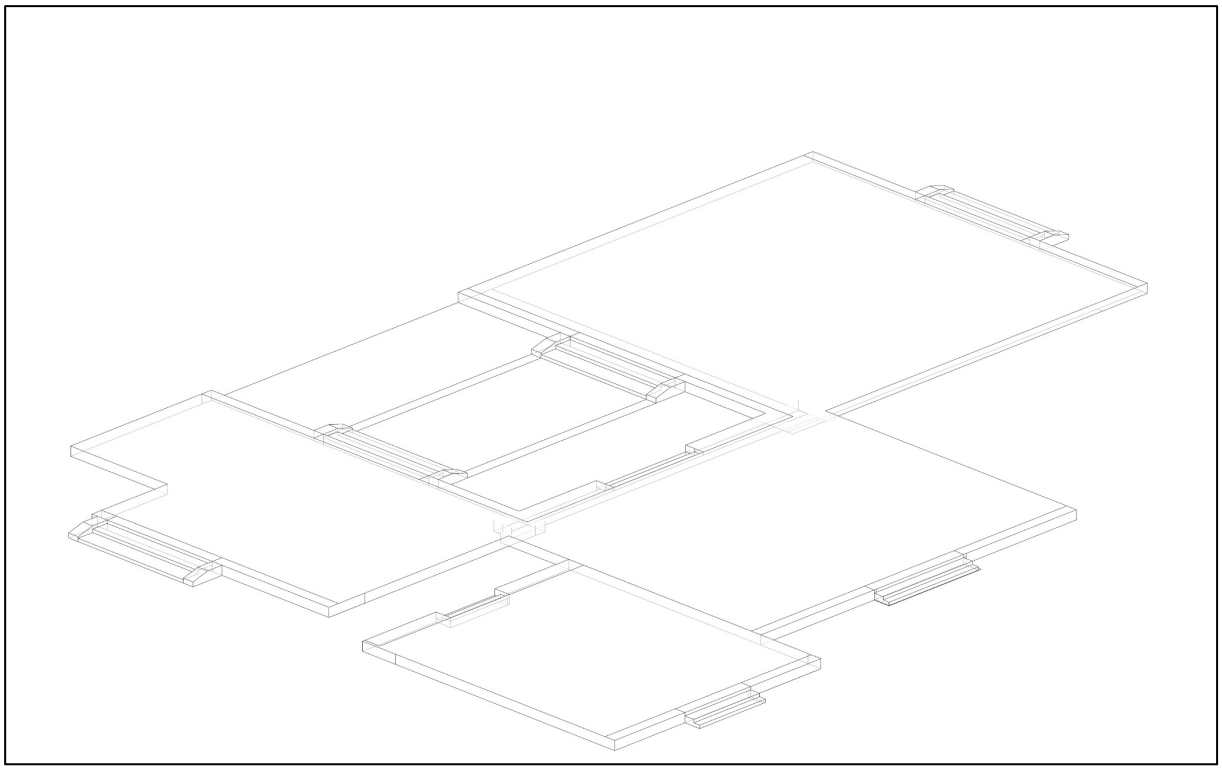

FIGURA 25 - MODELLO DELLA STRUTTURA DEI BASAMENTI DELLA CASA DI PAN

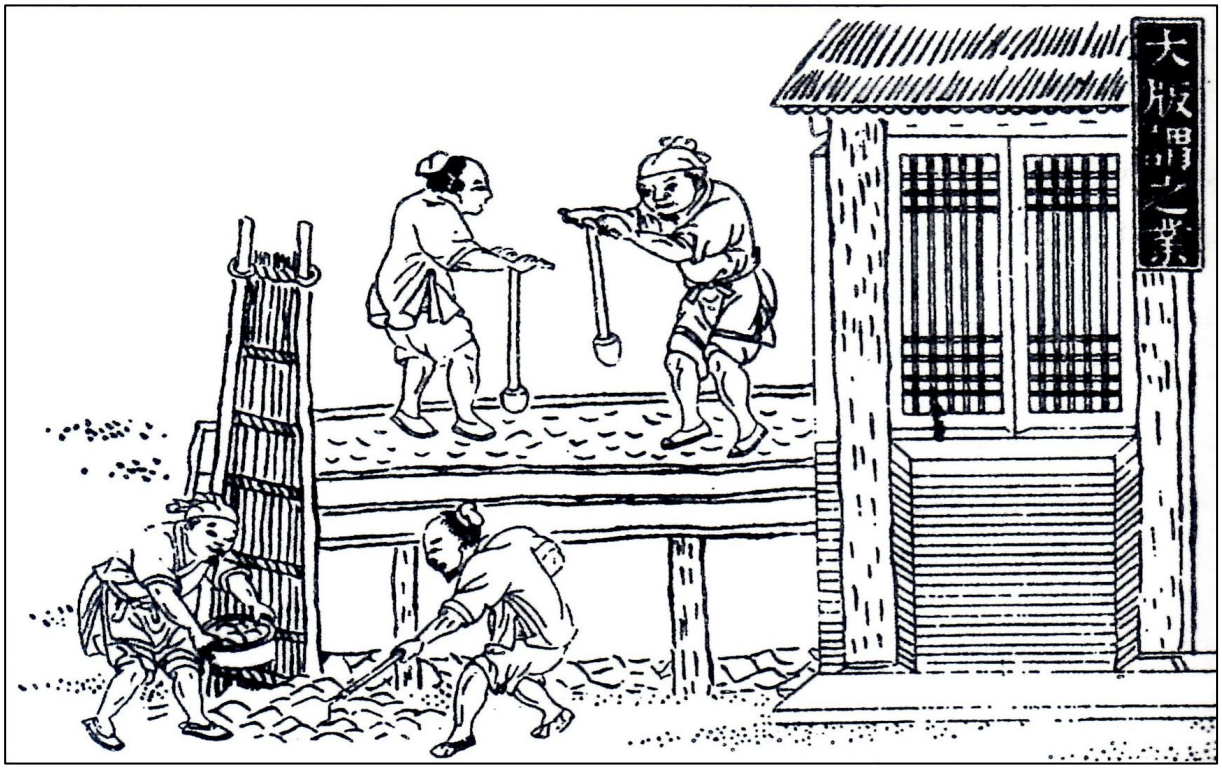

FIGURA 26 - COSTRUZIONE DI UN BASAMENTO IN TERRA PRESSATA

Successivamente il cantiere si evolveva con il sistema strutturale di elevazione realizzato mediante i pilastri in legno (Chien). I pilastri, insieme ai plinti in pietra aventi funzione di basamento, venivano dimensionati secondo criteri canonici ben definiti. Questi infatti sono sempre direttamente proporzionali in relazione 1:2 così come sono proporzionali tra altezza e diametro della colonna in rapporto 1:8.

I pilastri durante la posa, per essere verticalizzati ed essere considerati stabili, venivano imperniati sui plinti in pietra. La connessione veniva gestita mediante un giunto a scomparsa a forma di croce che univa il basamento e la colonna. La parte superiore dei pilastri o comunque quella di connessione con il sistema di travi e collegamenti orizzontali veniva collegata mediante giunti tenone e mortasa (Sun-mao) e chiavi di legno a coda di rondine.

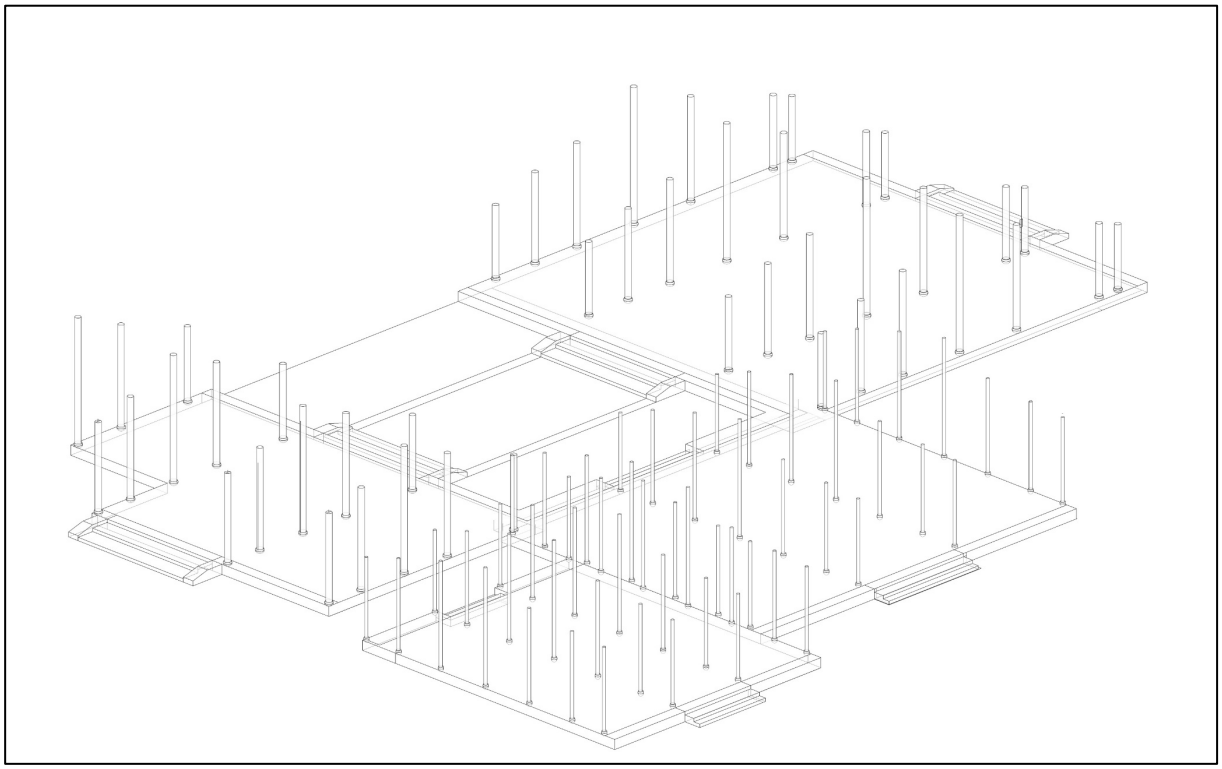

FIGURA 27 - MODELLO DELLA STRUTTURA DI ELEVAZIONE DELLA CASA DI PAN

Realizzata la posa dei pilastri si procedeva alla struttura orizzontale. Il sistema di travi (Liang) e gli elementi di collegamento orizzontali venivano collegati tra loro e ai pilastri mediante giunti tenone e mortasa (Sun-mao) e a coda di rondine. Questi venivano dimensionati secondo criteri canonici ben definiti. Infatti sono sempre direttamente proporzionali tra altezza e base al rapporto 3:2, un rapporto ancora oggi considerato valido per le travature in legno massiccio.

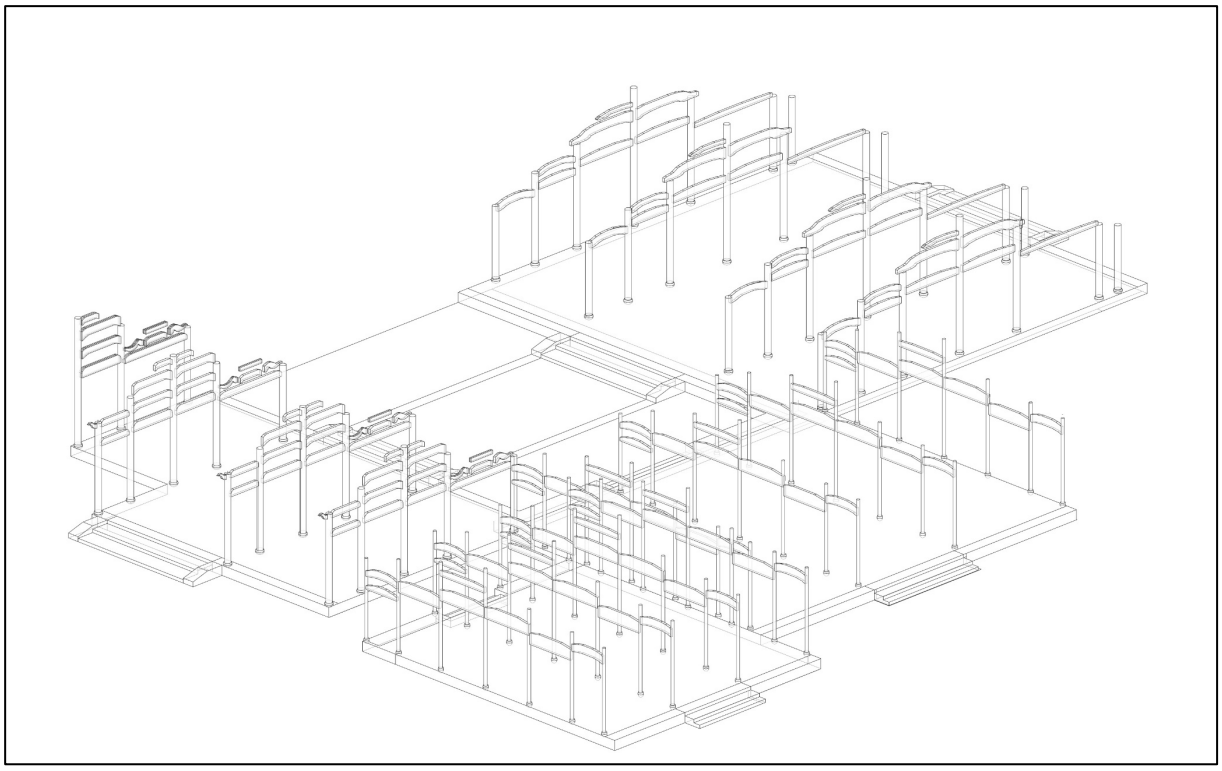

FIGURA 28 - MODELLO DELLA STRUTTURA ORIZZONTALE DI PRIMO LIVELLO DELLA CASA DI PAN

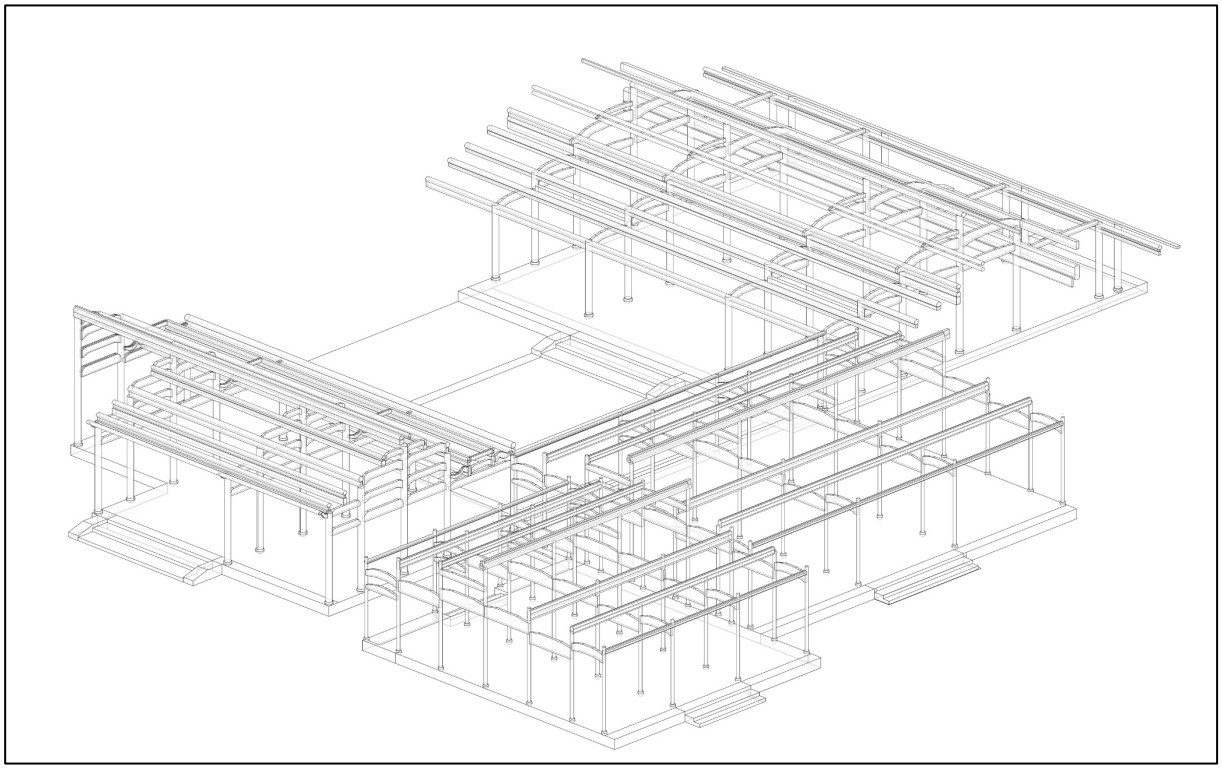

FIGURA 29 - MODELLO DELLA STRUTTURA ORIZZONTALE DI SECONDO LIVELLO DELLA CASA DI PAN

Una volta realizzata la struttura orizzontale si procedeva quindi alla realizzazione delle strutture per la copertura. L'intelaiatura del tetto veniva composta da travi, travetti, arcarecci, puntoni e monaci. Le travi venivano realizzate con forma squadrata, i travetti e gli arcarecci invece con una forma circolare. Nell'architettura tradizionale cinese esistono tre tipologie di sistemi costruttivi tipici il "Chu'uan-tou", il "Tieh-liang" e un misto tra i due. La Casa di Pan rientra nella tipologia "Chu'uan-tou" ovvero il sistema più antico, formato da travi sovrapposte che attraversano i pilastri. Il rapporto tra lunghezza e altezza è in rapporto 2:3 codificato secondo criteri canonici ben definiti. Gli arcarecci in legno, disposti trasversalmente, secondo l'asse longitudinale dell'edificio, venivano progressivamente rastremati. Questa rastremazione da origine alla tipica curvatura del tetto tradizionale cinese. La motivazione per cui i tetti cinesi siano curvi è antica e incerta. Alcune fonti attestano che sia dovuta alle prime tipologie di tetti costruiti in bambù, i quali con il corso del tempo assumevano la caratteristica curvatura. Un'altra ipotesi, legata al folclore cinese, li fa risalire alla necessità di difendersi dai diavoli e dagli spiriti malvagi sbattuti giù dal cielo. Questi cadendo sui tetti, se avessero deciso di nuocere ai mortali nell'abitazione sarebbero rotolati giù e si sarebbero infilzati nelle tegole di bordo. Altri attestano questa scelta a motivazioni di carattere filosofico – simbolico poiché il tetto curvo avrebbe, con le sue forme, armonizzato il costruito con il paesaggio naturale. Altre teorie ancora lo fanno derivare dalle prime popolazioni nomadi cinesi che utilizzando le tende avrebbero influenzato l'andamento del tetto nei primi insediamenti stanziali. Un'altra ipotesi è legata all'eccessivo peso dei coppi che avrebbero incurvato progressivamente i primi tetti costruiti. Infine si ipotizza anche che la scelta sia dovuta a caratteri ambientali. Gli edifici infatti dovevano essere difesi dalle violente tempeste tropicali e dai forti venti dovuti al clima monsonico ed il tetto curvo rappresentava la scelta più efficace. Inoltre consentiva di proteggere gli abitanti dalla calura estiva e lasciava passare il tepore del sole invernale. Ad ogni modo la scelta di un tetto curvo si rivelò non solo esteticamente apprezzabile ma sicuramente efficace.

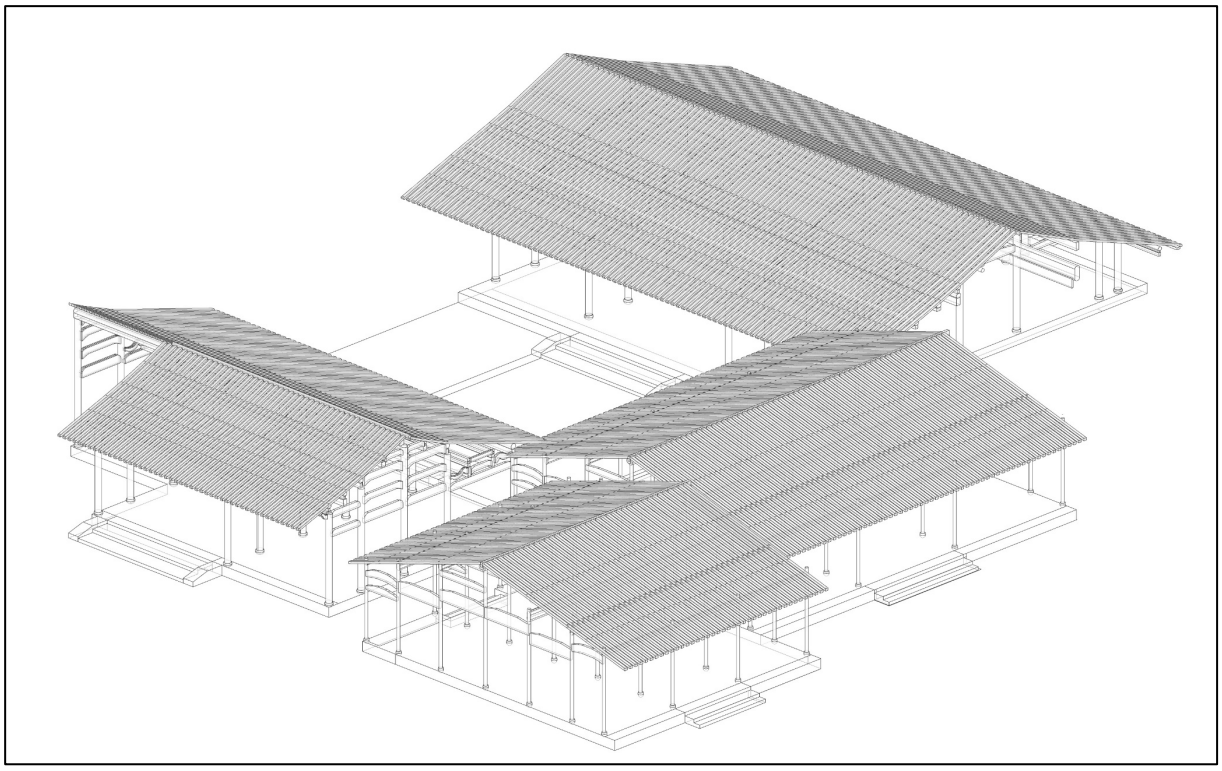

FIGURA 30 - MODELLO STRUTTURALE COMPLETO DELLA CASA DI PAN

Le connessioni delle strutture portanti lignee non furono mai gestite mediante l'uso di chiodi o carpenterie metalliche, tranne che nel caso degli arcarecci, ma tutto fu affidato all'arte della carpenteria. Gli assemblaggi furono prodotti mediante il sistema di incastro. Il più usato fu quello a penetrazione tenone-mortasa (Sun-mao) usato nella giunzione dei pezzi tenuti assieme da una caviglia che li attraversava. Nello specifico il tenone per la parte sporgente e la mortasa per quella intagliata destinata a ricevere la prima. Questa tipologia di incastro fu realizzata mediante sistemi a intaccatura dentata, intaccatura piatta e intaccatura trafilata. Le stesse tipologie inoltre vennero impiegati anche l'allungamento delle strutture. Per le giunzioni angolari nelle quali una parte orizzontale si innestava in una verticale fu ideato un sistema di unione tra un pezzo speciale a tenone e l'altro a mortasa. Per gli elementi ad intersezione si utilizzò l'assemblaggio a croce, dove gli elementi mensolari posizionati allo stesso piano vennero intagliati in corrispondenza dell'incrocio. Per le giunzioni basamento – pilastro si utilizzò un giunto a croce a scomparsa che consentiva di verticalizzare e stabilizzare l'elemento. Infine nel caso di intersezione di colonne con differenti componenti lignei si utilizzò l'assemblaggio accollato, che prevedeva la lavorazione degli elementi con tacche e dentelli a coda di rondine per l'assemblaggio. Queste tipologie di connessione sono esattamente quelle che utilizziamo oggi nelle strutture in legno che costruiamo.

La scelta degli incastri fu determinata dai piccoli spostamenti originati dalle strutture lignee. Questa soluzione risultò la più adatta a sopportare oscillazioni, spostamenti, movimenti e deformazioni più o meno naturali delle strutture dell'edificio, consentendogli di assestarsi senza generare collassi nei punti di giunzione.

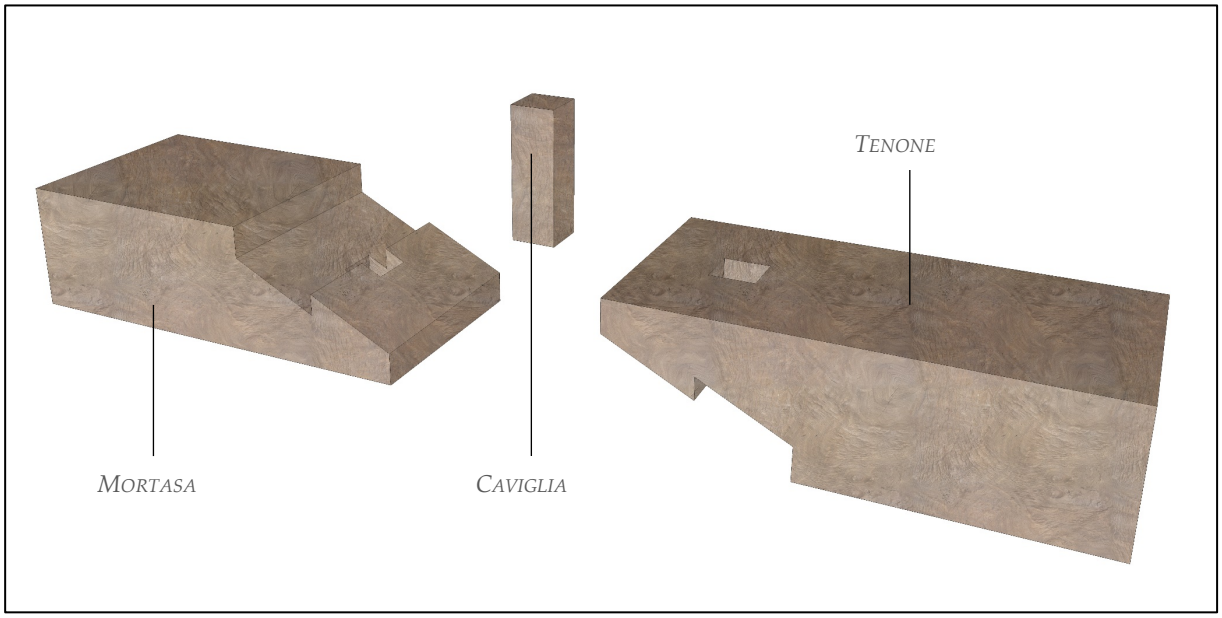

FIGURA 31 – MODELLO DELLA CONNESSIONE TENONE-MORTASA CON INTACCATURA DENTATA

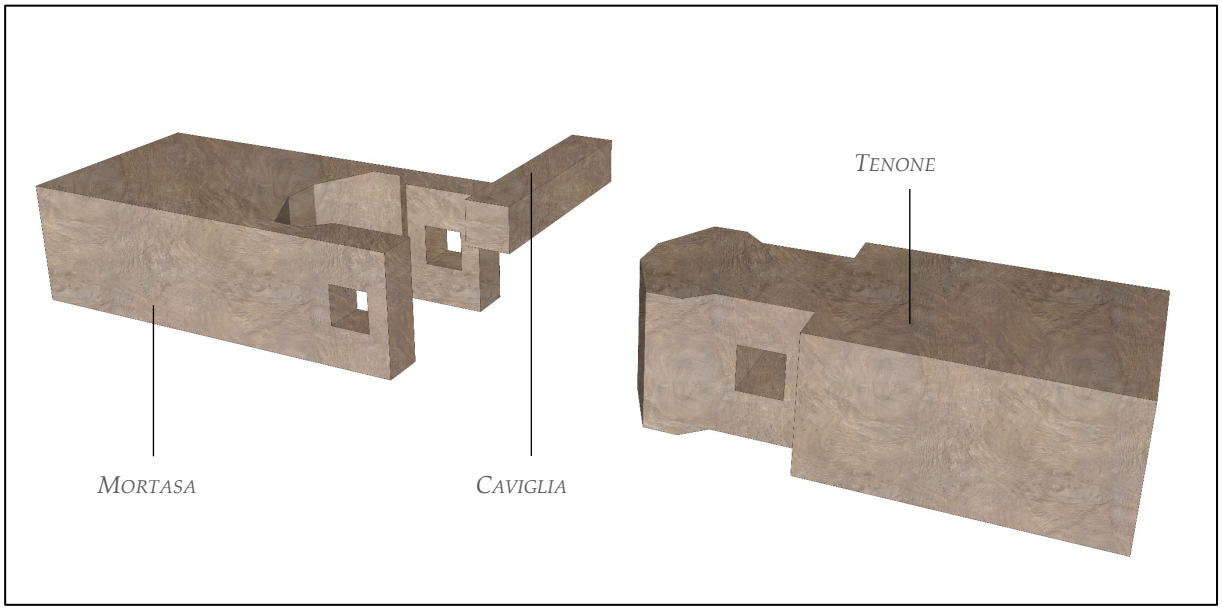

FIGURA 32 – MODELLO DELLA CONNESSIONE TENONE-MORTASA CON INTACCATURA TRAFILATA

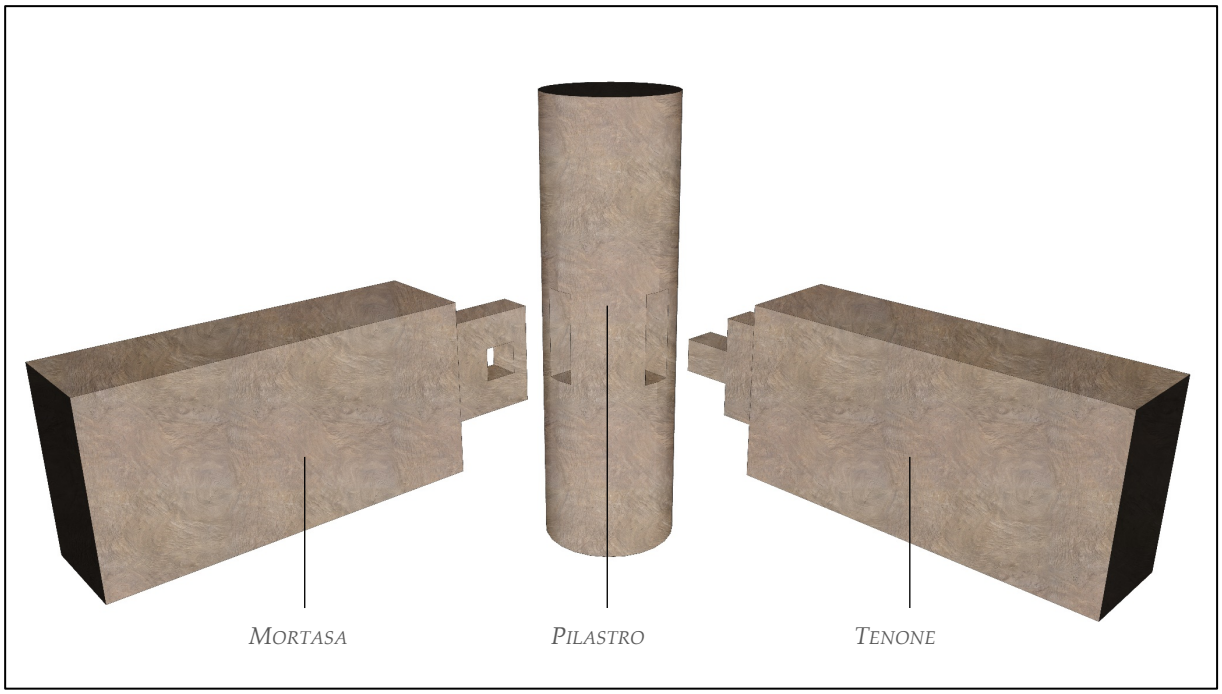

FIGURA 33 – MODELLO DELLA CONNESSIONE ANGOLARE

FIGURA 34 – MODELLO DELLA CONNESSIONE LINEARE

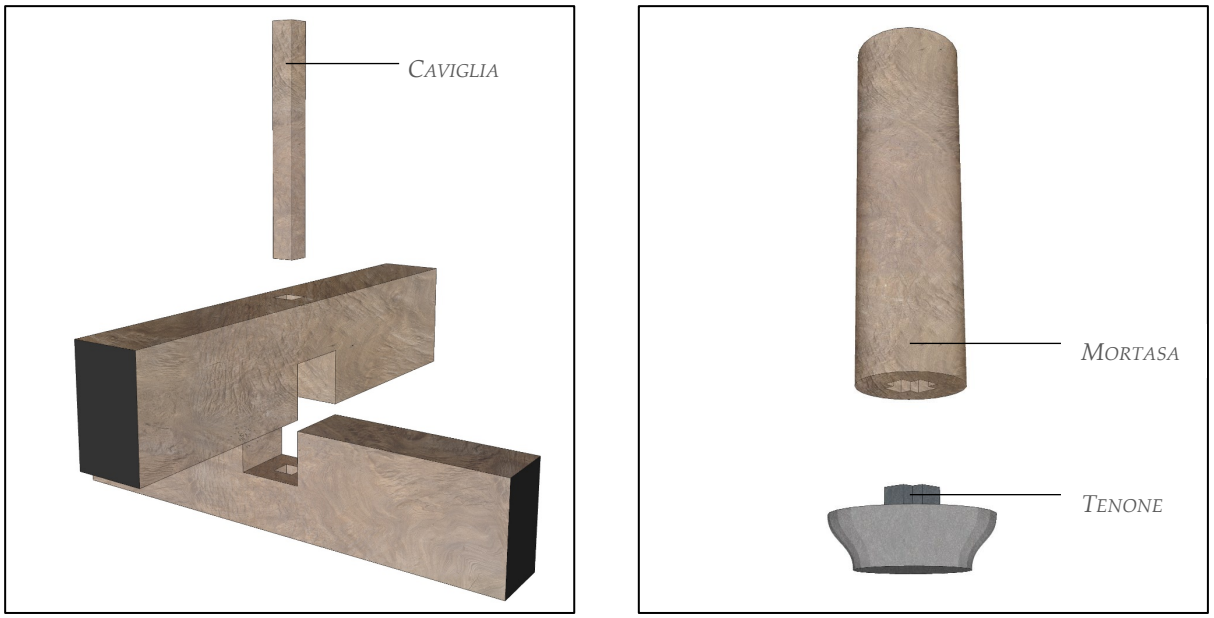

FIGURA 35 - MODELLO DELLA CONNESSIONE A CROCE RISPETTIVAMENTE PER TRAVI E PILASTRO

FIGURA 36 - PAVIMENTAZIONE PADIGLIONI IN SESTINI

Terminate le componenti strutturali le maestranze passavano quindi alla realizzazione delle architetture dell'edificio. Si procedeva alla posa di una pavimentazione generalmente in pietra o cotto secondo motivi geometrici ad incastro, ottagonali o a scacchiera. La pavimentazione proprio in virtù della concezione legata alla continuità tra interno ed esterno non si differenziava e le murature avrebbero poggiato direttamente su questo strato. Nella Casa di Pan le pavimentazioni vennero realizzate esattamente come indicato in precedenza. I pavimenti sono tutti identici e costituiti da sestini, ovvero listelli in cotto grigio disposti a 90°.

Concluse le pavimentazioni le maestranze procedevano alla realizzazione delle murature. Il mastro carpentiere, dopo la realizzazione di un piccolo muro di calce, disegnava in scala una sezione trasversale del progetto (Ts'e-yang). I carpentieri quindi avrebbero proceduto, a partire da quel disegno, alla realizzazione del progetto. Nella Casa di Pan, come indicato nello "Yingzao Fashi", le murature vennero eseguite secondo le due tipologie previste. Quelle laterali vennero realizzate in mattoni di cotto grigio e lasciati a vista. Quelle frontali, posteriori e di divisione interna vennero invece realizzate mediante un cannicciato intonacato e legno, realizzati su una fascia in legno posta nella parte inferiore. Poiché questa seconda tipologia risultava estremamente aggredibile da parte degli agenti atmosferici e biologici, oltre alla fascia in legno, si rivestivano con delle pannellature le parti esposte all'esterno.

FIGURA 37 - PARETE IN CANNICCIATO CON PANNELLATURA DI PROTEZIONE

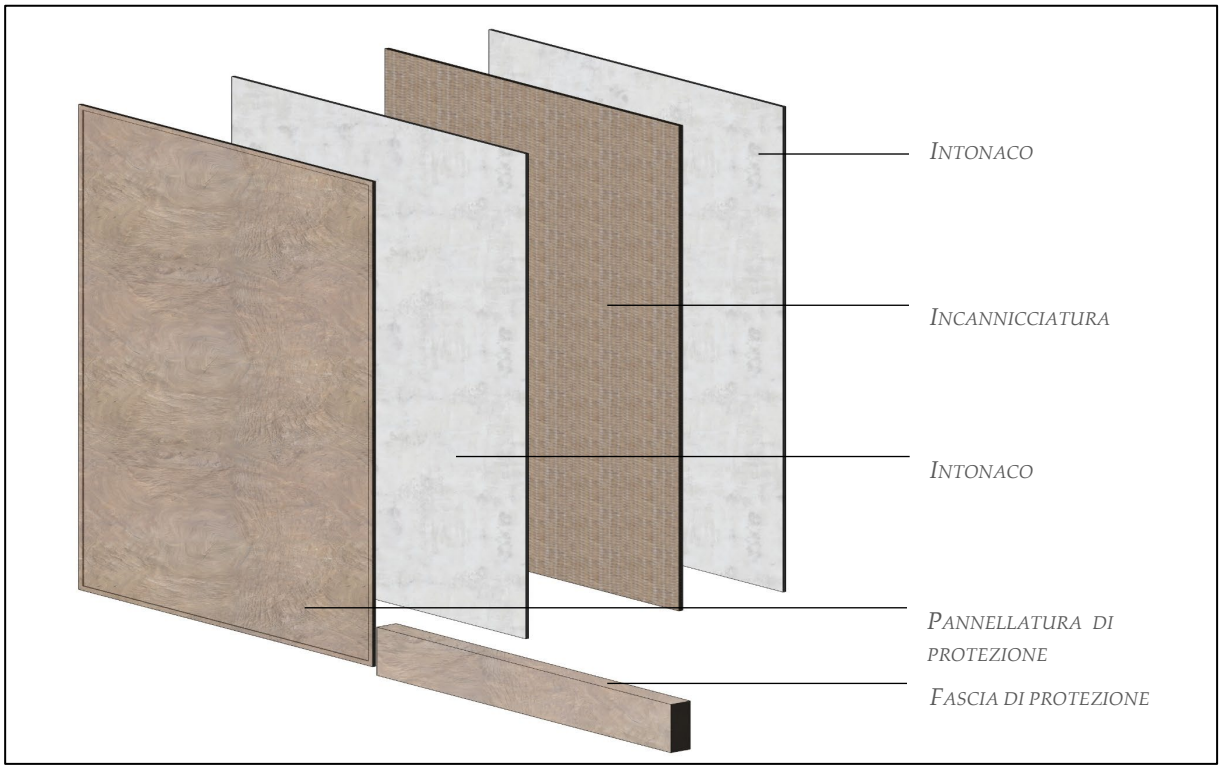

FIGURA 38 - MODELLO DELLA TAMPONATURA

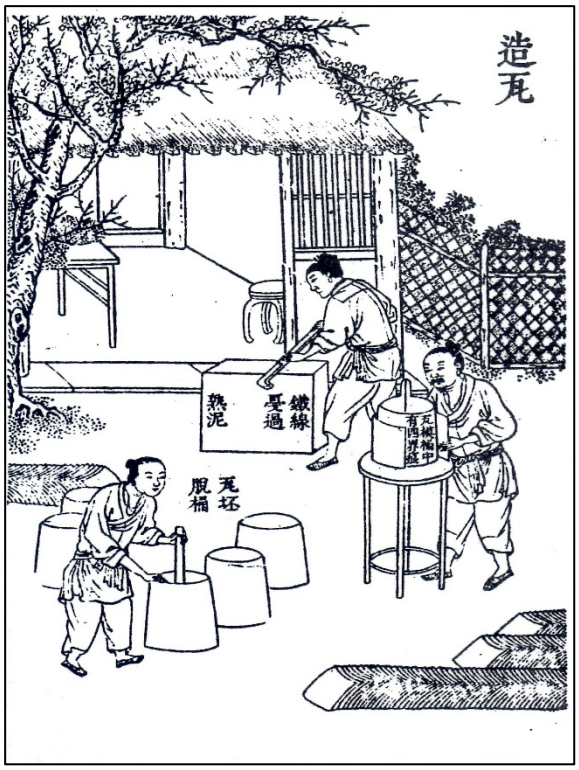

FIGURA 39 - PREPARAZIONE DELLE TEGOLE

Dopo aver realizzato le pareti le maestranze passavano alla posa della copertura. La copertura era costituita da coppi e tegole in cotto che alle volte subivano il processo di invetriatura. Le coperture erano di due tipologie le "T'ung" e le "Fan". Nel caso della Casa di Pan fu utilizzata la tipologia "Fan" in cotto grigio, ovvero tegole rovesciate piatte e leggermente concave all'esterno. Le tegole di colmo (Chang-chi) e quelle di testa sia nella Casa di Pan, che in generale nella architettura cinese, furono lavorate secondo figure zoomorfe e simboli propiziatori. La simbologia aveva la funzione di proteggere dai demoni e dagli incendi gli edifici quindi veniva individuata secondo canoni molto specifici da parte del geomante.

FIGURA 40 - PARTICOLARE DEI TETTI DELLA CASA DI PAN

Nella maggior parte della Casa di Pan il tetto è stato lasciato con finitura a vista all'interno dei locali, mentre alcuni parti, ad esempio nel padiglione due, vennero dotate di una pannellatura a soffitto che richiama i nostri soffitti a cassettoni o lacunari. Questi pannelli furono molto probabilmente impiegati per impreziosire gli ambienti con le loro decorazioni e destinandoli quindi a una funzione puramente estetica.

FIGURA 41 - PANNELLATURA A SOFFITTO

Per quanto riguarda le porte di accesso ai padiglioni della Casa di Pan vennero impiegate tutte porte dello stesso tipo, costituite da pannelli pieni a un battente. Le porte dell'architettura tradizionale cinese, come anche indicato nello "Yingzao Fashi", non vennero create per chiudersi al livello del pavimento ma per mantenersi alla quota della fascia in legno inferiore delle murature. Questa scelta fu probabilmente individuata da una duplice necessità. Come ogni altra scelta dell'architettura cinese la prima necessità era dovuta a una funzione simbolica, poiché il visitatore in questo modo avrebbe dovuto fermarsi all'ingresso del padiglione per oltrepassare la fascia e così facendo avrebbe dovuto attendere il permesso da parte degli abitanti. La seconda motivazione fu invece di stampo più pratico garantendo in questo modo, come nel caso della precedente fascia in legno delle murature, una protezione da parte degli agenti atmosferici e biologici degli interni.

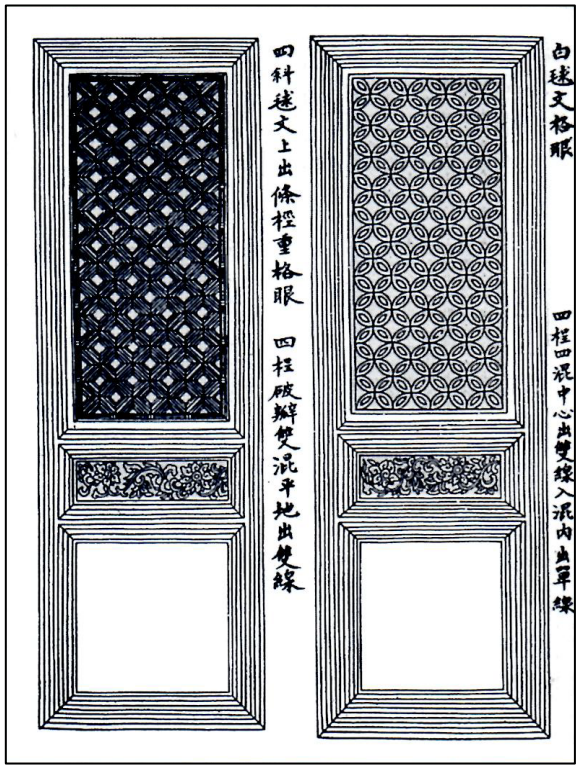

FIGURA 42 – ESEMPI DI PORTE

FIGURA 43 - FINESTRA A GRATICCIO

Altro argomento degno di nota è rappresentato dalle finestre a graticcio. Purtroppo nella Casa di Pan la maggior parte di queste è stata modificata al fine di adattare l'edificio alle esigenze moderne. È però possibile trovare nel padiglione due, alcune decorazioni quasi intatte del complesso originale. Nella cultura cinese la finestra fu dagli albori trattata come un elemento particolare, dovuta alla singolare alternanza di separazione e comunicazione tra interno ed esterno. Queste dovevano essere sempre collocate nei prospetti frontali e posteriori dei padiglioni e mai nelle pareti laterali che dovevano essere lasciate cieche. Inoltre dovevano essere sempre in numero doppio rispetto alle porte ma generalmente proprio in virtù di questo rapporto particolare si è sempre optato per una scelta quasi totale di finestre lungo i prospetti precedentemente citati. Nella Casa di Pan non si fecero differenze, lasciando quindi le finestre come tratto dominante nel complesso.

Non meno importanti sono le numerose decorazioni presenti sugli elementi lapidei e lignei. Nell'architettura tradizionale cinese questi elementi furono largamente impiegati con funzioni sia simboliche che estetiche. Nella Casa di Pan gli zoccoli singoli delle scalinate dei padiglioni e i basamenti delle colonne sono gli unici elementi lapidei che hanno ricevuto una decorazione. Per quanto riguarda invece le componenti lignee come travi, complessi mensolari, pannelli e tramezzi in legno furono tutti decorati come le indicazioni dello "Yingzao Fashi". Lungo questi elementi è possibile trovare motivi floreali e zoomorfici, geometrie labirintiche, cinture damascate e piccoli animali.

FIGURA 44 - DECORAZIONI RISPETTIVAMENTE DELLO ZOCCOLO DELLA SCALINATA E DEL COMPLESSO MENSOLARE

FIGURA 45 - DECORAZIONI ZOOMORFE LUNGO LE LINEE DI COLMO DEI TETTI

Infine meritano una descrizione le finiture e i cromatismi dell'architettura tradizionale cinese. Nella Casa di Pan sono presenti il tipico colore rosso cinese ottenuto dall'ocra rossa dello shansi (Tai-che-shih) e il bianco di piombo distribuiti esattamente come descritto dallo "Yingzao Fashi". Anche la scelta dei colori dell'architettura tradizionale cinese frutto di attenti studi e successive codificazioni. Il rosso veniva impiegato per porte, finestre e per le parti di fondamentale importanza di un edificio in quanto simbolicamente rappresentava la fortuna e il benessere. Le porte, ad esempio, venivano dipinte di rosso poiché il loro attraversamento avrebbe significato ricevere buoni auspici. Il bianco invece veniva impiegato per le rimanenti

parti delle murature poiché stava a simboleggiare la vecchiaia. Infatti come i capelli bianchi sono dovuti all’invecchiamento, così si auspicava per marito e moglie l’invecchiare insieme, augurando loro una lunga vita in coppia. Infine le restanti parti degli edifici venivano lasciate con la loro colorazione naturale. Su tutte le parti dipinte e lasciate naturali, si andava poi a spalmare uno speciale olio denominato “T’ung”. Questo prodotto dalla consistenza gelatinosa e di colore giallino, veniva estratto dalle radici di Aleurites Cordata e fatto bollire insieme alla resina di pino. Una volta che avesse assunto una consistenza e una brillantezza tali da essere considerato una vernice veniva mescolato con il litargirio, una forma minerale naturale dell'ossido di piombo e quindi spalmato su tutto l’edificio consentendo una protezione e una brillantezza considerevoli.

FIGURA 46 - ESEMPI DEI CROMATISMI PRESENTI

2.3. RILIEVO E MODELLO

Il punto di partenza del lavoro svolto è stata la creazione di un modello 3D derivato dal rilievo effettuato. Il rilievo, di tipo aerofotogrammetrico eseguito con droni, è stato realizzato mediante una procedura di fotogrammetria moderna, una tecnica che permette di costruire modelli tridimensionali a partire da fotografie. La "Wenzhou Design Assembly Company" ha fornito nel materiale della missione il materiale aerofotogrammetrico dell'intera città di Jinxiang. Il materiale è stato processato mediante gli algoritmi di Structure from Motion (SfM) di cui parleremo in seguito.

2.3.1. ESECUZIONE DEL RILIEVO

In questa fase vengono realizzate tutte le procedure per l'esecuzione del rilievo sul campo (fieldwork). Si parte definendo il poligono di volo a seconda della necessità, in questo caso l'intera città di Jinxiang. A seconda del drone utilizzato, in questo un "DJI Phantom 4 Pro", si definiscono le caratteristiche della fotocamera. In base alle caratteristiche della macchina e gli obiettivi del rilievo si determina quindi la percentuale di ricoprimento longitudinale (overlap) e trasversale (sidelap), in questo caso rispettivamente 80% e 60% e il Ground Sample Distance (GSD) richiesto. Il GSD per semplificare e dare una idea al lettore corrisponde all'elemento più piccolo identificabile e misurabile in un'immagine digitale, che è il pixel. Pianificato il volo e tenuto conto delle precedenti considerazioni vengono effettuati i controlli pre-volo e posizionati i Ground Point Control (GPD) che serviranno per dare un contenuto metrico al rilievo e non solo fotografico. Realizzati i voli per il rilievo del settore identificato si è quindi passati alla fase successiva di elaborazione dei dati.

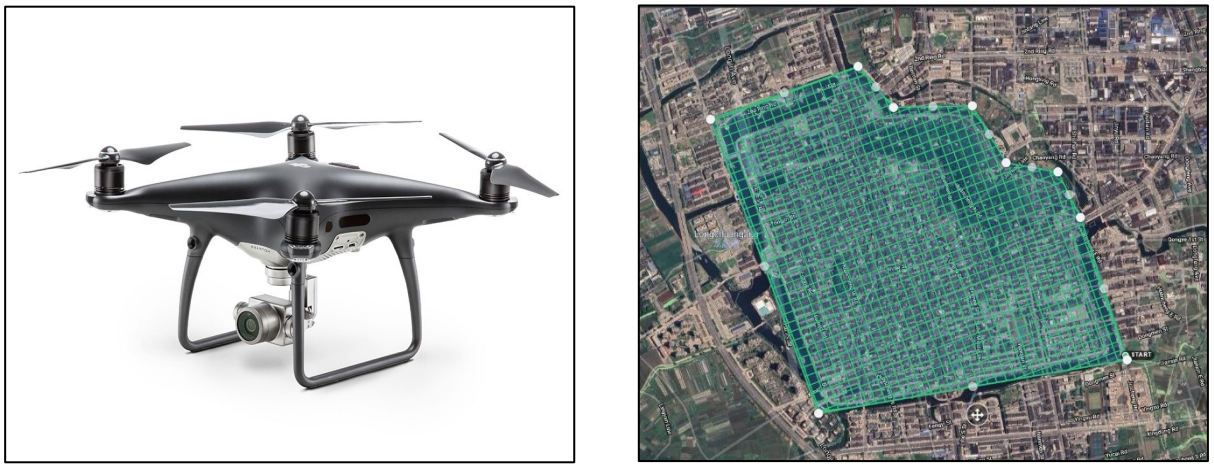

FIGURA 47 - RISPETTIVAMENTE IL DRONE E LA PIANIFICAZIONE DI VOLO UTILIZZATE A JINXIANG

2.3.2. ELABORAZIONE DEL RILIEVO

In questa fase vengono realizzate tutte le procedure per l'elaborazione dei dati precedentemente raccolti (processing e post-processing). È durante queste operazioni che vengono impiegati gli algoritmi di Structure from Motion (SfM) precedentemente citati, nati dalla fotogrammetria tradizionale ed evoluti mediante implementazione della fotogrammetria moderna computerizzata. Il nome Structure from Motion, "strutture dal movimento", infatti consente di ben definire le potenzialità della tecnica, indicando come l'acquisizione differenziata dovuta al movimento e alle inquadrature da diverse prospettive consenta infine la ricostruzione della tridimensionalità dell'oggetto ed infine della sua struttura.

Il primo passo è stata la realizzazione della procedura di Image Alignment. Una volta scartate le immagini che presentavano artefatti grafici, sfocature o distorsioni che avrebbero potuto inficiare sulla resa finale del modello è stato quindi lanciato l'algoritmo di individuazione ed estrazione dei punti omologhi delle immagini. Grazie all'algoritmo di bundle adjustment e l'immissione dei dati specifici della camera precedentemente raccolti infine la qualità del rilievo è stata ottimizzata. Terminate le operazioni di Image Alignment si è generata la nuvola di punti del rilievo (point cloud). A partire dalla nuvola di punti è stato poi eseguito un infittimento della nuvola mediante una comparazione più spinta dei fotogrammi. In questo modo il modello, diventato a questo punto nuvola di punti densa, acquisisce le informazioni spaziali e cromatiche necessarie alle fasi successive.

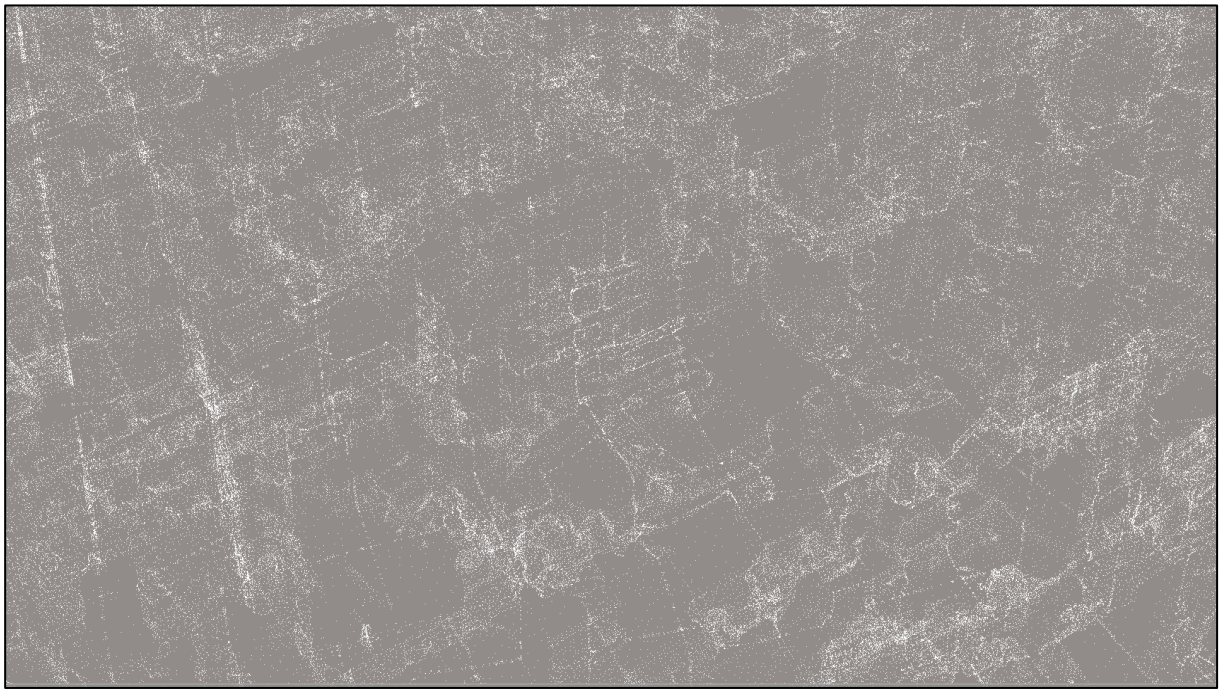

FIGURA 48 - NUVOLA DI PUNTI DELLA CASA DI PAN

Una volta definita la nuvola di punti densa si è proceduto quindi alla ricostruzione poligonale. La ricostruzione poligonale o elaborazione della mesh può avvenire secondo diversi algoritmi di ricostruzione. Il più utilizzato, che corrisponde a quello impiegato nel nostro rilievo, risulta essere il Poisson Surface Reconstruction. Questo metodo, che a differenza di molti altri, consente di trattare i dati di rilievo in maniera globale senza una suddivisione in parti. In pratica i punti della nuvola densa vengono utilizzati per realizzare una fitta rete di triangoli definita Triangulated Irregular Network (TIN). Questo algoritmo ricostruisce inoltre anche eventuali lacune della nuvola interpolando i dati più vicini. Quanto ottenuto per queste lacune difficilmente corrisponderà al dato reale ma sarà sufficiente utilizzare, come nel nostro caso, il materiale del rilievo fotografico a terra per poter definire in maniera corretta il punto.

FIGURA 49 - MESH DELLA CASA DI PAN

Una volta realizzata la mesh del modello è stata eseguita l'operazione di sovrapposizione della texture map estratta dalle foto, creando in questo modo un modello 3D fotorealistico in scala. L'algoritmo di texture mapping identifica la proiezione di una texture derivata dalle foto precedentemente scattate e mediante i dati ottenuti simula le caratteristiche cromatiche superficiali della mesh.

FIGURA 50 – RILIEVO FINALE DELLA CASA DI PAN COMPOSTO DALLA MESH DOPO LE OPERAZIONI DI TEXTURE MAPPING

2.3.3. MODELLAZIONE

Una volta realizzato il modello 3D ottenuto dalle operazioni di rilievo si è proceduto quindi alla realizzazione del modello 3D vero e proprio. È importante definire come non sia stato realizzato un solo modello, ma differenti modelli da utilizzare in combinazione e/o a seconda delle necessità.

Prima di parlare dei modelli realizzati è importante specificare il significato delle sigle LOD e BIM e HBIM. I LOD (Level of Detail o Detailing) o anche definiti livelli di sviluppo hanno il compito di definire con precisione il livello di approfondimento delle informazioni di varia natura che sono contenute all'interno del modello. Mediante i LOD si consente di dare una indicazione specifica e univoca a tutti i professionisti coinvolti circa il modello BIM che si sta utilizzando e i suoi contenuti. Quando parliamo di BIM (Building Information Model o Building Information Modeling) parliamo di una metodologia per l'ottimizzazione della pianificazione, realizzazione e gestione di costruzioni tramite aiuto di un software. Tramite esso tutti i dati rilevanti di una costruzione vengono raccolti, combinati e collegati digitalmente. L'edifico è, applicando il BIM, visualizzabile come un modello geometrico tridimensionale nella quale però sono anche presenti tutte le informazioni. Nel caso specifico della Casa di Pan è stata però utilizzata una variante del BIM definita come HBIM. Il termine HBIM (Historical o Heritage Building Information Model o Modeling) indica un modo di modellare gli organismi edilizi esistenti utilizzando un processo BIM e generando dei modelli

intelligenti che possono contenere e gestire informazioni che riguardano tutte le componenti del progetto, dalla più semplice vite all'intero, comprendendo oltre alle loro informazioni geometriche ed identificative anche tutte le proprietà che li descrivono nel dettaglio. Con l'HBIM si applica una specie ingegneria inversa degli edifici esistenti, perché, mentre si modella l'edificio, si studiano i procedimenti e le tecniche che hanno portato alla costruzione di quel particolare organismo edilizio. La modellazione in questo caso infatti parte sempre da un rilievo che solitamente, come nel nostro caso è stato realizzato mediante una metodologia aerofotogrammetrica e si pone l'obiettivo di ottenere un modello BIM dell'esistente. Ad oggi purtroppo la metodologia HBIM risulta di difficile applicazione a causa del fatto di essere ancora poco nota. Inoltre purtroppo gli strumenti BIM sono generalmente orientati alla modellazione per la nuova progettazione e risultano ancora poco efficienti ed efficaci nella modellazione dell'esistente. Nonostante ciò è innegabile che l'approccio del BIM, seppur difficoltoso, sia una scelta strategica rispetto sia al mercato delle costruzioni che al mercato dei professionisti permettendo di gestire molti dati ed informazioni in modo coordinato ed ottimizzare le risorse e i costi. L'applicazione dell'HBIM, oltre ai punti di forza citati in precedenza, consente inoltre di poter valutare diverse ipotesi di intervento sullo stesso edificio. Data una definizione delle sigle e delle metodologie utilizzate si definiranno quindi le modellazioni svolte per la Casa di Pan.

Innanzitutto è stato realizzato un modello della Casa di Pan avente LOD tipo C secondo la classificazione italiana UNI 11337-4 – 2017 o LOD 200 secondo la classificazione americana AIA G202 - 2013. Questo modello è stato realizzato come base per il modello successivo della Casa di Pan di maggior dettaglio. È un modello generale contenente informazioni concettuali utilizzato per rappresentazioni grafiche. È stato poi realizzato un modello del contesto avente LOD tipo B secondo la classificazione italiana UNI 11337-4 – 2017 o LOD 150 secondo la classificazione americana AIA G202 - 2013. Questo modello è stato realizzato come per una rappresentazione grafica del contesto adiacente su cui si andrà poi a intervenire mediante gli interventi di retrofit. È stato poi realizzato un secondo modello del contesto avente LOD tipo A secondo la classificazione italiana UNI 11337-4 – 2017 o LOD 100 secondo la classificazione americana AIA G202 - 2013. Questo modello è stato realizzato come per una rappresentazione grafica concettuale delle masse del contesto oltre la zona di adiacenza della Casa di Pan. Infine è stato realizzato un secondo modello della Casa di Pan avente LOD tipo F secondo la classificazione italiana UNI 11337-4 – 2017 o LOD 500 secondo la classificazione americana AIA G202 - 2013. Questo modello, rappresentante il livello di complessità più elevata raggiunta, riproduce ciò che è possibile riscontrare e verificare sul luogo. Si tratta di una rappresentazione del sistema definita come as-built, la quale contiene al suo interno tutte le caratteristiche del sistema geometrico tridimensionale eseguito e costruito oltre alle caratteristiche qualitative e quantitative degli elementi.

Quindi riassumendo le informazioni precedenti sono stati generati i seguenti modelli:

- Modello 1:
  LOD: tipo LOD tipo A secondo la classificazione italiana UNI 11337-4 – 2017 o LOD 100 secondo la classificazione americana AIA G202 - 2013;
  Funzione: Modello preliminare del contesto;
- Modello 2:
  LOD: tipo LOD tipo B secondo la classificazione italiana UNI 11337-4 – 2017 o LOD 150 secondo la classificazione americana AIA G202 – 2013;
  Funzione: Modello del contesto per analisi delle soluzioni di retrofitting;
- Modello 3:
  LOD: tipo LOD C secondo la classificazione italiana UNI 11337-4 – 2017 o LOD 200 secondo la classificazione americana AIA G202 - 2013;
  Funzione: Modello preliminare della Casa di Pan per implementazioni successive;
- Modello 4:
  LOD: tipo LOD tipo F secondo la classificazione italiana UNI 11337-4 – 2017 o LOD 500 secondo la classificazione americana AIA G202 – 2013;
  Funzione: Modello as-built Casa di Pan;

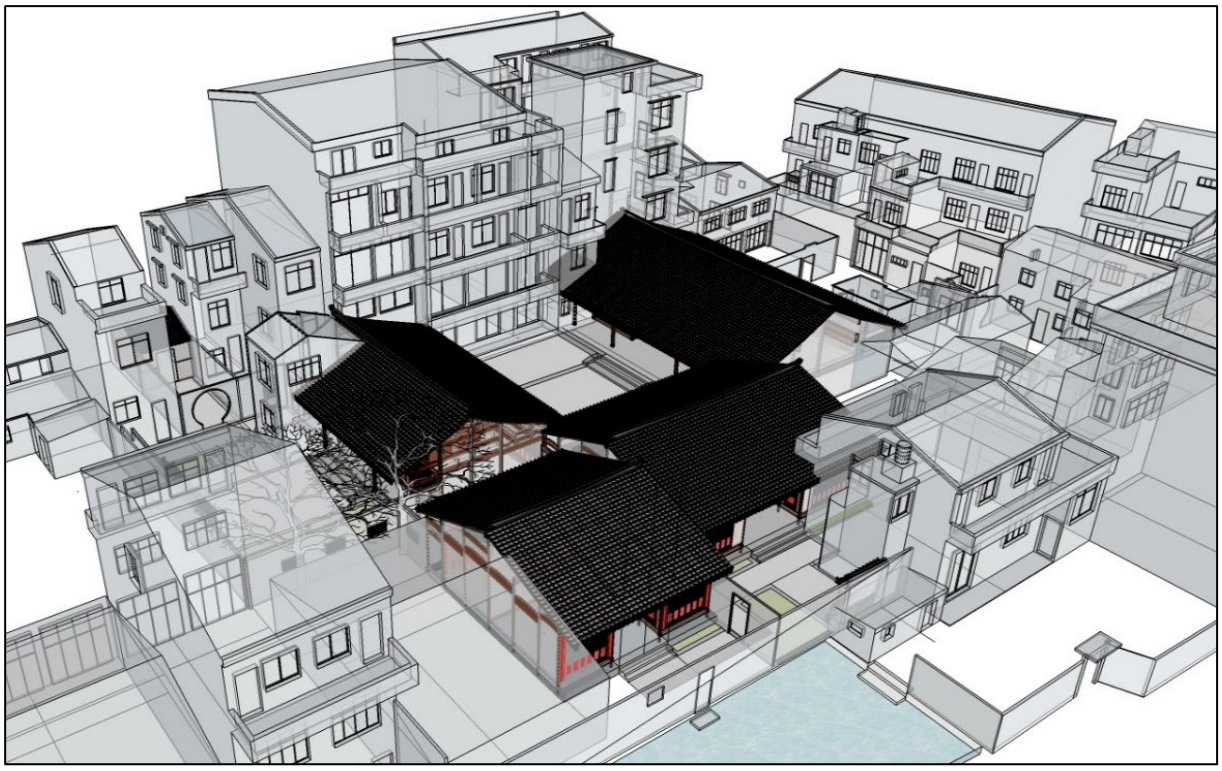

FIGURA 51 - MODELLO DELLA CASA DI PAN LOD C UNI 11337-4 – 2017 O LOD 200 AIA G202 – 2013 INSIEME AL MODELLO DEL CONTESTO LOD B UNI 11337-4 – 2017 O LOD 150 AIA G202 – 2013

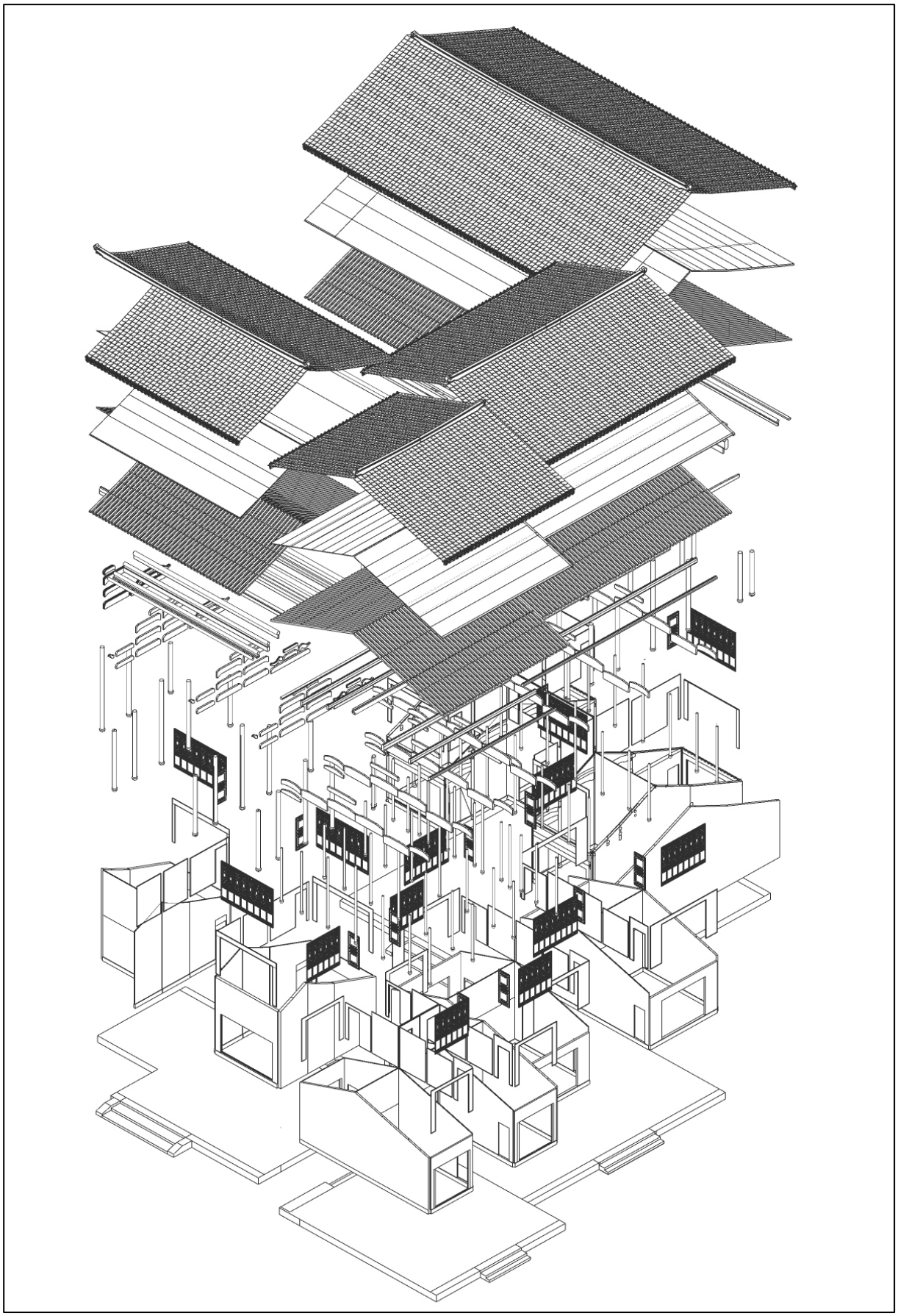

FIGURA 52 – MODELLO DELLA CASA DI PAN LOD F UNI 11337-4 – 2017 O LOD 500 AIA G202 - 2013

2.4. ANALISI DEL MANUFATTO

Analizzeremo ora le condizioni di conservazione attuale del manufatto dal punto di vista strutturale e dei degradi presenti per formulare successivamente una procedura di intervento.

2.4.1. ANALISI STRUTTURALE

Per quanto riguarda la struttura della Casa di Pan, come spiegato in precedenza, ci troviamo a trattare di un complesso edilizio con struttura portante in legno assemblata a secco mediante incastri.

Gli edifici, dal punto di vista strutturale, presentano diverse problematiche di lieve entità come deformazioni ed eccentricità considerate accettabili, ma il nonostante il pessimo stato di conservazione e la totale mancanza di manutenzione ordinaria e straordinaria, si è potuto evidenziare soltanto due problemi gravi nel corridoio del primo padiglione e il collasso di alcuni arcarecci e conseguente porzione di tetto nel secondo padiglione.

Per quanto riguarda le due travi presenti all'ingresso del cortile centrale del primo padiglione, di dimensioni rispettivamente 6,00*0,26*0,13 m e 6,00*0,40*0,15, evidenziano una curvatura molto accentuata. Il problema probabilmente non si è sviluppato recentemente, in quanto si può evidenziare l'apposizione di elementi verticali con la funzione di sostegno da parte degli occupanti per la trave T_01_24. Ad ogni modo la strategia attuata non può considerarsi come definitiva in quanto già visivamente gli arcarecci in legno stanno subendo un processo di scivolamento a causa della pendenza non omogenea.

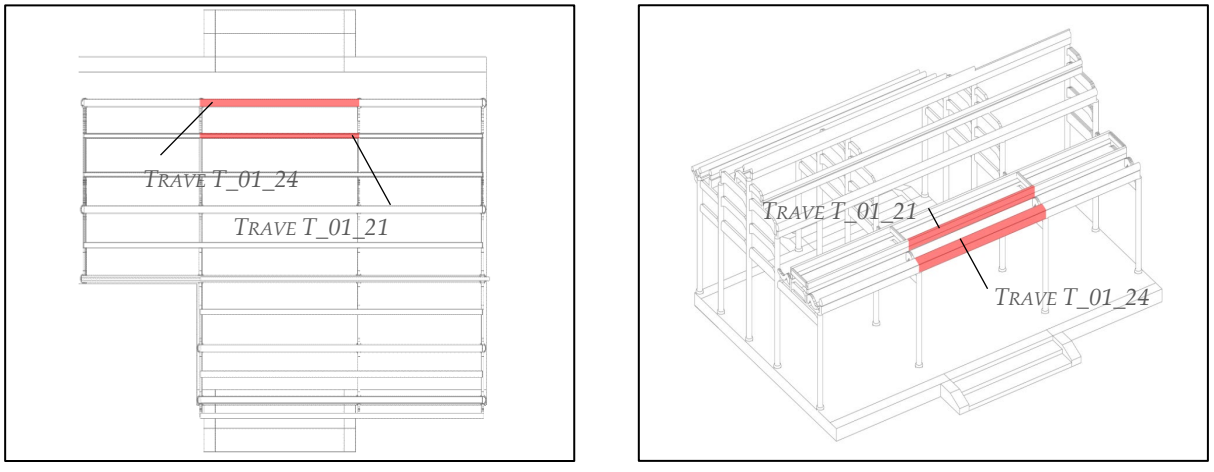

FIGURA 53 - IDENTIFICAZIONE ELEMENTI STRUTTURALI DI INTERESSE NEL PRIMO PADIGLIONE

FIGURA 54 - VISTA DELLE TRAVI DEFORMATE DI INTERESSE DAL CORTILE

FIGURA 55 - VISTA DELLE TRAVI DEFORMATE DI INTERESSE DALL'INTERNO DEL PADIGLIONE

Per quanto riguarda il secondo padiglione si evidenzia il collasso di alcune porzioni della copertura dovute al cedimento di alcuni arcarecci. Non è stato possibile determinare con certezza la causa dei cedimenti verificatisi, ma è ipotizzabile che siano stati determinati da infiltrazioni d'acqua e conseguente marcescenza delle parti lignee esposte.

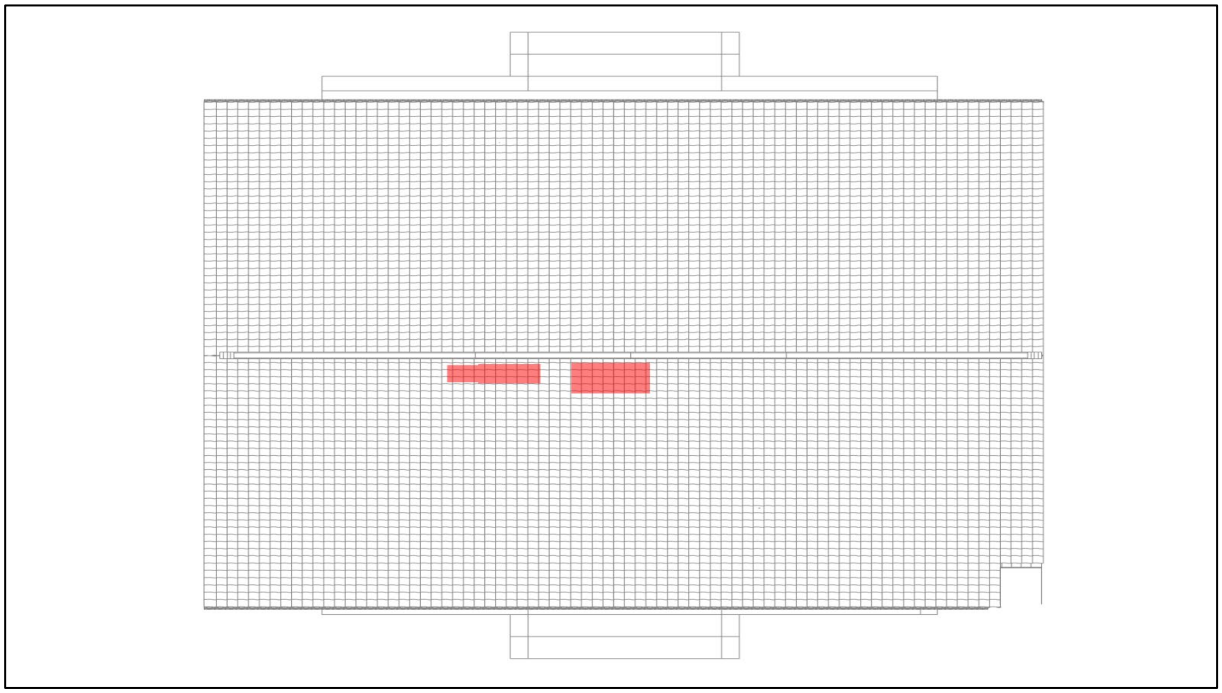

FIGURA 56 - IDENTIFICAZIONE ELEMENTI DI INTERESSE NEL SECONDO PADIGLIONE

FIGURA 57 – VISTA DELLA PORZIONE DI COPERTURA E DEGLI ARCARECCI COLLASSATI

FIGURA 58 - VISTA DELLA PORZIONE DI COPERTURA E DEGLI ARCARECCI COLLASSATI

Per avvalorare le osservazioni svolte precedentemente si è eseguita una verifica mediante il calcolo delle deformazioni della trave in legno secondo le indicazioni contenute nelle Norme Tecniche 2018 (NTC2018) e nello specifico l'annesso nazionale all'Eurocodice 5 (EC5). La deformazione finale è stata determinata mediante le indicazioni delle norme qui riportate:

$$W_{net,fin} = W_{inst} + W_{creep} - W_c$$

Dove:

- W_{inst} è la deformazione istantanea, elastica e reversibile, per una trave su due appoggi assunta come l/300 come consigliato dall'EC5;
- W_{creep} è la deformazione differita per una trave su due appoggi assunta come l/1500 come consigliato dall'EC5;
- W_c è la deformazione differita, plastica ed irreversibile, assunta nulla in quanto gli elementi non presentano deformazione impressa;
- $W_{net,fin}$ è la deformazione finale per una trave su due appoggi ottenuta dalla equazione indicata superiormente.

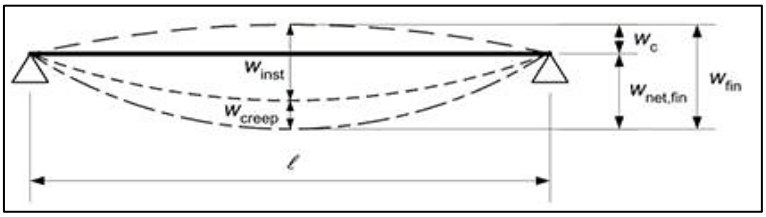

FIGURA 59 - RAFFIGURAZIONE DEI COEFFICIENTI COMPONENTI LA DEFORMATA TOTALE DI UNA TRAVE

Nelle tabelle successive sono riportate le analisi strutturali svolte per le due travi deformate.

VERIFICA DEFORMAZIONE MASSIMA AMMISSIBILE – TRAVE DEFORMATA 1			
DIMENSIONI TRAVE	LUNGHEZZA	6,00	m
	LARGHEZZA	0,13	m
	ALTEZZA	0,26	m
DEFORMAZIONE MASSIMA AMMISSIBILE		0,024	m
DEFORMAZIONE REALE MISURATA		0,15	m
LA DEFORMAZIONE DELLA TRAVE NELLE CONDIZIONI ATTUALI È CRITICA PRESENTATO UN FATTORE 6 RISPETTO AL MARGINE DI SICUREZZA ACCETTABILE.			
MODELLO DELL'ELEMENTO OGGETTO DI ANALISI			

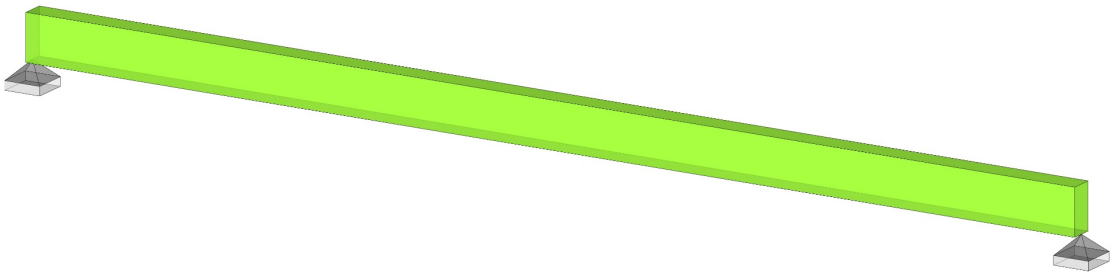

FIGURA 60 - MODELLO DELLA TRAVE NELLE CONDIZIONI ORIGINALI

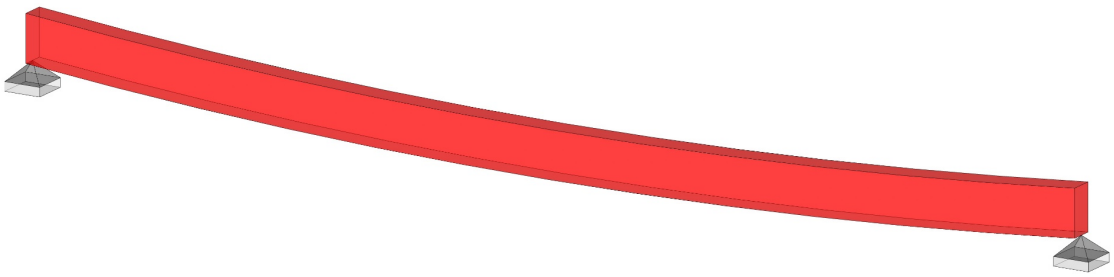

FIGURA 61 - MODELLO DELLA TRAVE NELLE CONDIZIONI ATTUALI

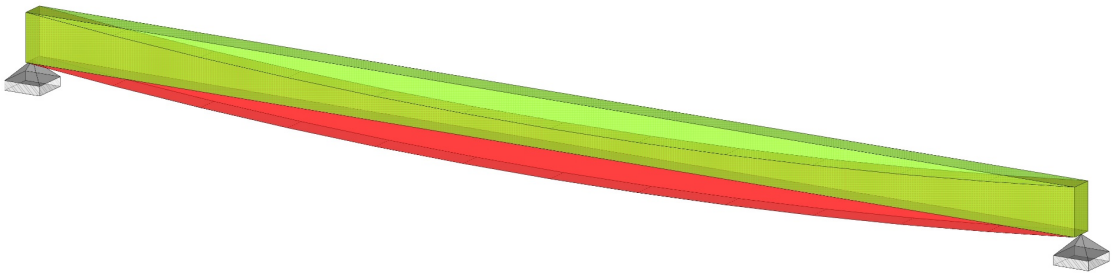

FIGURA 62 - COMPARATIVA TRA LE DUE CONDIZIONI. IN ROSSO LA CONDIZIONE ATTUALE, IN VERDE QUELLA ORIGINALE

VERIFICA DEFORMAZIONE MASSIMA AMMISSIBILE – TRAVE DEFORMATA 2			
DIMENSIONI TRAVE	LUNGHEZZA	6,00	m
	LARGHEZZA	0,15	m
	ALTEZZA	0,40	m
DEFORMAZIONE MASSIMA AMMISSIBILE		0,024	m
DEFORMAZIONE REALE MISURATA		0,08	m
LA DEFORMAZIONE DELLA TRAVE NELLE CONDIZIONI ATTUALI È CRITICA PRESENTATO UN FATTORE 4 RISPETTO AL MARGINE DI SICUREZZA ACCETTABILE.			
MODELLO DELL'ELEMENTO OGGETTO DI ANALISI			

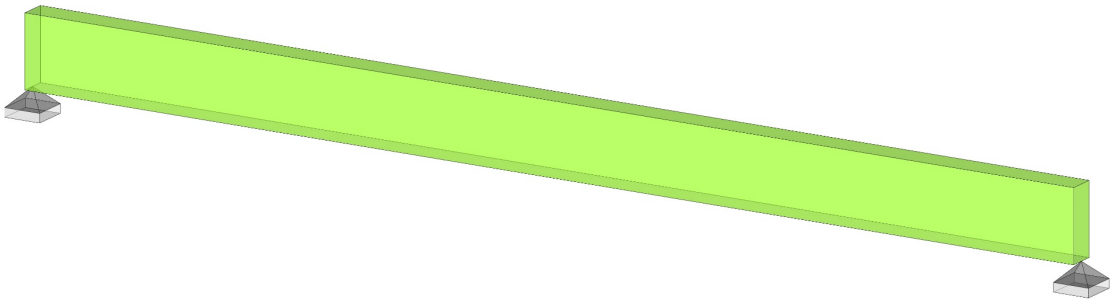

FIGURA 63 - MODELLO DELLA TRAVE NELLE CONDIZIONI ORIGINALI

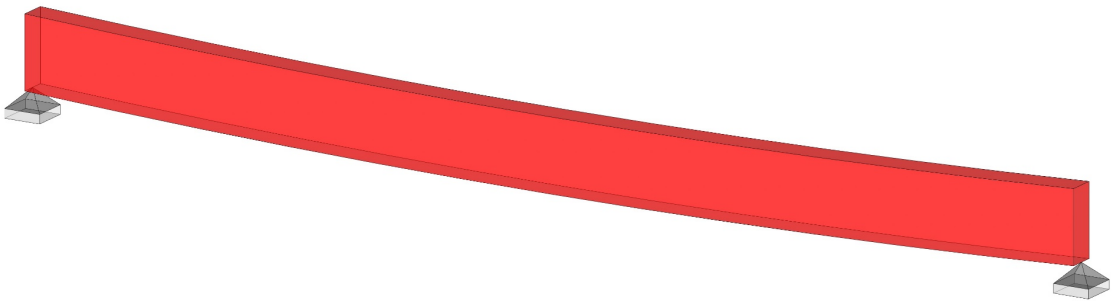

FIGURA 64 - MODELLO DELLA TRAVE NELLE CONDIZIONI ATTUALI

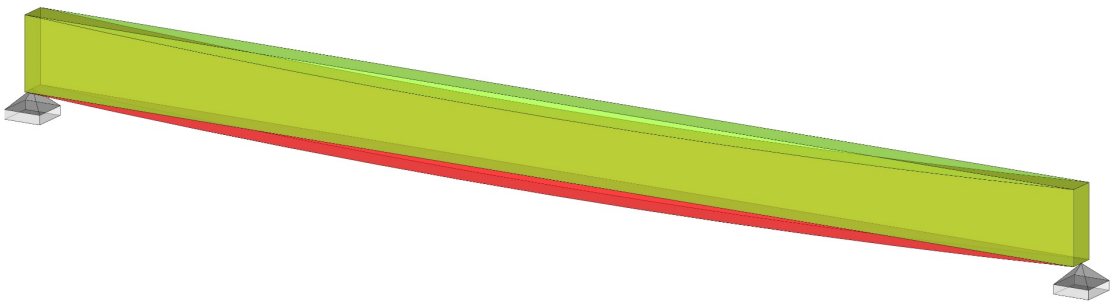

FIGURA 65 - COMPARATIVA TRA LE DUE CONDIZIONI. IN ROSSO LA CONDIZIONE ATTUALE, IN VERDE QUELLA ORIGINALE

2.4.2. ANALISI DEI DEGRADI

L'analisi dei degradi e dei deterioramenti a cui è soggetto il luogo è distinguibile in due categorie di fattori:

- Fattori estrinseci: legati all'ambiente circostante e al contesto, cioè tutti quei fattori legati alle condizioni ambientali e alle attività antropiche;
- Fattori intrinseci: legati alle caratteristiche della costruzione, cioè dovuti alla collocazione e ai materiali componenti l'edificio.

Questi fattori danno origine a degradi di tipo:

- Fisico: provocati dall'irraggiamento solare, dal vento e dalle basse temperature, che provocano la cristallizzazione dei sali sulla superficie dei materiali e la formazione di cicli gelo-disgelo;
- Chimico: provocati dal deposito di polveri, gas e sostanze sospese nell'atmosfera che reagiscono con gli strati di superficie dei materiali;
- Biologico: provocato da batteri, parassiti e microorganismi che colonizzano le superfici dei materiali;

Questi tipi di degrado si diagnosticano mediante operazioni di analisi macroscopica con l'osservazione diretta e di analisi microscopica con operazioni di analisi in laboratorio.

In Italia la classificazione dello stato di conservazione dei manufatti può essere svolta mediante metodologie differenti usate insieme o alternativamente tra loro come la RILEM, UNI 11182-2006, NorMal 1/88 e Dalla Costa.

Nel caso oggetto di studio si sono potute diagnosticare le tipologie di degrado seguenti mediante la sola osservazione macroscopica, eseguita attraverso il materiale fotografico e di rilievo fornito. L'approccio normativo utilizzato è stato in prevalenza quello della UNI 11182-2006 ma è stato integrato in quanto la normativa è applicabile in prevalenza per il degrado dei materiali lapidei e assimilati.

Nelle tabelle successive sono riportate le analisi dei degradi individuati.

ALTERAZIONE CROMATICA	
DESCRIZIONE	Presenza di una variazione cromatica naturale, a carico dei componenti del materiale dovuta a fenomeni di invecchiamento e esposizione atmosferica.
TIPO	CHIMICO
INTENSITÀ	MODERATA
LOCALIZZAZIONE	Si manifesta, per la maggior parte delle volte, in presenza degli elementi lignei di pannellatura e del tetto.
ESEMPIO RILEVATO DEL DEGRADO	

FIGURA 66 - EVIDENZA DI FENOMENI DI ALTERAZIONE CROMATICA

COLATURA	
DESCRIZIONE	Presenza di diverse tracce ad andamento verticale spesso parallele. Sono causate dalla sporcizia accumulata che successivamente macchia il materiale a causa delle precipitazioni atmosferiche.
TIPO	CHIMICO
INTENSITÀ	LIEVE
LOCALIZZAZIONE	Si manifesta, per la maggior parte delle volte, sugli edifici costruiti in aderenza ai tetti della casa di Pan.
ESEMPIO RILEVATO DEL DEGRADO	

FIGURA 67 - EVIDENZA DI FENOMENI DI COLATURA

COLONIZZAZIONE/PATINA BIOLOGICA	
DESCRIZIONE	Presenza macroscopica di micro e/o macro organismi come alghe, funghi, licheni, muschi, piante e simili. Si presenta come uno strato sottile ed omogeneo, variabile per consistenza, colore e adesione al substrato.
TIPO	BIOLOGICO
INTENSITÀ	ELEVATA
LOCALIZZAZIONE	Si manifesta praticamente ovunque. Ovviamente la presenza è maggiore nei punti più esposti ma è comunque un degrado distribuito ovunque.
ESEMPIO RILEVATO DEL DEGRADO	

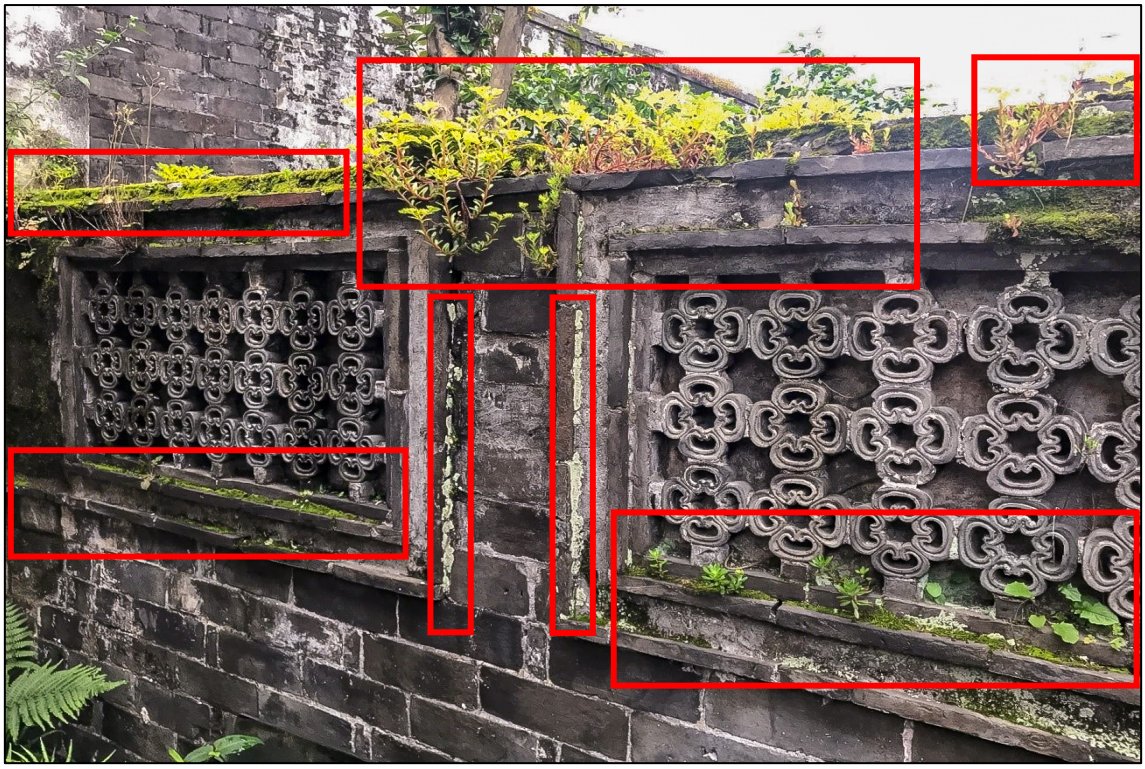

FIGURA 68 - EVIDENZA DI FENOMENI DI COLONIZZAZIONE/PATINA BIOLOGICA

CROSTA	
DESCRIZIONE	Presenza di un deposito che provoca una modificazione dello strato superficiale del materiale lapideo. È di spessore variabile, generalmente dura ed è distinguibile dalle parti sottostanti per le caratteristiche morfologiche e per il colore.
TIPO	CHIMICO
INTENSITÀ	ELEVATA
LOCALIZZAZIONE	Si manifesta, per la maggior parte delle volte, sui bassorilievi e sui muri di cinta esterni. Si evidenzia la necessità di rimuovere il degrado dai bassorilievi per evitare ulteriori danneggiamenti mentre è trascurabile l'intervento sui muri di cinta.
ESEMPIO RILEVATO DEL DEGRADO	

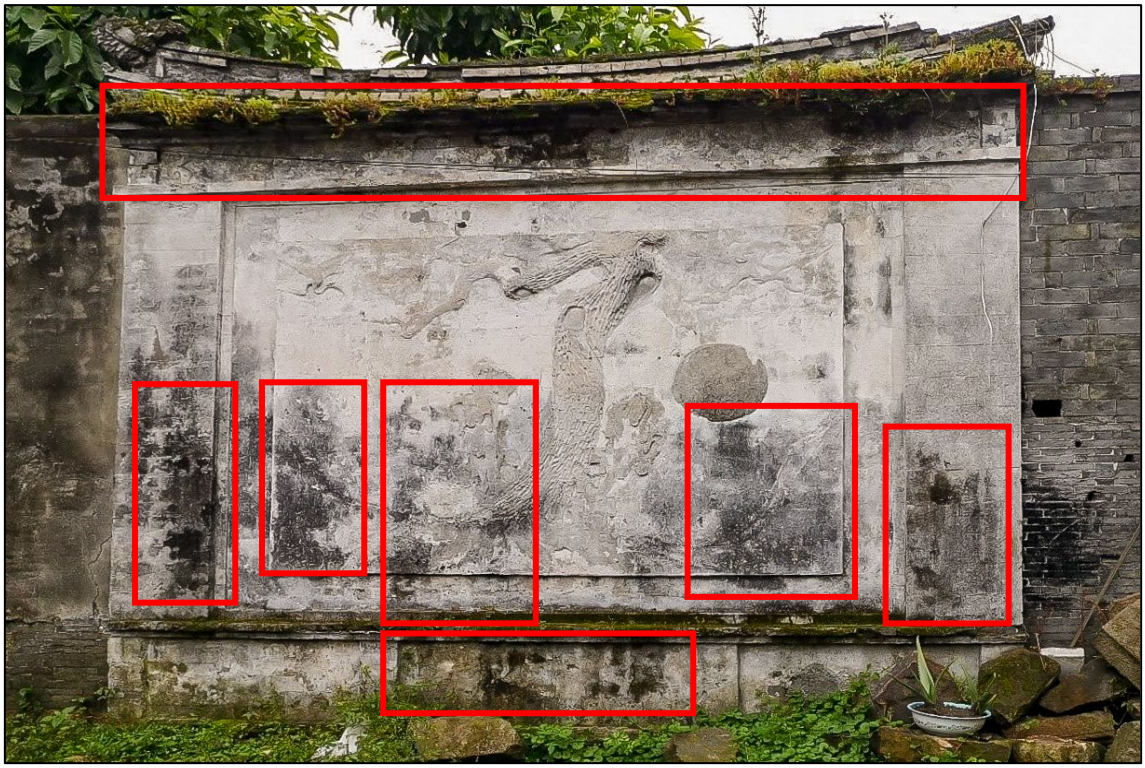

FIGURA 69 - EVIDENZA DI FENOMENI DI CROSTA

DISTACCO	
DESCRIZIONE	Presenza di punti in cui il materiale risulta assente o in procinto di distaccarsi. Questo fenomeno è dovuto a diversi fattori sia di origine antropica che naturale.
TIPO	FISICO
INTENSITÀ	MODERATA
LOCALIZZAZIONE	Si manifesta, per la maggior parte delle volte, sul cannicciato esposto agli agenti atmosferici.
ESEMPIO RILEVATO DEL DEGRADO	

FIGURA 70 - EVIDENZA DI FENOMENI DI DISTACCO

EFFLORESCENZA	
DESCRIZIONE	Presenza di formazioni superficiali di aspetto cristallino o polverulento o filamentoso, generalmente di colore biancastro dovute alla fuoriuscita di sali dal materiale interessato.
TIPO	FISICO
INTENSITÀ	LIEVE
LOCALIZZAZIONE	Si manifesta, per la maggior parte delle volte, sugli elementi lapidei esterni.
ESEMPIO RILEVATO DEL DEGRADO	

FIGURA 71 - EVIDENZA DI FENOMENI DI EFFLORESCENZA

LACUNE/MANCANZA	
DESCRIZIONE	Presenza di vuoti nella tessitura dell'edificio mediante la perdita di continuità delle superfici. Ad esempio l'assenza di una pannellatura di rivestimento o la mancanza di tegole.
TIPO	FISICO
INTENSITÀ	ELEVATA
LOCALIZZAZIONE	Si manifesta praticamente ovunque.
ESEMPIO RILEVATO DEL DEGRADO	

FIGURA 72 - EVIDENZA DI FENOMENI DI LACUNA/MANCANZA

SUPERFETAZIONE	
DESCRIZIONE	Presenza di aggiunte e/o modifica successiva al periodo di costruzione del manufatto.
TIPO	ANTROPICO
INTENSITÀ	ELEVATA
LOCALIZZAZIONE	Si manifesta, per la maggior parte delle volte, negli elementi finestrati e nelle geometrie tamponate dei muri di cinta.
ESEMPIO RILEVATO DEL DEGRADO	

FIGURA 73 - EVIDENZA DI FENOMENI DI SUPERFETAZIONE

2.5. INTERVENTI CONSERVATIVI INDIVIDUATI

Analizzeremo ora le procedure di intervento individuate per il ripristino, il consolidamento e il restauro della Casa di Pan.

2.5.1. INTERVENTI DI RIPRISTINO

Nel corso degli anni, con lo sviluppo cittadino e urbanistico di Jinxiang, la città ha letteralmente inglobato la Casa di Pan. Questo ha irrimediabilmente danneggiato la tessitura originale del complesso facendo perdere molto di quello che era.

Gli interventi di ripristino individuati sono stati scelti in maniera tale da limitare il numero di abbattimenti e ricostruzioni. Alcuni edifici però si sono individuati nel perimetro dell'illegalità e dell'abusivismo.

FIGURA 74 - ALCUNI ESEMPI DI MANUFATTI ABUSIVI IDENTIFICATI

Tutti i manufatti abusivi individuati dovranno essere quindi abbattuti al fine di cercare di ripristinare il più possibile lo stato dei luoghi. Inoltre le operazioni di ricostruzione delle parti mancanti dovranno essere il più possibile fedeli agli originali utilizzando le tecniche costruttive, i materiali e le finiture citate in precedenza.

Si sono quindi indicati nelle planimetrie che seguono gli elementi da demolire in giallo, nello specifico abbaini, centrali termiche, manufatti abusivi e il quinto padiglione. In rosso invece si sono identificate le nuove costruzioni, in particolare l'albergo, i muri di divisione sul disegno originale dei percorsi e il nuovo spazio nel cortile centrale.

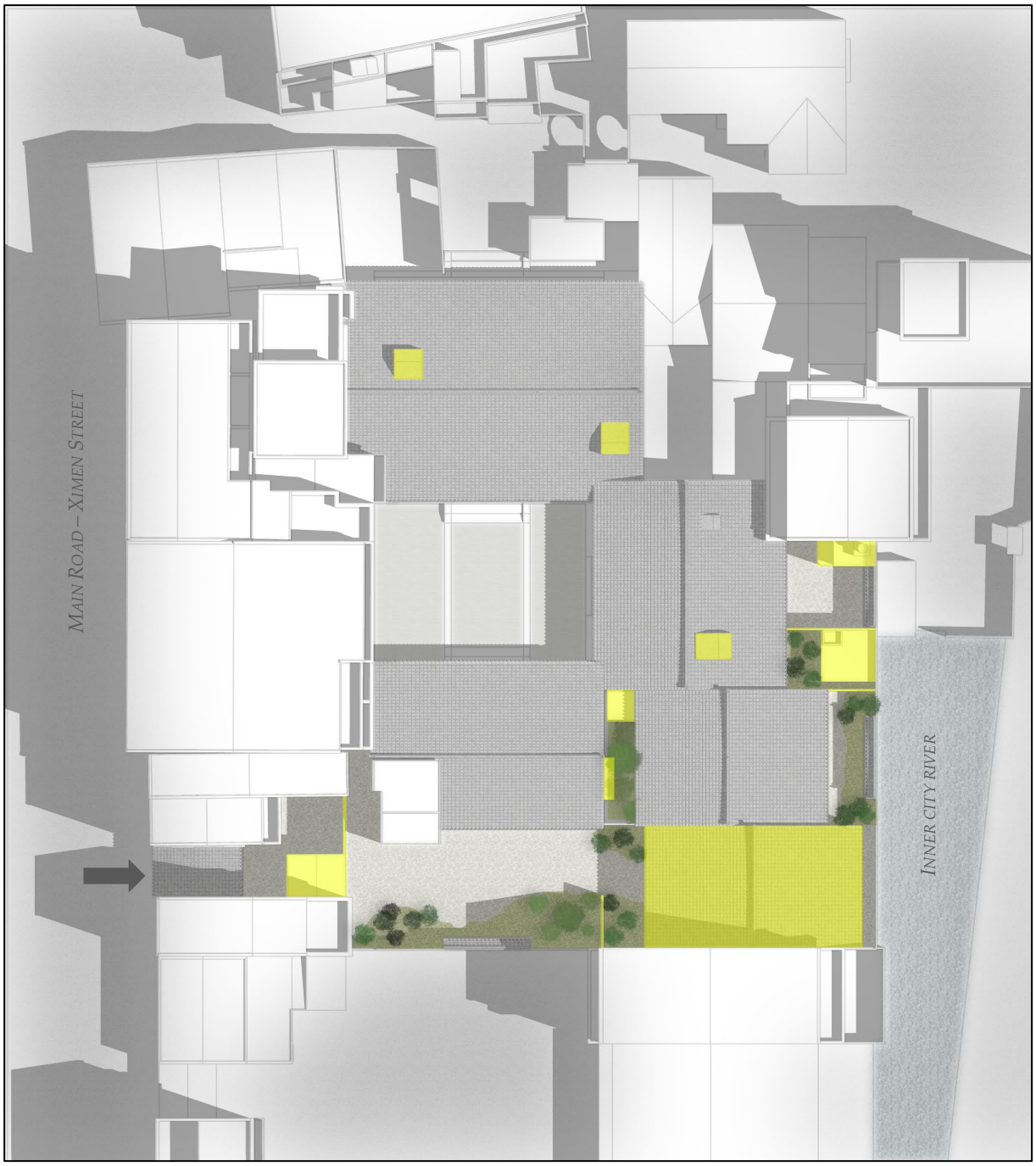

FIGURA 75 - PLANIMETRIA DEL LOTTO PRE-INTERVENTO CON INDICATE IN GIALLO LE DEMOLIZIONI

Le operazioni previste nonostante le indicazioni della Scuola Italiana del trattato “Teoria del restauro” (Brandi, 2000), risultano accettabili nell’ambito della conservazione del patrimonio architettonico cinese. Nel caso studio e in generale nella cultura cinese, il restauro, mira al ristabilimento della unità potenziale dell'opera d'arte, anche commettendo un falso artistico, un falso storico o cancellandone ogni traccia del passaggio del tempo.

In questo caso quindi la demolizione di manufatti e la ricostruzione di altri non deve vedersi come un fenomeno di rimozione del passaggio del tempo o di falso storico, quando altresì un

ripristino dell'unità potenziale. Proprio in virtù di quanto detto è stata prevista la demolizione del quinto padiglione, già pesantemente modificato sia strutturalmente che architettonicamente e la sua sostituzione con una soluzione ricettiva. Questa operazione, non concepibile dal mondo del recupero italiano, può essere realizzata proprio in virtù della differente concezione cinese che vede nel recupero e nella rifunzionalizzazione l'obiettivo finale.

FIGURA 76 - PLANIMETRIA DEL LOTTO POST-INTERVENTO CON INDICATE IN ROSSO LE NUOVE REALIZZAZIONI

2.5.2. INTERVENTI DI CONSOLIDAMENTO E RESTAURO

Le prime operazioni da svolgere riguarderanno il consolidamento delle strutture analizzate in precedenza.

INTERVENTO DI CONSOLIDAMENTO – TRAVI DEFORMATE	
ANALISI CAUSA	Presenza di deformazioni oltre il limite ammissibile, causate probabilmente dalla scarsa manutenzione e dalle modifiche strutturali apportate con la creazione di una parte abitativa ex-novo e alla creazione di abbaini abusivi.
INTERVENTO	Gli elementi deformati dovranno essere sostituiti. L'intervento verrà svolto eseguendo lo smontaggio della parte di tetto interessata, la sostituzione delle travi deformate e il rimontaggio. Le parti smontate verranno catalogate per essere successivamente ricollocate mediante un intervento di anastilosi. Le travi sostitutive dovranno essere realizzate con lo stesso materiale (abete), dimensioni, lavorazioni e finiture (olio "T'ung").
INTERVENTO DI CONSOLIDAMENTO – COPERTURA	
ANALISI CAUSA	Collasso di alcune porzioni della copertura dovute al cedimento di alcuni arcarecci, probabilmente causate da infiltrazioni d'acqua e conseguente marcescenza delle parti lignee esposte.
INTERVENTO	Gli elementi collassati dovranno essere sostituiti. L'intervento verrà svolto eseguendo lo smontaggio della parte di tetto interessata, la sostituzione degli arcarecci mancanti e la verifica di quelli presenti e il rimontaggio. Le parti smontate verranno catalogate per essere successivamente ricollocate mediante un intervento di anastilosi. Gli arcarecci sostitutivi dovranno essere realizzati con lo stesso materiale (abete), dimensioni, lavorazioni e finiture (olio "T'ung"). Le tegole di copertura mancanti dovranno essere realizzate con lo stesso materiale (cotto grigio), dimensioni, lavorazioni e finiture. Considerando la demolizione del quinto padiglione potranno essere impiegate le tegole ottenute dallo stesso come elementi sostitutivi.

Successivamente le operazioni da svolgere riguarderanno il restauro della Casa di Pan a seconda dei degradi analizzati in precedenza.

INTERVENTO DI RESTAURO – ALTERAZIONE CROMATICA	
ANALISI CAUSA	Presenza di una variazione cromatica naturale, a carico dei componenti del materiale dovuta a fenomeni di invecchiamento e esposizione atmosferica.
INTERVENTO	Gli elementi dovranno essere riportati ai cromatismi originali. Le parti lignee verranno trattate mediante l'applicazione di un olio avente funzione di nutriente e protettivo. Le componenti dei serramenti esterni e tutte le parti dipinte del padiglione quattro, dedicate al culto degli anziani, verranno ripristinate con il colore rosso cinese derivato dall'ocra rossa dello shansi. Le pareti restanti verranno ripristinate mediante la applicazione del pigmento bianco piombo. Le componenti lapidee verranno mantenute allo stato attuale poiché non si sono evidenziate lavorazioni presenti.
INTERVENTO DI RESTAURO – COLATURA	
ANALISI CAUSA	Presenza di diverse tracce ad andamento verticale spesso parallele causate dalla sporcizia accumulata che successivamente macchia il materiale a causa delle precipitazioni atmosferiche.
INTERVENTO	Gli elementi dovranno essere riportati alla condizione originale. Si dovranno eseguire operazioni di pulizia per la rimozione dei prodotti biologici formatisi lungo le colature e dei depositi superficiali mediante pennelli, aspiratori, spazzole di ferro, carta abrasiva, sverniciatori chimici, sgrassanti e detergenti a seconda della superficie interessata dal fenomeno. Una volta eseguita la pulitura della superficie si ripristinerà il cromatismo originale secondo le indicazioni precedenti.
INTERVENTO DI RESTAURO – COLONIZZAZIONE/PATINA BIOLOGICA	
ANALISI CAUSA	Presenza macroscopica di micro e/o macro organismi come alghe, funghi, licheni, muschi, piante e simili evidenti come uno strato sottile ed omogeneo, variabile per consistenza, colore e adesione al substrato e dovute all'assenza di manutenzione.
INTERVENTO	Gli elementi dovranno essere riportati alla condizione originale mediante la rimozione delle colonizzazioni biologiche soltanto nei casi in cui queste generino delle problematiche. Ad esempio la patina biologica presente sulle tegole non verrà eliminata a differenza di quella formatasi all'interno dei padiglioni. Le operazioni verranno svolte mediante pinze, pennelli, aspiratori, spazzole di ferro, carta abrasiva e prodotti chimici seconda della superficie interessata dal fenomeno.

INTERVENTO DI RESTAURO – CROSTA	
ANALISI CAUSA	Presenza di un deposito che provoca una modificazione dello strato superficiale del materiale lapideo. È di spessore variabile, generalmente dura ed è distinguibile dalle parti sottostanti per le caratteristiche morfologiche e per il colore. È causato dall'accumulo di sporcizia dovuta al degrado, agli agenti atmosferici e alla scarsa manutenzione.
INTERVENTO	Gli elementi dovranno essere riportati alla condizione originale. Si dovranno eseguire operazioni di pulizia per la rimozione del deposito formatisi mediante pennelli, aspiratori, spazzole di ferro, carta abrasiva, sverniciatori chimici, sgrassanti e detergenti a seconda della superficie interessata dal fenomeno. Essendo una problematica presente prevalentemente sui bassorilievi esterni in materiale lapideo, una volta eseguita la pulitura delle superfici si dovrà prevedere l'applicazione di un protettivo. Questo poiché la superficie pulita risulterà altrimenti più facilmente aggredibile e si riporterebbe velocemente il problema alla sua condizione originale.
INTERVENTO DI RESTAURO – DISTACCO	
ANALISI CAUSA	Presenza di punti in cui il materiale risulta assente o in procinto di distaccarsi. Questo fenomeno è dovuto a diversi fattori sia di origine antropica che naturale.
INTERVENTO	Gli elementi dovranno essere riportati alla condizione originale mediante il ripristino dell'integrità dell'elemento. I distacchi, manifesti nella maggior parte dei casi sul cannicciato esposto agli agenti atmosferici, verranno restaurati ripristinando l'integrità del cannicciato e andando poi a intonacare la superficie. Le parti ripristinate quindi verranno riportate ai cromatismi originali secondo le indicazioni date in precedenza.
INTERVENTO DI RESTAURO – EFFLORESCENZA	
ANALISI CAUSA	Presenza di formazioni superficiali di aspetto cristallino o polverulento o filamentoso, generalmente di colore biancastro dovute alla fuoriuscita di sali dal materiale interessato a causa dell'esposizione agli agenti atmosferici.
INTERVENTO	Gli elementi dovranno essere riportati alla condizione originale. Si dovranno eseguire operazioni di pulizia per la rimozione del deposito formatisi mediante pennelli, aspiratori, spazzole di ferro, carta abrasiva, sverniciatori chimici, sgrassanti e detergenti a seconda della superficie interessata dal fenomeno. Nel caso in cui la superficie trattata

	sia dipinta si dovranno prevedere operazioni di ripristino dei cromatismi originali secondo le indicazioni date in precedenza.
INTERVENTO DI RESTAURO – LACUNE/MANCANZA	
ANALISI CAUSA	Presenza di vuoti nella tessitura dell'edificio mediante la perdita di continuità delle superfici dovute alla mancanza di manutenzione.
INTERVENTO	Gli elementi dovranno essere riportati alla condizione originale mediante il ripristino dell'integrità dell'elemento. Le componenti sostitutive delle mancanti dovranno essere realizzate con lo stesso materiale dimensioni, lavorazioni e finiture.
INTERVENTO DI RESTAURO – SUPERFETAZIONE	
ANALISI CAUSA	Presenza di aggiunte e/o modifica successiva al periodo di costruzione del manufatto dovute a rimaneggiamenti successivi.
INTERVENTO	Gli elementi dovranno essere riportati alla condizione originale mediante il loro ripristino. Ad esempio i serramenti dovranno essere ricostruiti a modello di quelli rimasti nel padiglione due, le aperture presenti nei muri di cinta, chiuse nel corso degli anni, dovranno essere riaperte e così via.

Verranno ora riportati alcuni esempi fotografici degli interventi eseguiti alla Casa del the di Jinxiang aventi lo scopo di mostrare l'effetto finale degli interventi.

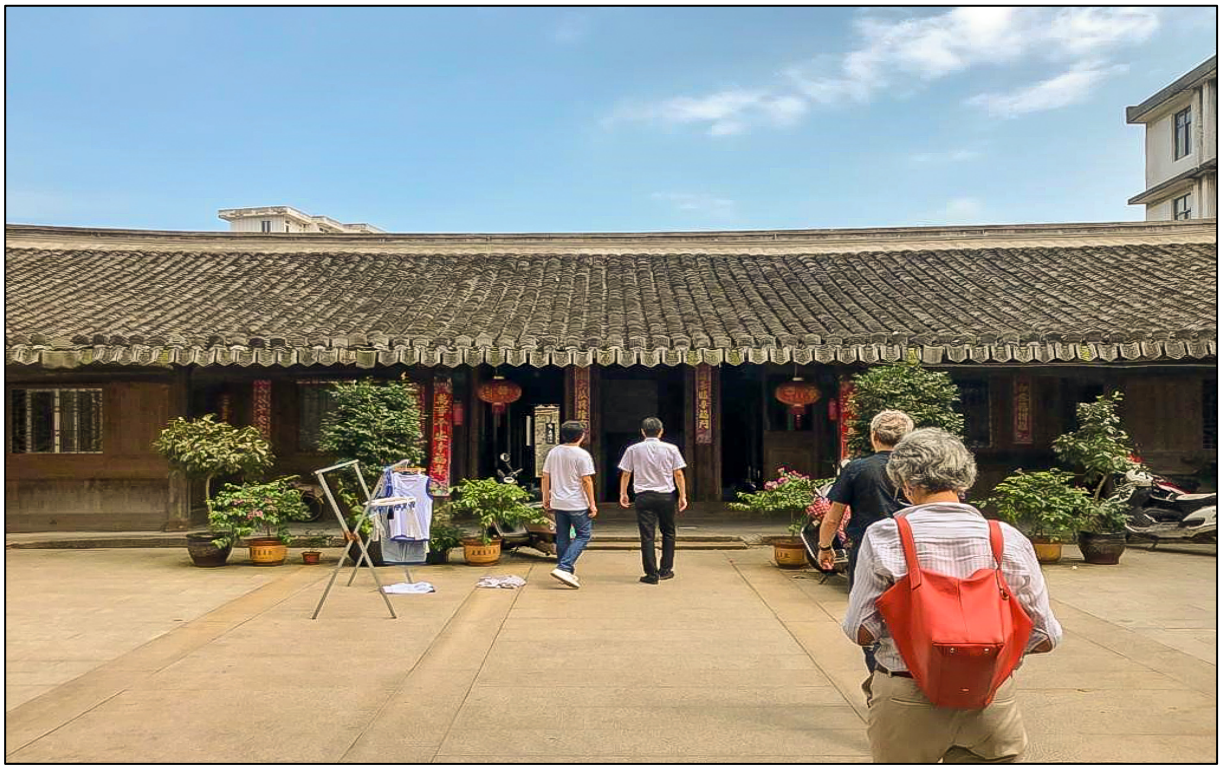

FIGURA 77 – PADIGLIONE RESTAURATO DELLA CASA DEL THE

FIGURA 78 – PARETE IN CANNICCIATO CON PANNELLATURA DI PROTEZIONE RESTAURATA DELLA CASA DEL THE

FIGURA 79 – VISTE DEI PADIGLIONI RESTAURATI DELLA CASA DEL THE

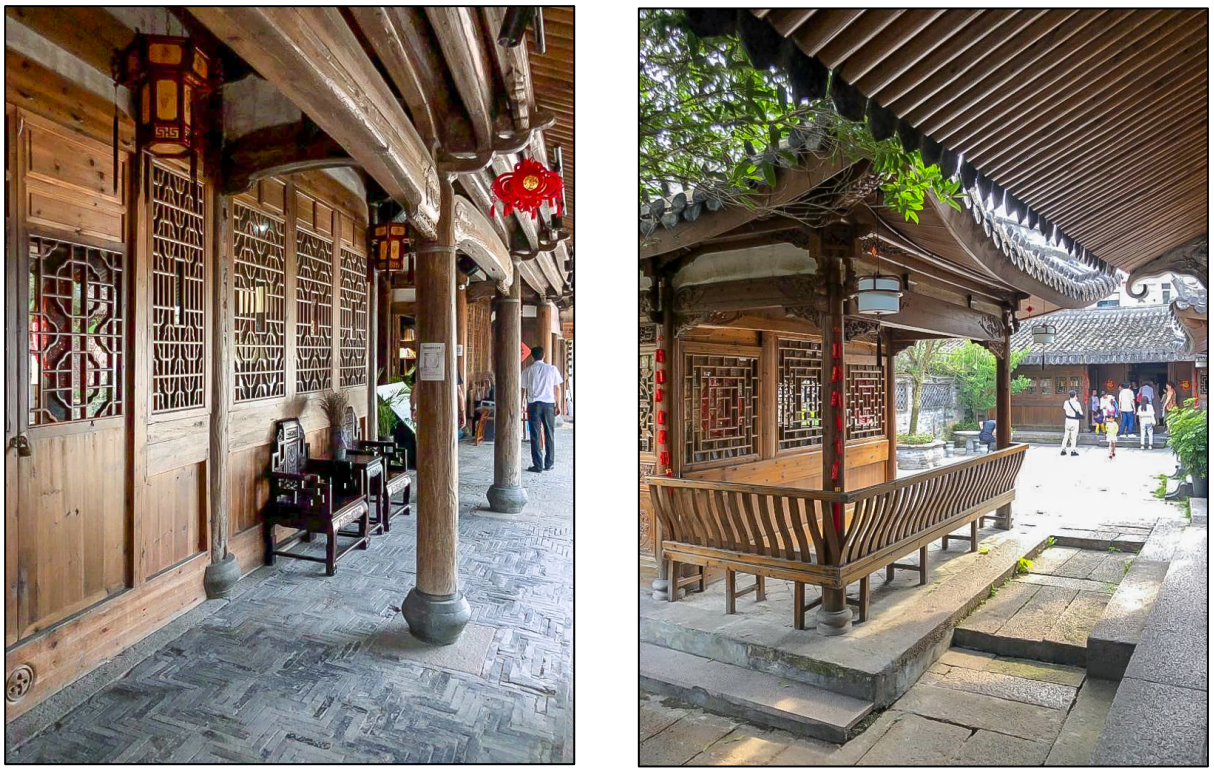

FIGURA 80 – VISTE DEI PADIGLIONI RESTAURATI DELLA CASA DEL THE

FIGURA 81 - VISTE DEI PADIGLIONI RESTAURATI DELLA CASA DEL THE

2.6. PROGETTAZIONE PER IL RECUPERO

La progettazione per il recupero ha avuto come obiettivo la creazione all'interno della "Casa di Pan" di un museo e di una soluzione ricettiva nello spazio ricavato dalla demolizione del quinto padiglione.

La creazione di un museo deve interpretarsi come la naturale evoluzione del progetto di recupero restituendo quindi una identità al complesso, mentre la nascita di una soluzione ricettiva è da vedersi come il tentativo di incrementare il turismo e l'interesse per la città.

2.6.1. IL MUSEO

La soluzione museale progettata interesserà quindi quattro dei cinque padiglioni presenti. Il tema museale individuato è stato quello della architettura tradizionale Qing del XVIII secolo. Il ripristino dello stato dei luoghi e della "Casa di Pan" ha rappresentato infatti una condizione più unica che rara di poter ammirare una architettura tradizionale cinese dal vero.

Il museo, dovendo ovviamente adattarsi ai percorsi e alle sale presenti, sarà strutturato secondo una struttura espositiva a blocchi. Inoltre questa sarà suddivisa in due macro aree definite come ala 1 e ala 2 rispettivamente rappresentati la parte delle tecnologie costruttive e quella storico-culturale. Nell'ala 1 sono stati inseriti il padiglione 1 e il padiglione 2, mentre nell'ala 2 il padiglione 3 e il padiglione 4.

FIGURA 82 - SUDDIVISIONE DELLE NUOVE ZONE MUSEALI E RICETTIVE

Analizzando quindi i padiglioni e le sale secondo l'ordine di visita inizieremo quindi dal padiglione 1. Il padiglione 1 rappresenterà l'accesso al complesso museale. All'interno del corridoio centrale dopo il superamento di un varco della sicurezza si troveranno due sale.

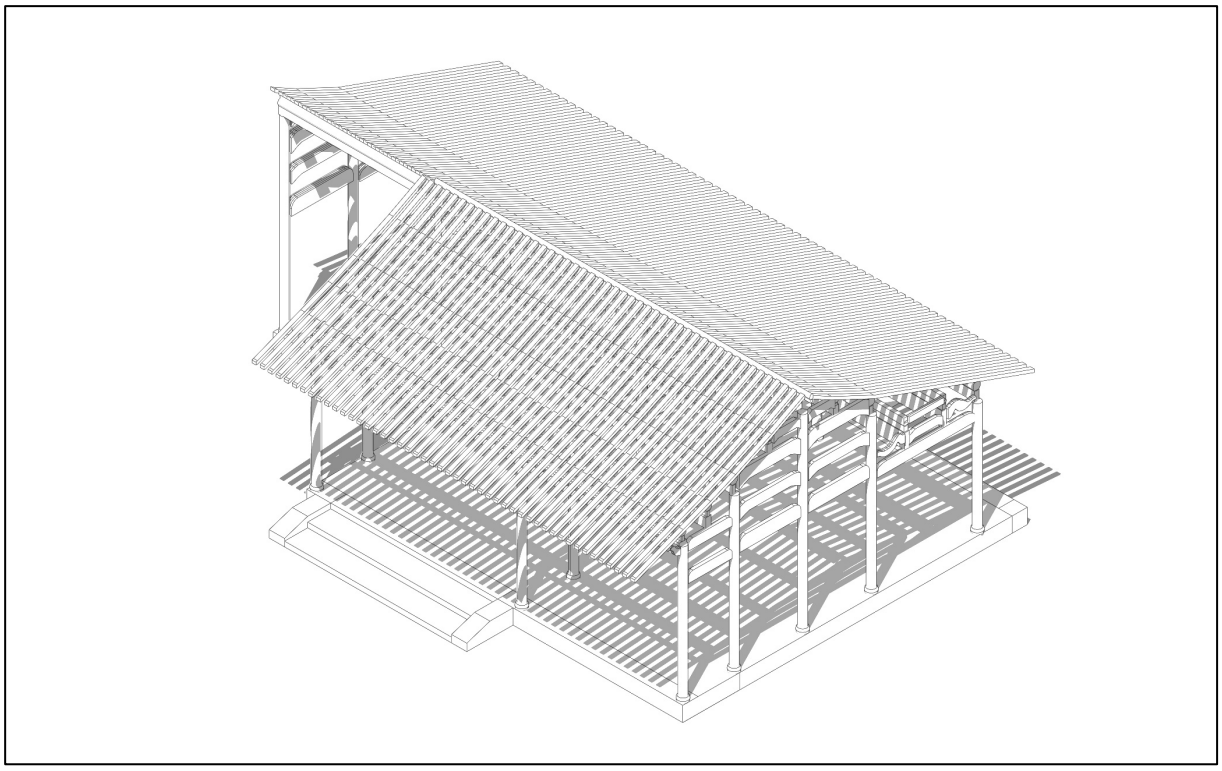

FIGURA 83 - STRUTTURA DEL PADIGLIONE 1 LOD F UNI 11337-4 - 2017 O LOD 500 AIA G202 - 2013

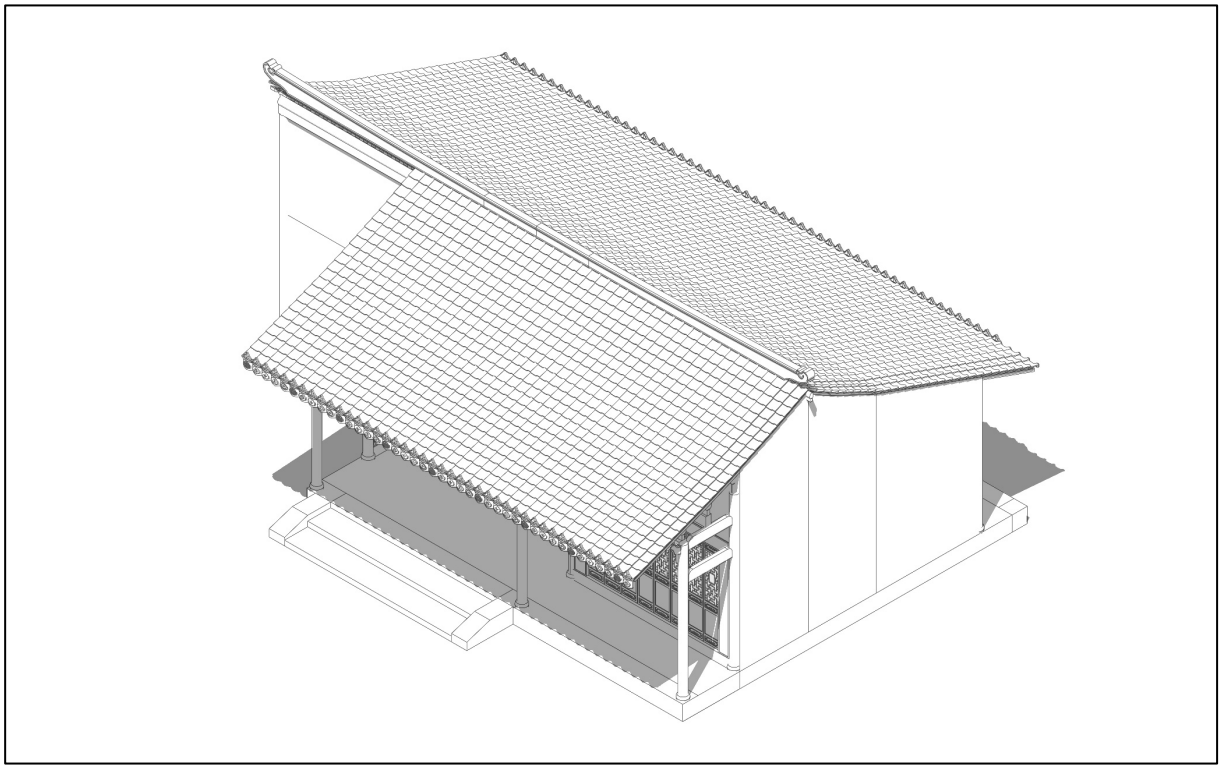

FIGURA 84 – MODELLO COMPLETO DEL PADIGLIONE 1 LOD F UNI 11337-4 - 2017 O LOD 500 AIA G202 - 2013

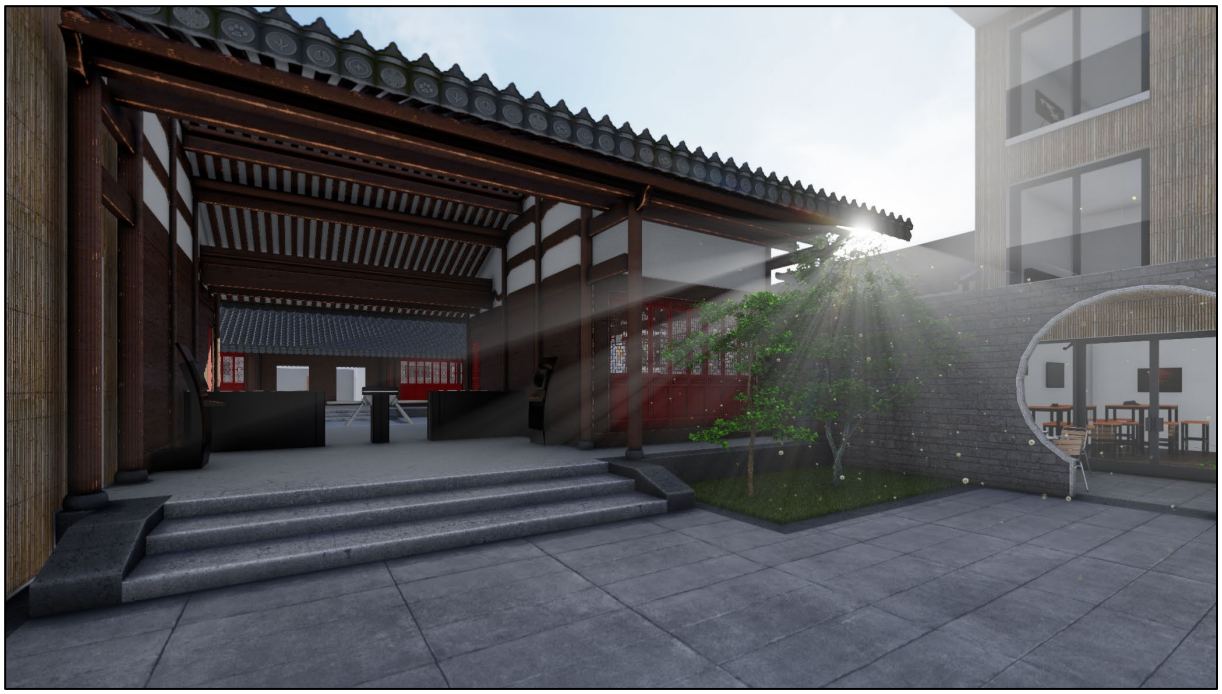

FIGURA 85 - SIMULAZIONE GRAFICA DEL PADIGLIONE 1

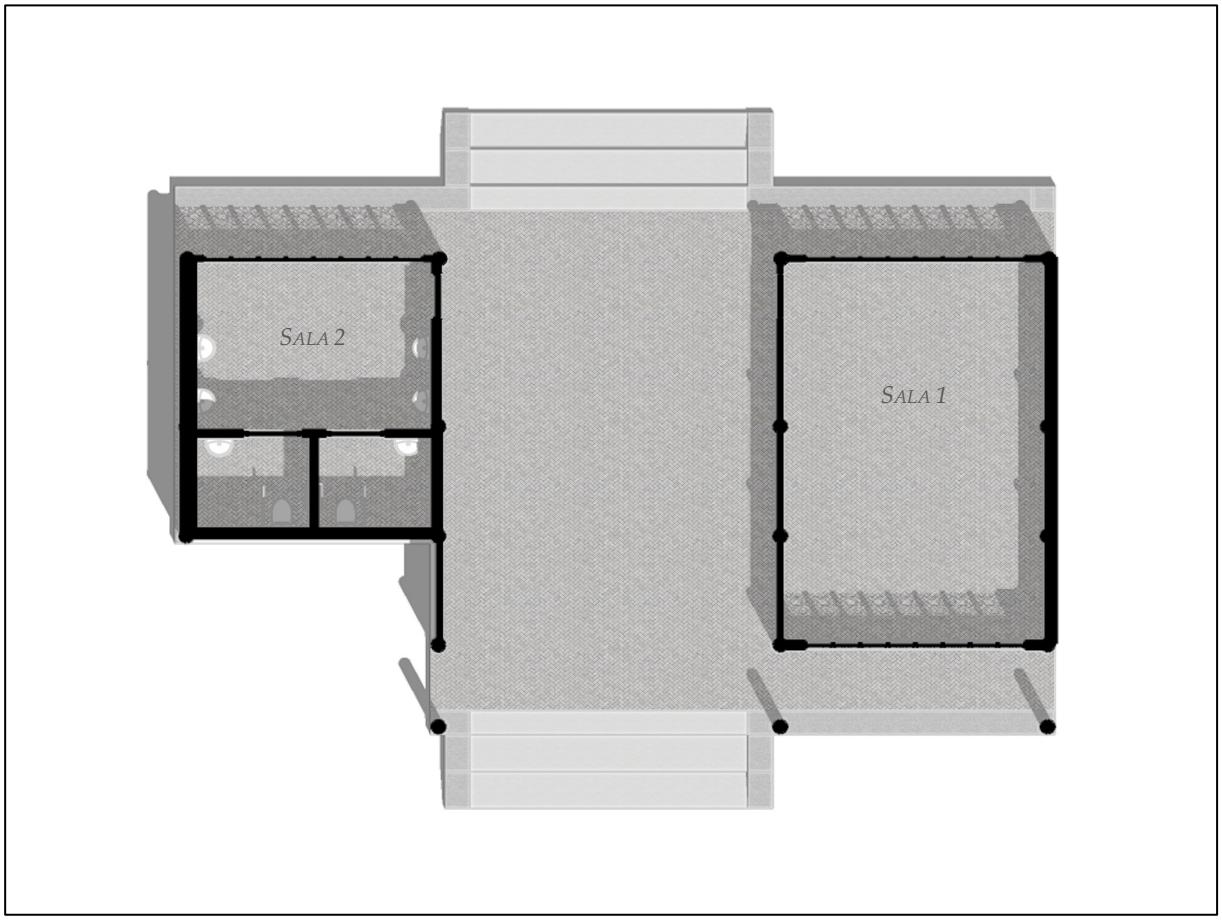

FIGURA 86 - PIANTA DEL PADIGLIONE 1

Nella sala 1 si accederà ad un ambiente di inquadramento in cui verrà spiegata la storia della città, della dinastia Qing e verrà introdotto il complesso della “Casa di Pan” mediante delle carte e dei modellini in scala.

FIGURA 87 - SIMULAZIONE GRAFICA DELLA SALA 1 O SALA DI INQUADRAMENTO

Nella sala 2 invece si accederà ai locali adibiti a servizi, nello specifico due bagni accessibili alle persone a mobilità ridotta. Per non intaccare e preservare le strutture originarie si sono inserite delle strutture di protezione lungo tutto il perimetro della sala. Queste strutture quindi consentiranno la protezione delle strutture originarie e il supporto necessario ai sanitari.

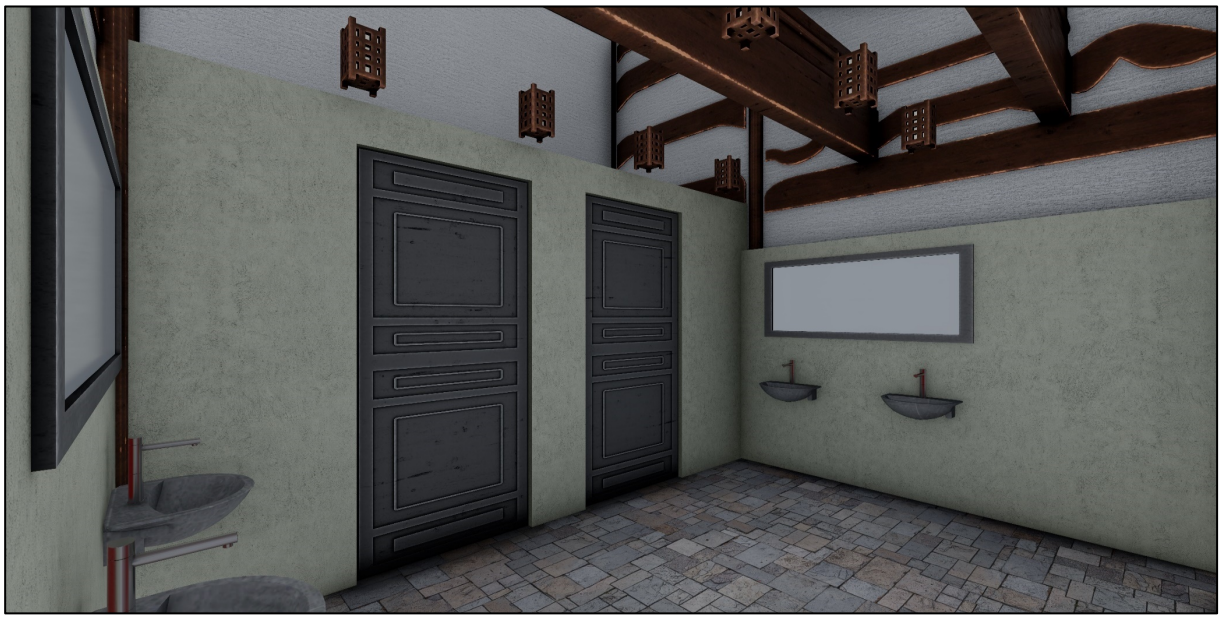

FIGURA 88 - SIMULAZIONE GRAFICA DELLA SALA 2 O SERVIZI

Accedendo al padiglione 2 troveremo le sale 3,4,5,6. In questo padiglione troveremo informazioni circa le architetture e le tecniche utilizzate per il complesso della "Casa di Pan" e in generale per le architetture del periodo Qing secondo le indicazioni dello "Yingzao Fashi".

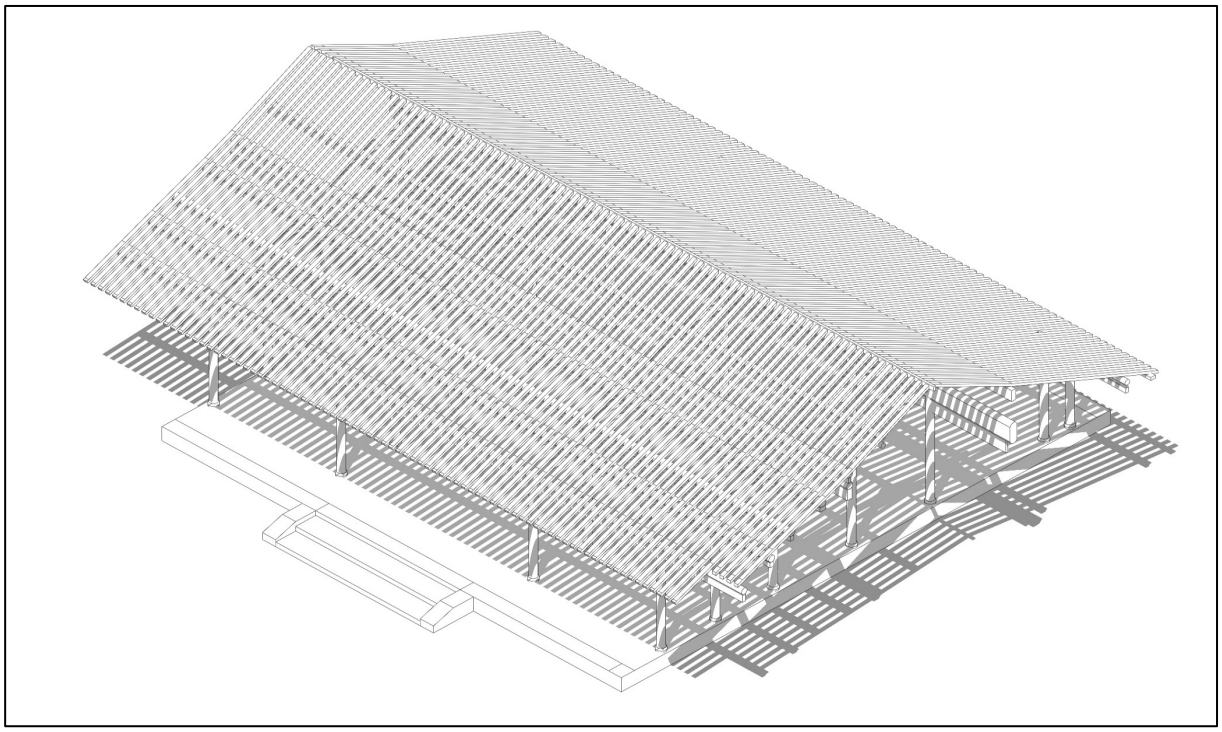

FIGURA 89 - STRUTTURA DEL PADIGLIONE 2 LOD F UNI 11337-4 - 2017 O LOD 500 AIA G202 – 2013

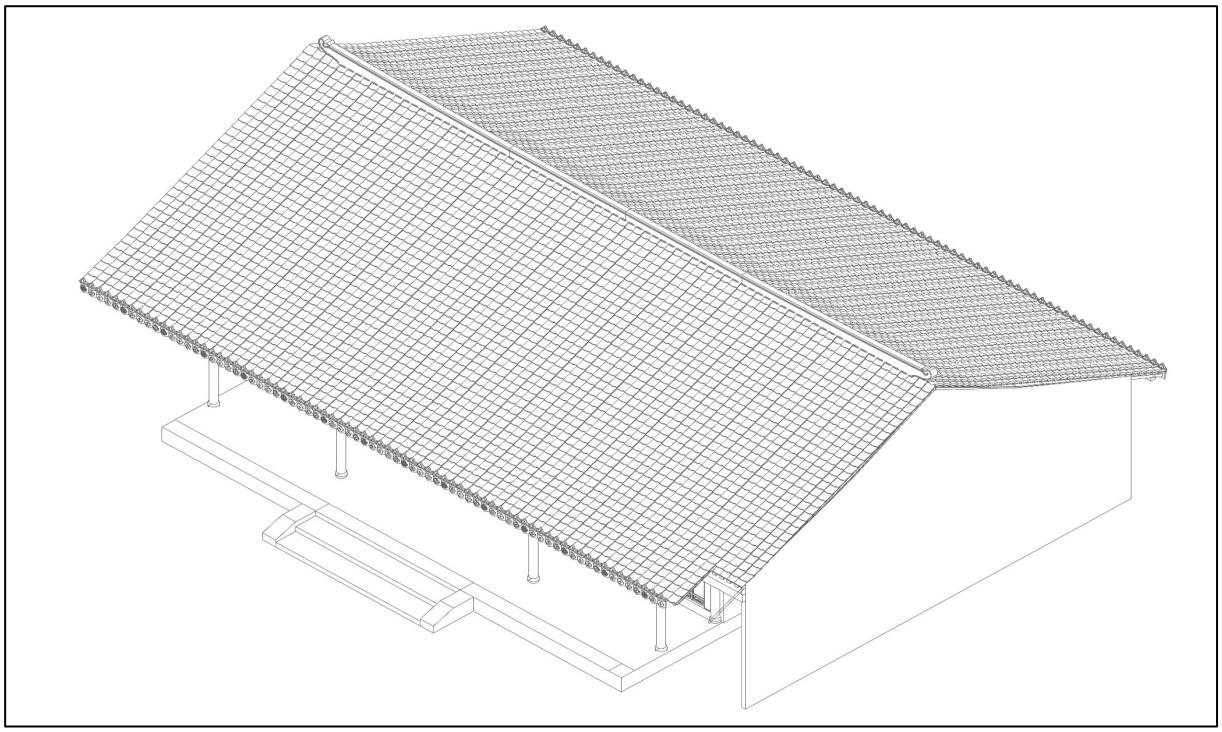

FIGURA 90 - MODELLO COMPLETO DEL PADIGLIONE 2 LOD F UNI 11337-4 - 2017 O LOD 500 AIA G202 - 2013

FIGURA 91 - SIMULAZIONE GRAFICA DEL PADIGLIONE 2

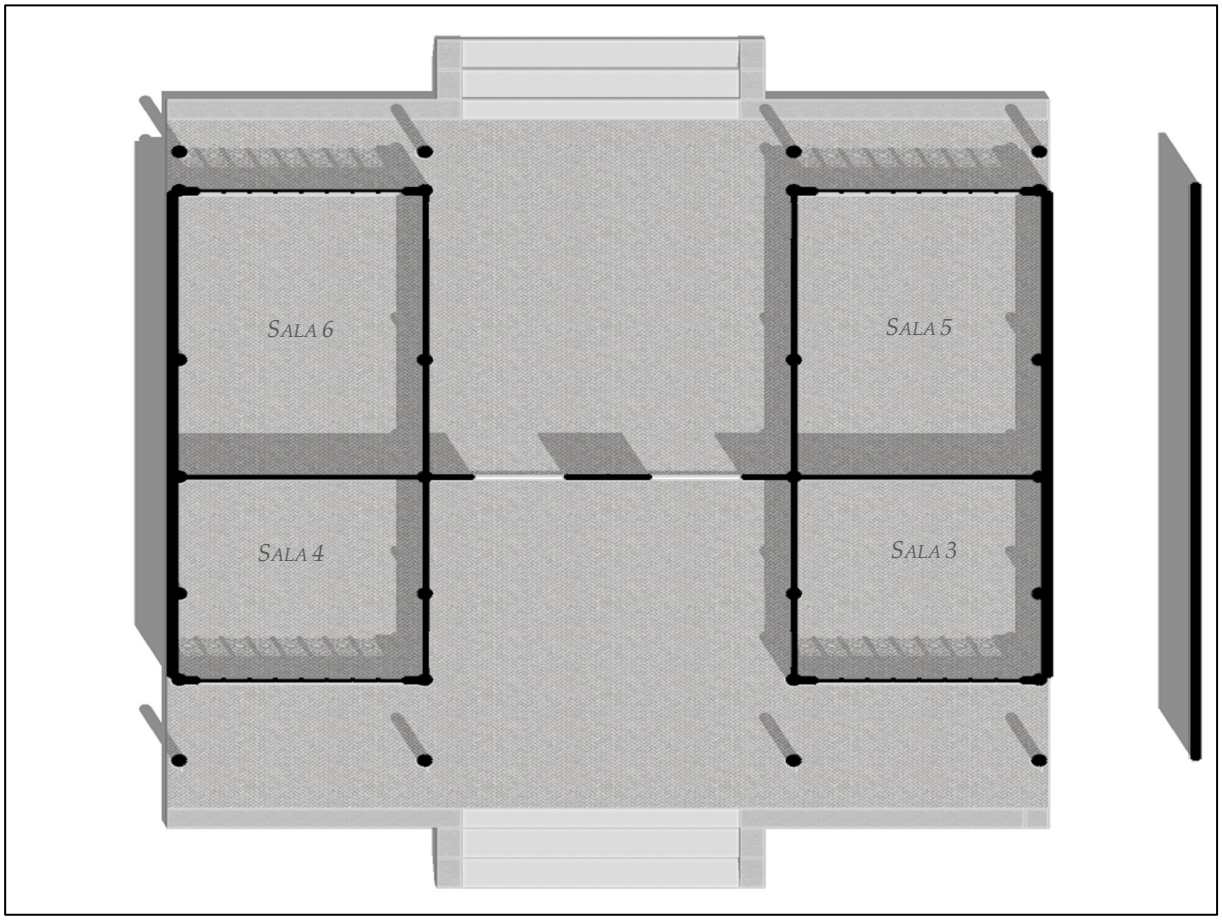

FIGURA 92 – PIANTA DEL PADIGLIONE 2

Nella sala 3 troveremo informazioni sulle tecniche di costruzione inerenti ai basamenti del complesso. Queste saranno fornite mediante grafiche e proiezioni audiovisive.

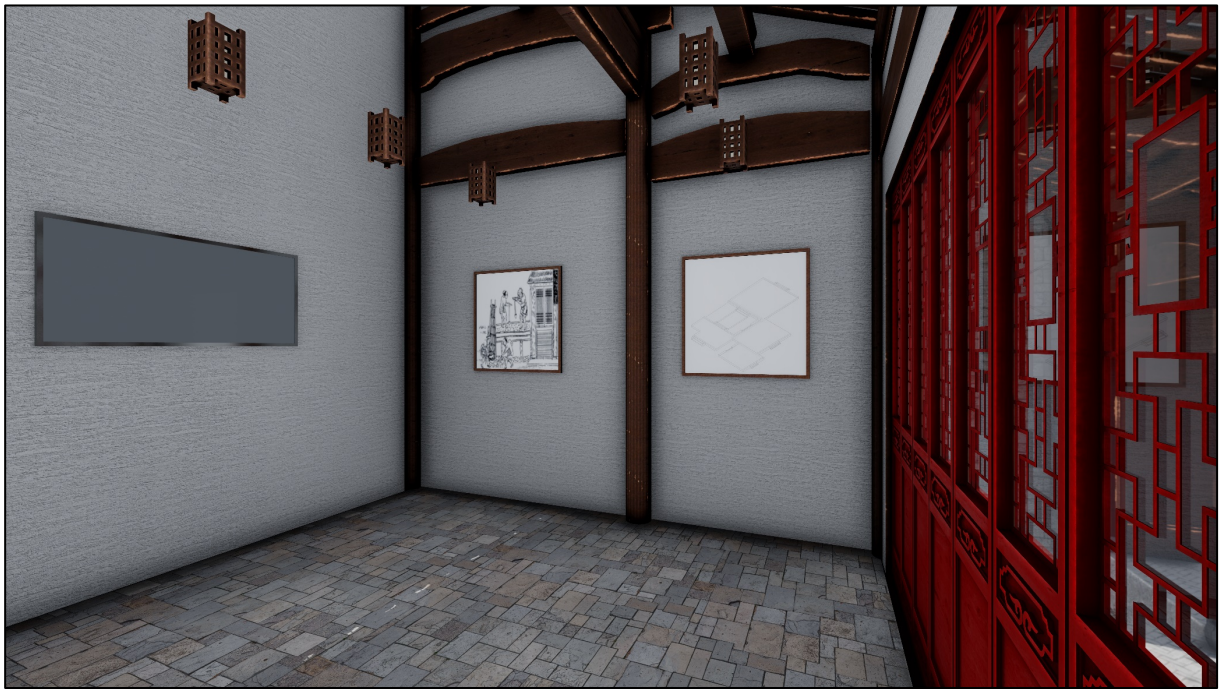

FIGURA 93 - SIMULAZIONE GRAFICA DELLA SALA 3 O SALA DELLE STRUTTURE DEI BASAMENTI

Nella sala 4 troveremo informazioni sulle tecniche di costruzione inerenti alle strutture di elevazione del complesso. Queste saranno fornite mediante grafiche e proiezioni audiovisive.

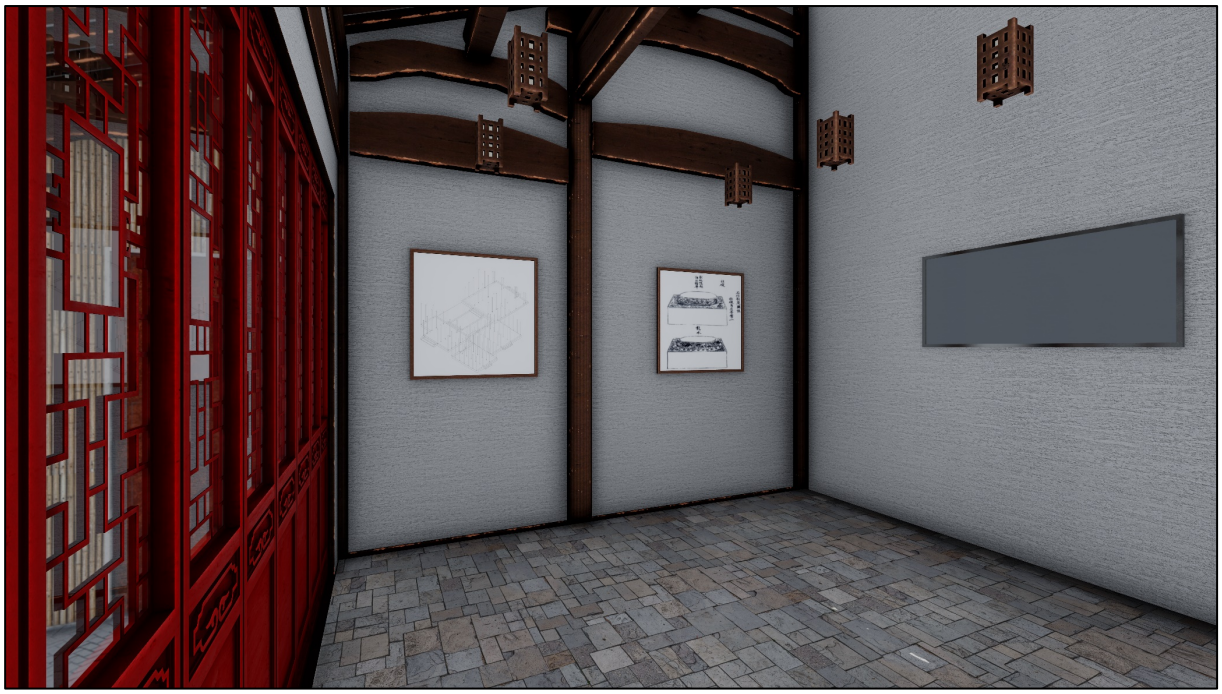

FIGURA 94 - SIMULAZIONE GRAFICA DELLA SALA 4 O SALA DELLE STRUTTURE DI ELEVAZIONE

Nella sala 5 troveremo informazioni sulle tecniche di costruzione inerenti alle strutture orizzontali di primo e secondo livello del complesso. Queste saranno fornite mediante grafiche e proiezioni audiovisive.

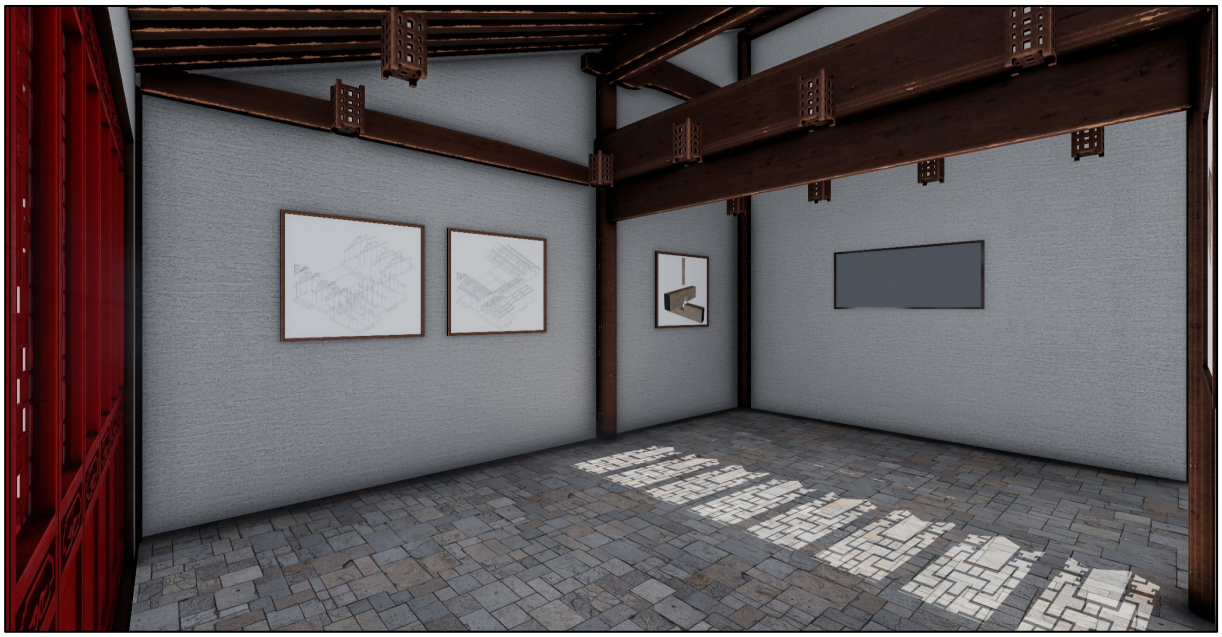

FIGURA 95 - SIMULAZIONE GRAFICA DELLA SALA 5 O SALA DELLE STRUTTURE ORIZZONTALI DI PRIMO E SECONDO LIVELLO

Nella sala 6 troveremo informazioni sulle tecniche di costruzione inerenti alle strutture di copertura e di completamento del complesso. Queste saranno fornite mediante grafiche e proiezioni audiovisive.

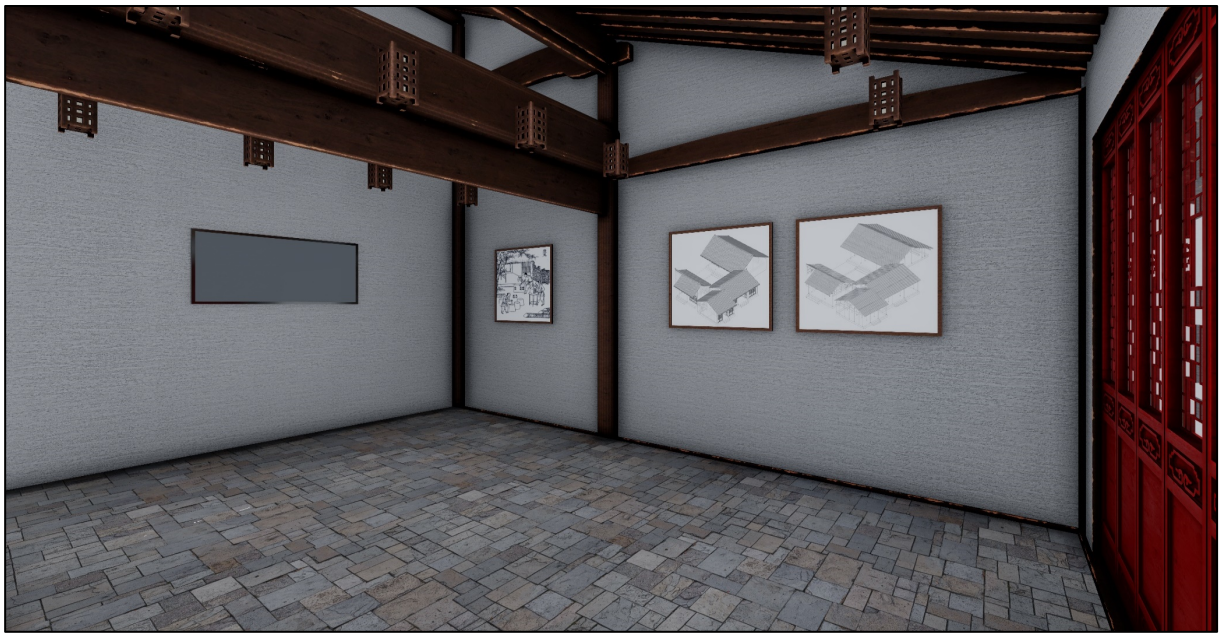

FIGURA 96 - SIMULAZIONE GRAFICA DELLA SALA 6 O SALA DELLE STRUTTURE DI COPERTURA E DI COMPLETAMENTO

Accedendo al padiglione 3 troveremo le sale 7, 8, 9 e 10 e accederemo all'ala 2 del museo. Ciò significa che da museo delle tecnologie costruttive si passerà ad un museo storico-culturale. Qui infatti troveremo la rappresentazione di sale tipiche del periodo Qing.

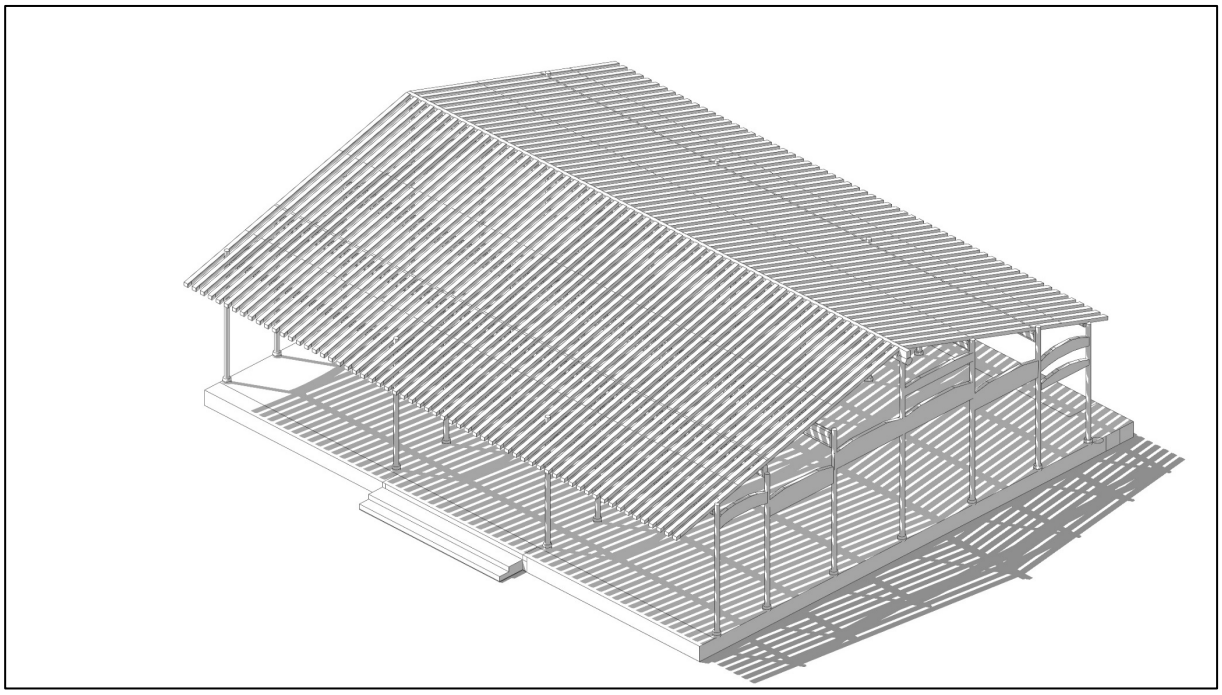

FIGURA 97 - STRUTTURA DEL PADIGLIONE 3 LOD F UNI 11337-4 - 2017 O LOD 500 AIA G202 - 2013

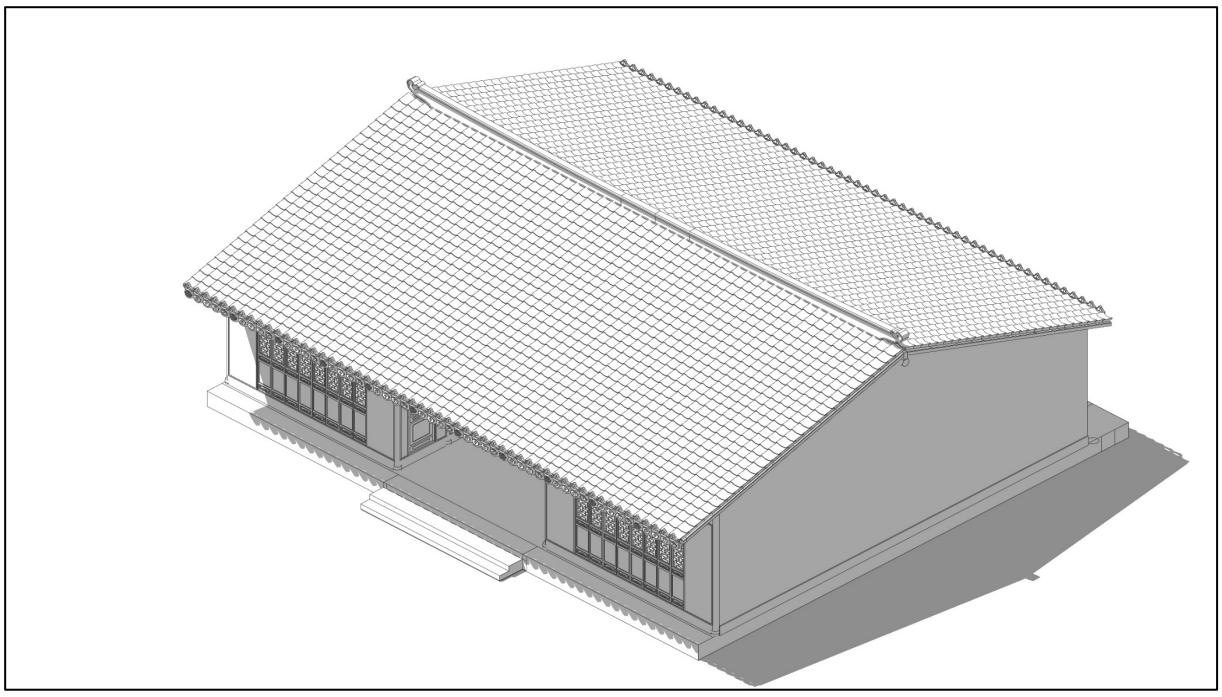

FIGURA 98 - MODELLO COMPLETO DEL PADIGLIONE 3 LOD F UNI 11337-4 - 2017 O LOD 500 AIA G202 - 2013

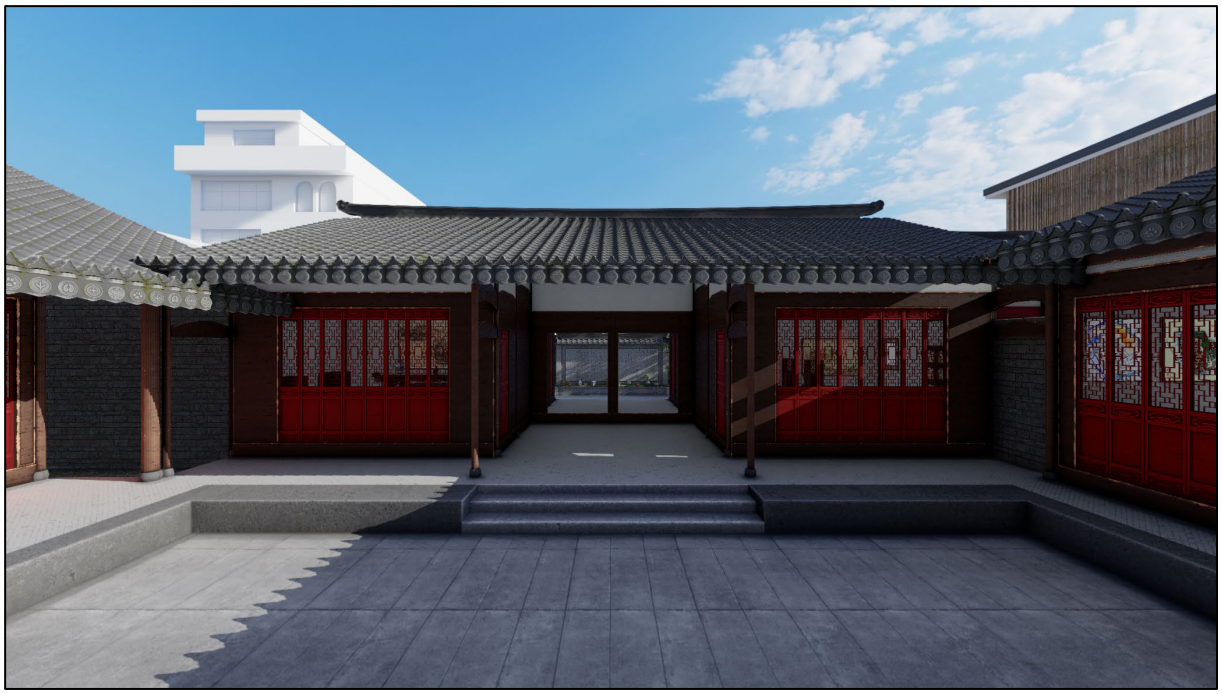

FIGURA 99 - SIMULAZIONE GRAFICA DEL PADIGLIONE 3

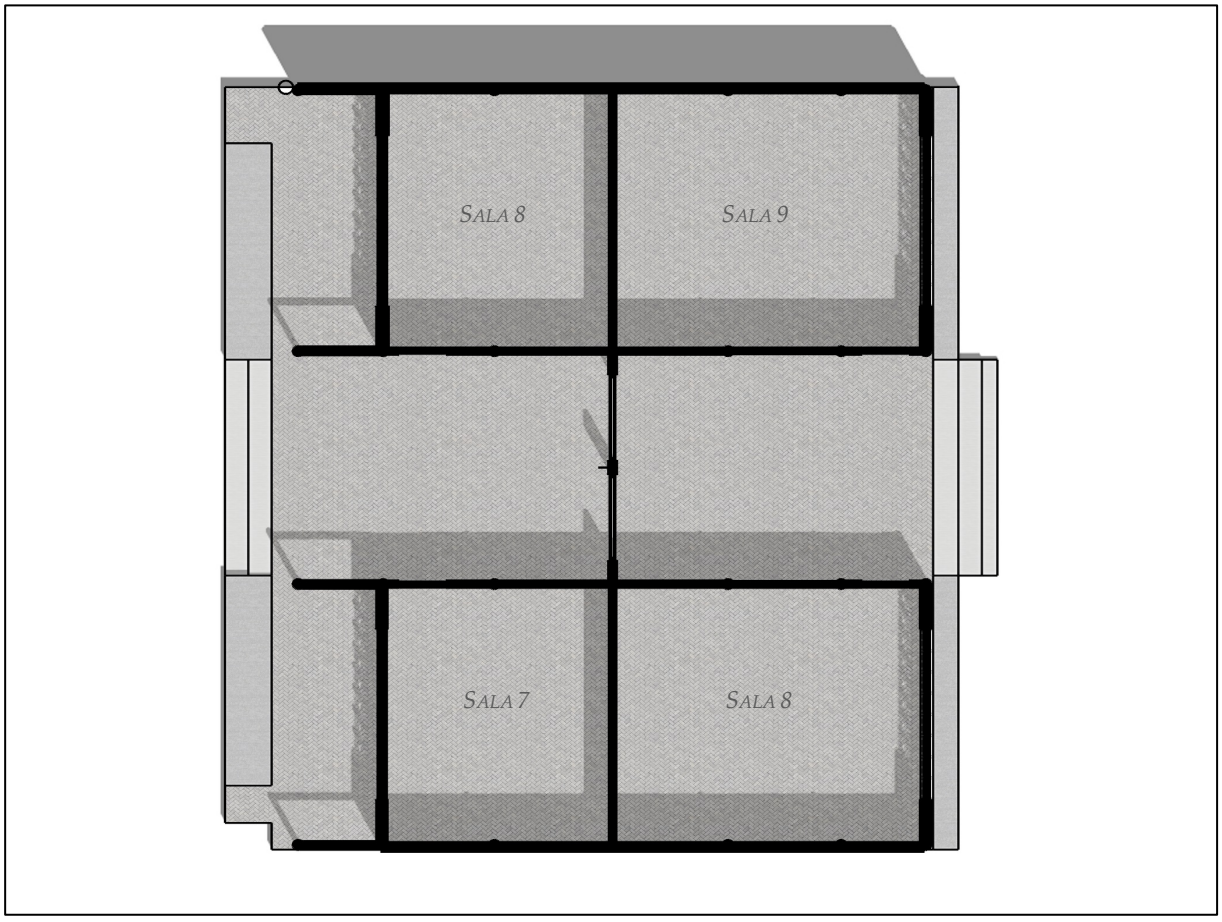

FIGURA 100 - PIANTA PADIGLIONE 3

Nella sala 7 troveremo la camera da letto per gli ospiti. La sua collocazione era interna al complesso ma distante dalle sale del signore per motivi di sicurezza. Questa stanza si presentava tipicamente arredata con dei letti, dei bauli e il necessario per l'accoglienza e la comodità degli ospiti.

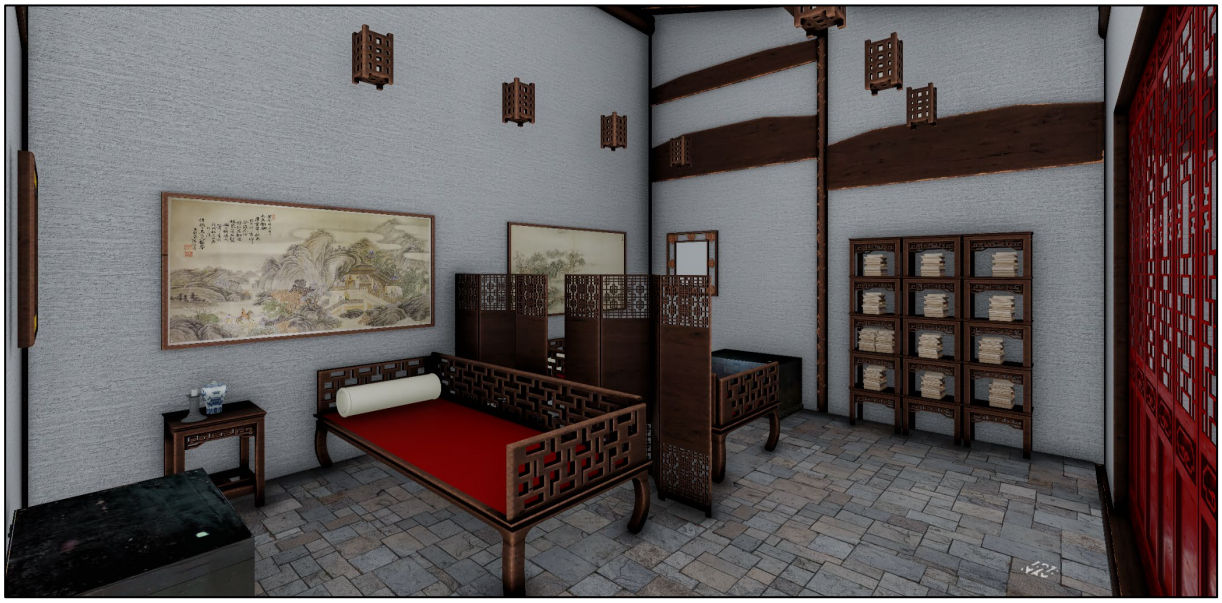

FIGURA 101 - SIMULAZIONE GRAFICA DELLA SALA 7 O CAMERA DA LETTO DEGLI OSPITI

Nella sala 8 troveremo la sala da pranzo degli ospiti. Questi infatti dovevano mangiare, salvo disposizioni particolari, distanti dal signore per i già citati motivi di sicurezza. Questa stanza si presentava tipicamente arredata con un tavolo e del mobilio ospitante il necessario per la preparazione dei pasti.

FIGURA 102 - SIMULAZIONE GRAFICA DELLA SALA 8 O SALA DA PRANZO DEGLI OSPITI

Nella sala 9 troveremo la sala della guerra. Questa sala era fondamentale nei complessi cinesi imperiali dei dignitari e rappresentava il luogo i cui si studiava l’arte della guerra. Erano presenti armi, armature, documenti per l’analisi delle strategie nemiche e in generale tutto ciò che serviva per conoscere il nemico.

FIGURA 103 - SIMULAZIONE GRAFICA DELLA SALA 9 O SALA DELLA GUERRA

Nella sala 10 troveremo la sala delle arti. Questa sala conteneva il fulcro culturale del complesso. Era infatti una biblioteca ma non solo. Conteneva trattati, libri, documentazione ma anche strumenti musicali come gli erhu, pipa, dixi, xiao, gong e guzheng. Inoltre era il luogo in cui si esercitava la disciplina della calligrafia cinese.

FIGURA 104 - SIMULAZIONE GRAFICA DELLA SALA 10 O SALA DELLE ARTI

Accedendo al padiglione 4 troveremo le sale 11, 12, 13 e 14 e accederemo all'ultima parte del museo.

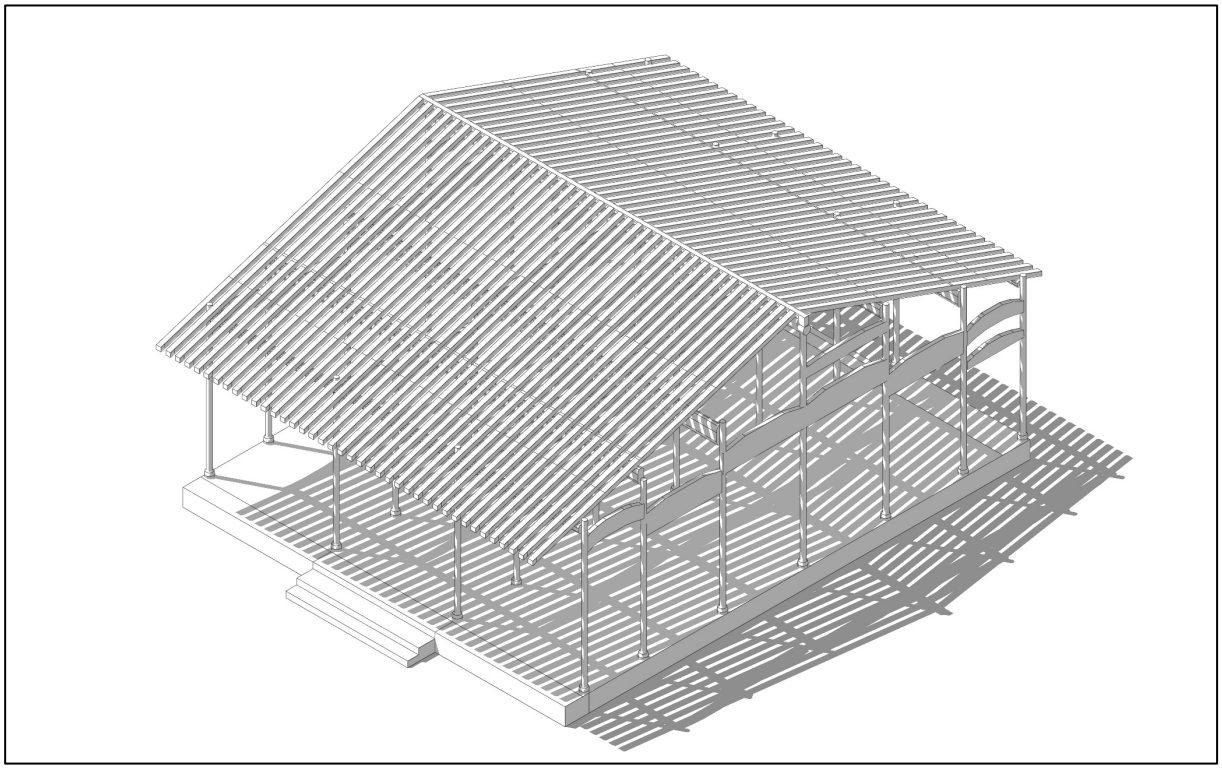

FIGURA 105 - STRUTTURA DEL PADIGLIONE 4 LOD F UNI 11337-4 - 2017 O LOD 500 AIA G202 - 2013

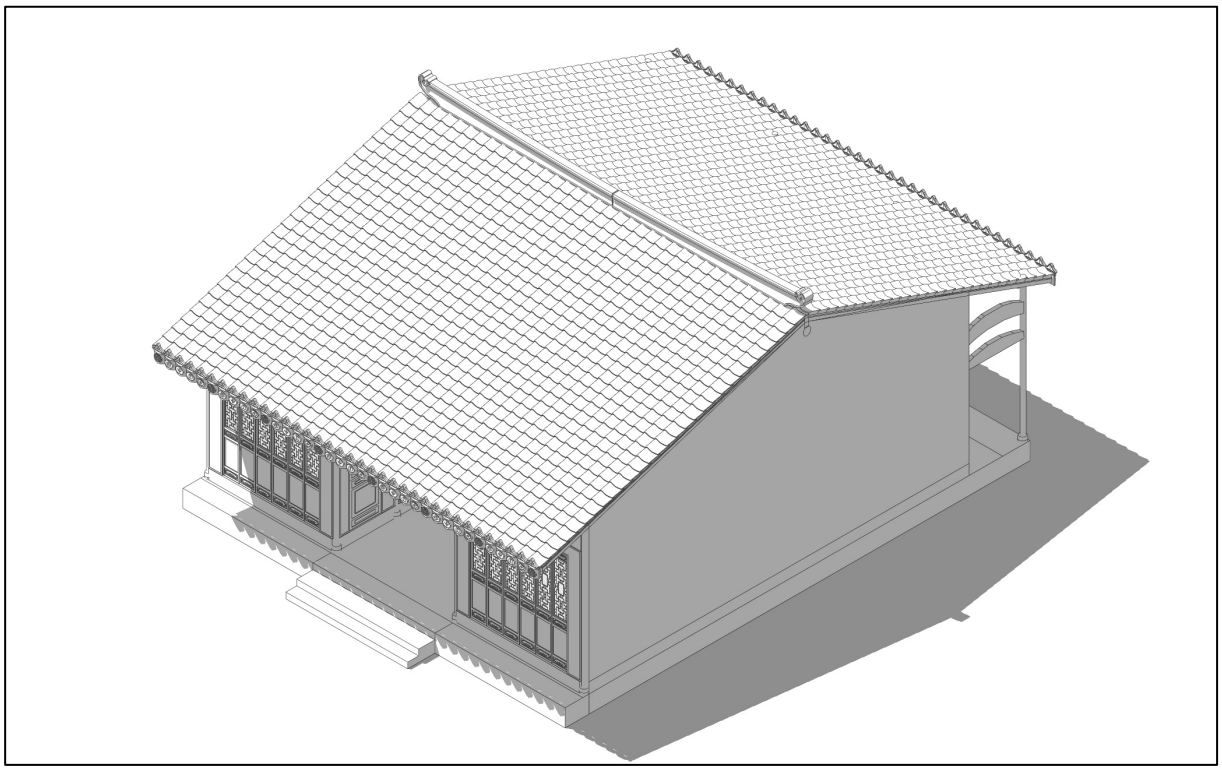

FIGURA 106 – MODELLO COMPLETO DEL PADIGLIONE 4 LOD F UNI 11337-4 - 2017 O LOD 500 AIA G202 – 2013

FIGURA 107 - SIMULAZIONE GRAFICA DEL PADIGLIONE 4

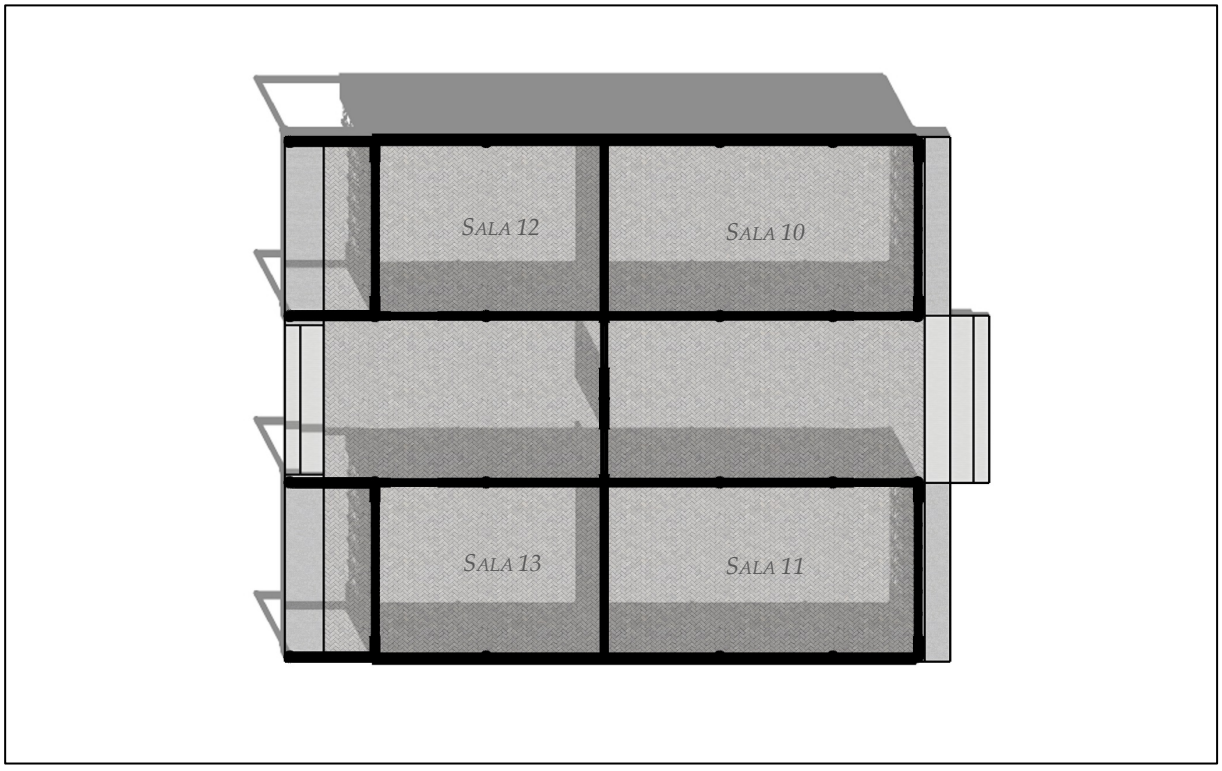

FIGURA 108 - PIANTA PADIGLIONE 4

Nella sala 11 troveremo l'anticamera delle udienze. In questa sala gli ospiti venivano fatti accomodare in attesa che il signore li ricevesse nella sala delle udienze. Era una sala in cui erano presenti delle sedute e del mobilio che stupisse gli ospiti e facesse capire la dignità del signore.

FIGURA 109 - SIMULAZIONE GRAFICA DELLA SALA 11 O ANTICAMERA DELLE UDIENZE

Nella sala 12 troveremo la sala da pranzo del signore. Questi infatti mangiava con la sua famiglia ma separato dagli ospiti per motivi di sicurezza, salvo diverse disposizioni. Questa stanza si presentava tipicamente arredata con un tavolo e del mobilio ospitante il necessario per la preparazione dei pasti.

FIGURA 110 - SIMULAZIONE GRAFICA DELLA SALA 12 O SALA DA PRANZO PATRONALE

Nella sala 13 troveremo la sala delle udienze. In questa sala gli ospiti venivano chiamati dal signore per la discussione di affari e trattati. Questa sala era di piccole dimensioni ma ricca. Doveva far comprendere il potere del signore e la sua autorità. Presentava quindi del mobilio e delle sedie per il signore e i suoi consiglieri e degli sgabelli più bassi per gli ospiti.

FIGURA 111 - SIMULAZIONE GRAFICA DELLA SALA 13 O SALA DELLE UDIENZE

Nella sala 14 infine troveremo la camera da letto patronale. La sua collocazione era la più interna del complesso per motivi di sicurezza. Questa stanza si presentava tipicamente arredata un letto, dei bauli e il necessario per il riposo e non era mai accessibile e neppure visitabile dagli ospiti.

FIGURA 112- SIMULAZIONE GRAFICA DELLA SALA 14 O CAMERA DA LETTO PATRONALE

Infine a completamento delle sale museali precedentemente esposte vengono mantenuti i cortili perimetrali originali con i loro bassorilievi e il jiashan. Il cortile centrale invece è stato modificato inserendo una quarta parete posta frontalmente rispetto al padiglione 3 avente una valenza di divisione degli spazi, negando l’accesso abusivo dei locali terreni del palazzo nelle aree del complesso. Il sistema adottato ha quindi previsto la creazione di una parete identica a quella del padiglione 3 in maniera tale da rievocare il vecchio padiglione abbattuto per far posto al palazzo. Questa soluzione restituisce una visione di insieme più coerente degli spazi ma è percepibile come successiva poiché nella parte centrale, dove sarebbe stato previsto lo spazio per il passaggio all’interno del padiglione è stato inserito uno schermo per proiezioni. Questa soluzione consente di trasformare quindi il cortile centrale in un’area per proiezioni audiovisive.

FIGURA 113 – SIMULAZIONE GRAFICA DEL BASSORILIEVO DEL PRIMO CORTILE

FIGURA 114 - SIMULAZIONE GRAFICA DELLA "FALSA PARETE" PER PROIEZIONI

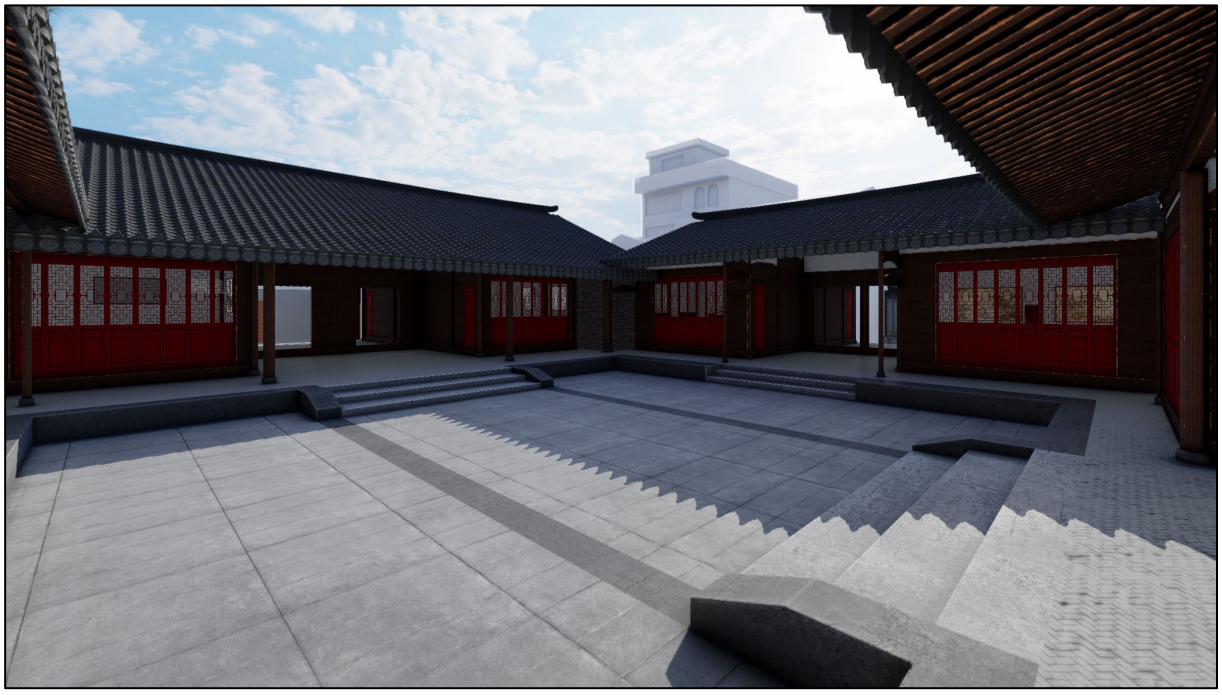

FIGURA 115 - SIMULAZIONE GRAFICA DEL CORTILE CENTRALE

FIGURA 116 - SIMULAZIONE GRAFICA DEL BASSORILIEVO DEL TERZO CORTILE

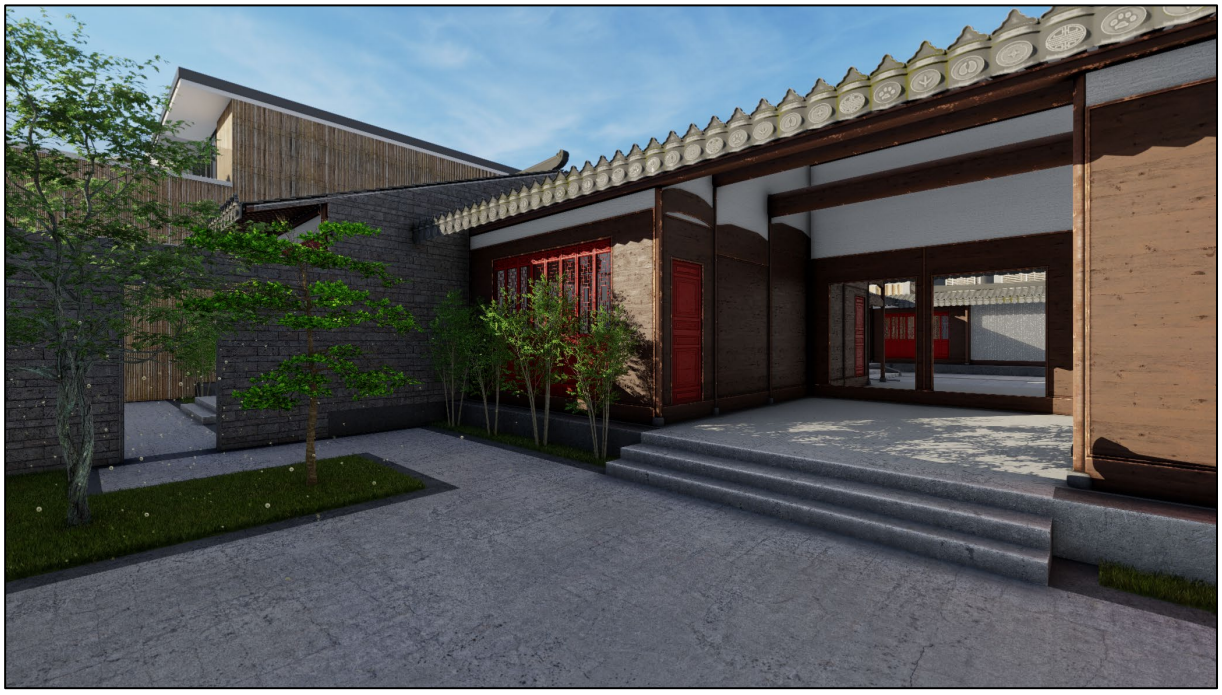

FIGURA 117 - SIMULAZIONE GRAFICA DEL TERZO CORTILE

FIGURA 118 - SIMULAZIONE GRAFICA DEL JIASHAN

2.6.2. PROPOSTE PER LE SOLUZIONI IMPIANTISTICHE

Per quanto riguarda le soluzioni impiantistiche da adottare si sono formulate delle ipotesi preliminari al fine di fornire degli spunti da approfondire successivamente.

Innanzitutto all’interno delle sale dei padiglioni si è ipotizzato di sfruttare la profondità fornita dalla fascia di protezione, oltre la quale vi è il cardine dei serramenti, per inserire un nuovo pavimento galleggiante. Questa soluzione consentirebbe di utilizzare quindi uno strato di profondità di circa 30 cm per la distribuzione impiantistica.

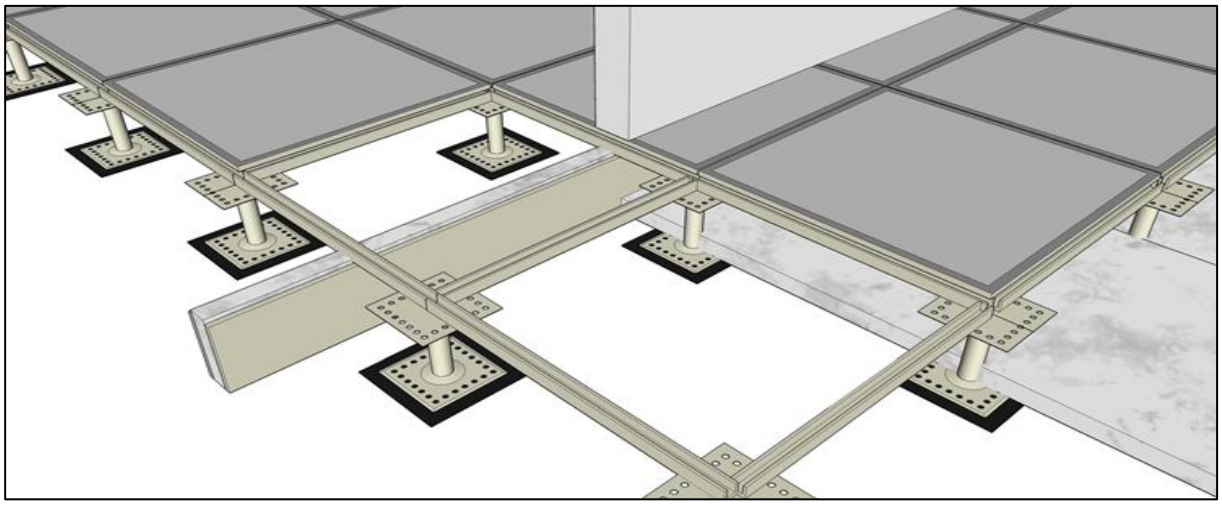

FIGURA 119 - ESEMPIO DI PAVIMENTO GALLEGGIANTE

Dal punto di vista illuminotecnico si è ipotizzata una distribuzione orizzontale a terra delle reti, sotto il livello della pavimentazione sopraelevata, ed una distribuzione verticale mediante delle dorsali aventi scocca lignea per l'alimentazione delle sorgenti luminose. Questo sistema consente quindi di mascherare il sistema elettrico e organizzarlo mettendo in sicurezza la situazione di fatto.

FIGURA 120 - IMPIANTO ELETTRICO NELLO STATO DI FATTO

Per quanto riguarda le sorgenti luminose ci si è ispirati alle tradizionali lampade cinesi ma rivedendole in chiave moderna. Questi apparecchi disposti all'interno delle sale consentiranno di garantire un illuminamento medio della sala di 500 lux come definito dalla UNI EN 12464-1:2011.

FIGURA 121 - SORGENTI LUMINOSE

Per la climatizzazione delle sale si è proposto lo sfruttamento, come in precedenza, dello spazio ricavato grazie al pavimento sopraelevato, all'interno del quale distribuire i canali dell'aria. Questi canali, collegati ad una unità esterna, consentiranno di garantire i valori di temperatura per il periodo invernale tra 15-18 °C mentre per quello estivo tra 20-22 °C.

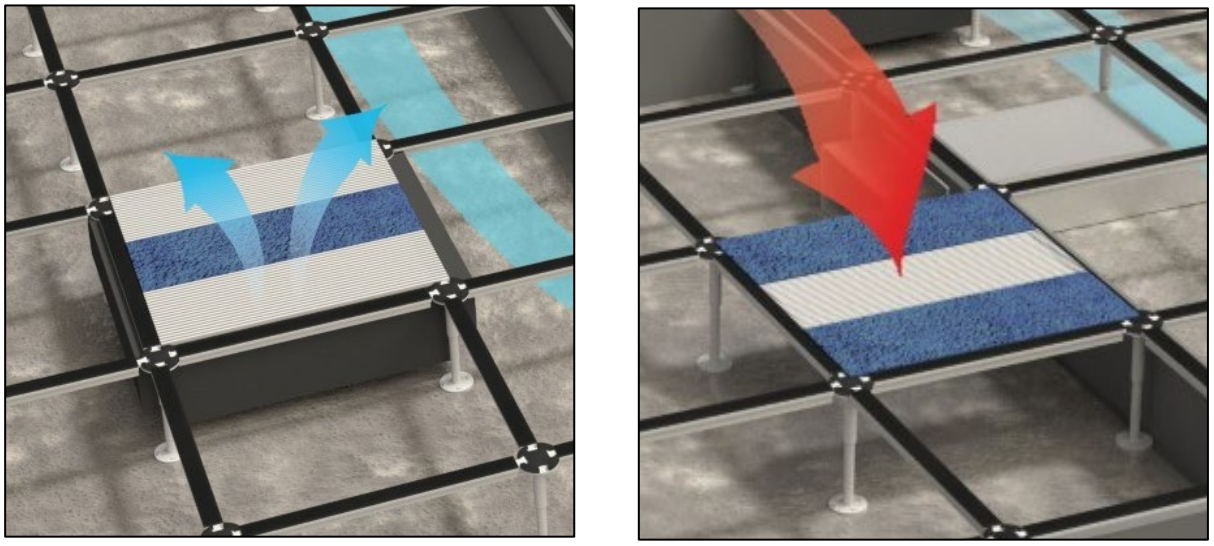

FIGURA 122 - SISTEMI PER LA CLIMATIZZAZIONE SOTTO PAVIMENTO GALLEGGIANTE

2.6.3. LA SOLUZIONE RICETTIVA

La soluzione ricettiva progettata è stata sviluppata sul nascente modello turistico cinese concentrato su piccole soluzioni ricettive distribuite su tutto il territorio al fine di fine di incrementare il turismo su tutto il territorio.

La soluzione ricettiva interesserà lo spazio occupato attualmente dal quinto padiglione e si svilupperà con una struttura disposta su tre livelli classificata a 3 stelle per le sue caratteristiche dimensionali e di dotazione.

Dal punto di vista progettuale per ottimizzare il poco spazio presente si è tratta ispirazione dagli "Skywells", traduzione inglese di "Tian Jing", che in cinese indica una tipologia architettonica tradizionale, caratterizzata dalla presenza di stanze distribuite attorno a una piccola corte. Questa soluzione ha consentito quindi di sviluppare gli spazi distributivi in maniera contenuta attorno ad un piccolo giardino centrale interno.

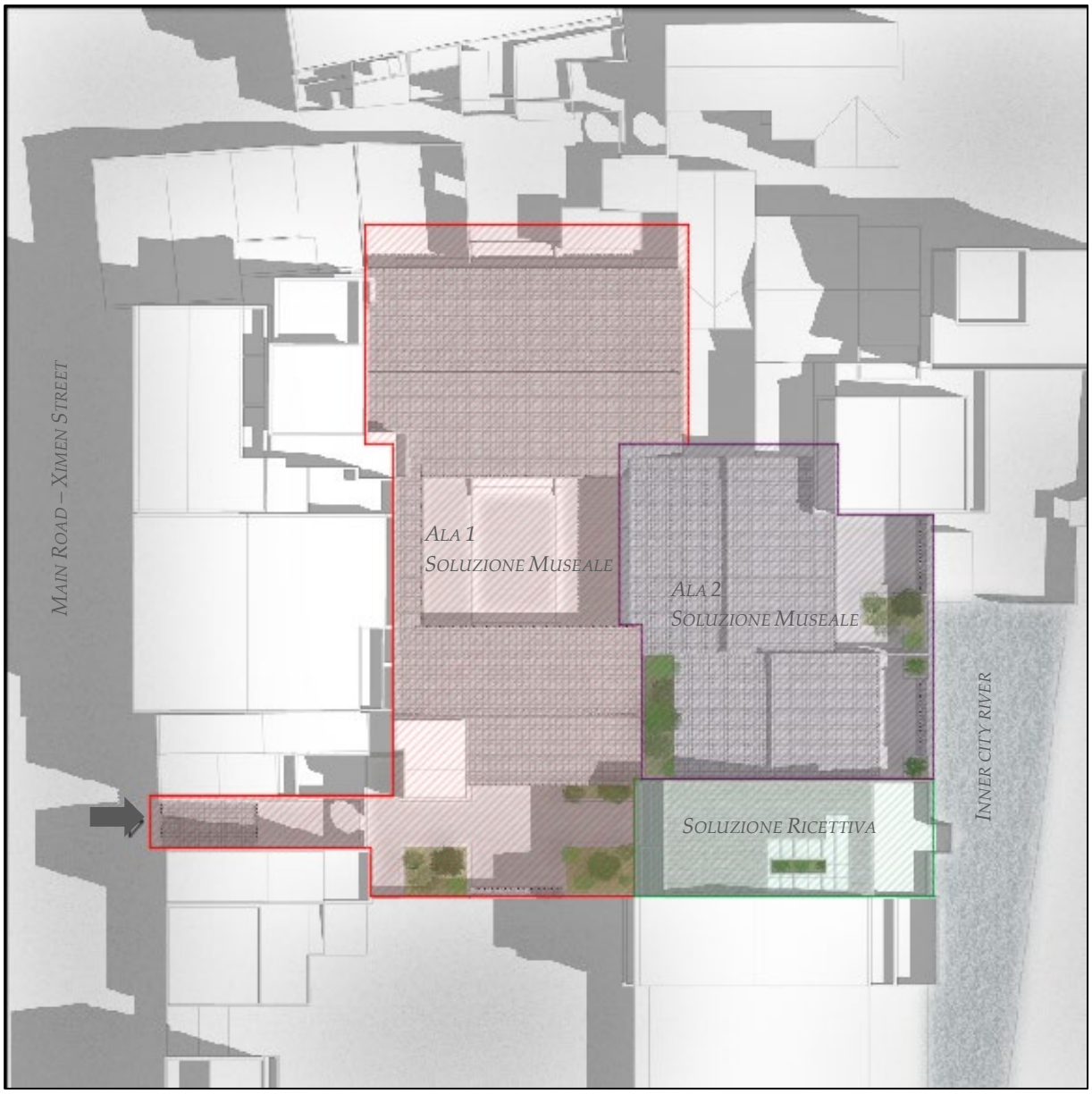

FIGURA 123 - SUDDIVISIONE DELLE NUOVE ZONE MUSEALI E RICETTIVE

Le caratteristiche dimensionali e le dotazioni previste per la soluzione ricettiva sono state le seguenti:

- Presenza di uno spazio comune adibito a colazione e bar con annesso dehor e dotato di cucina privata;
- Presenza di uno spazio reception per l'accoglienza dei clienti e infopoint;
- Presenza di ascensore e locali di servizio per la gestione della struttura;
- Presenza di 6 camere da letto matrimoniali più una suite composta da matrimoniale più singola, aventi superficie maggiore di 14 m^2 e dotate di bagno privato di superficie maggiore di 3 m^2;
- Presenza di uno spazio solarium;

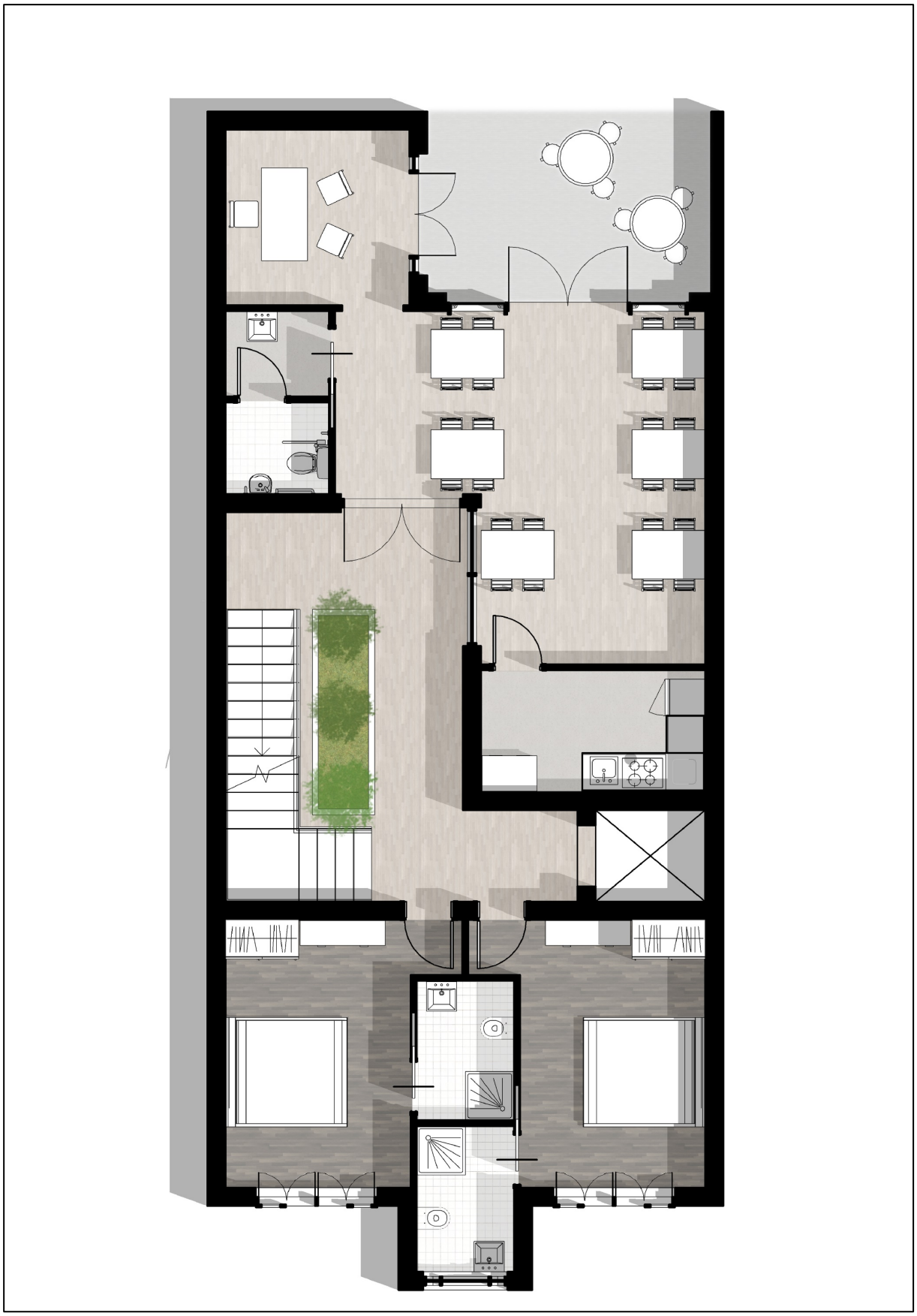

FIGURA 124 - PIANTA PIANO PRIMO SOLUZIONE RICETTIVA

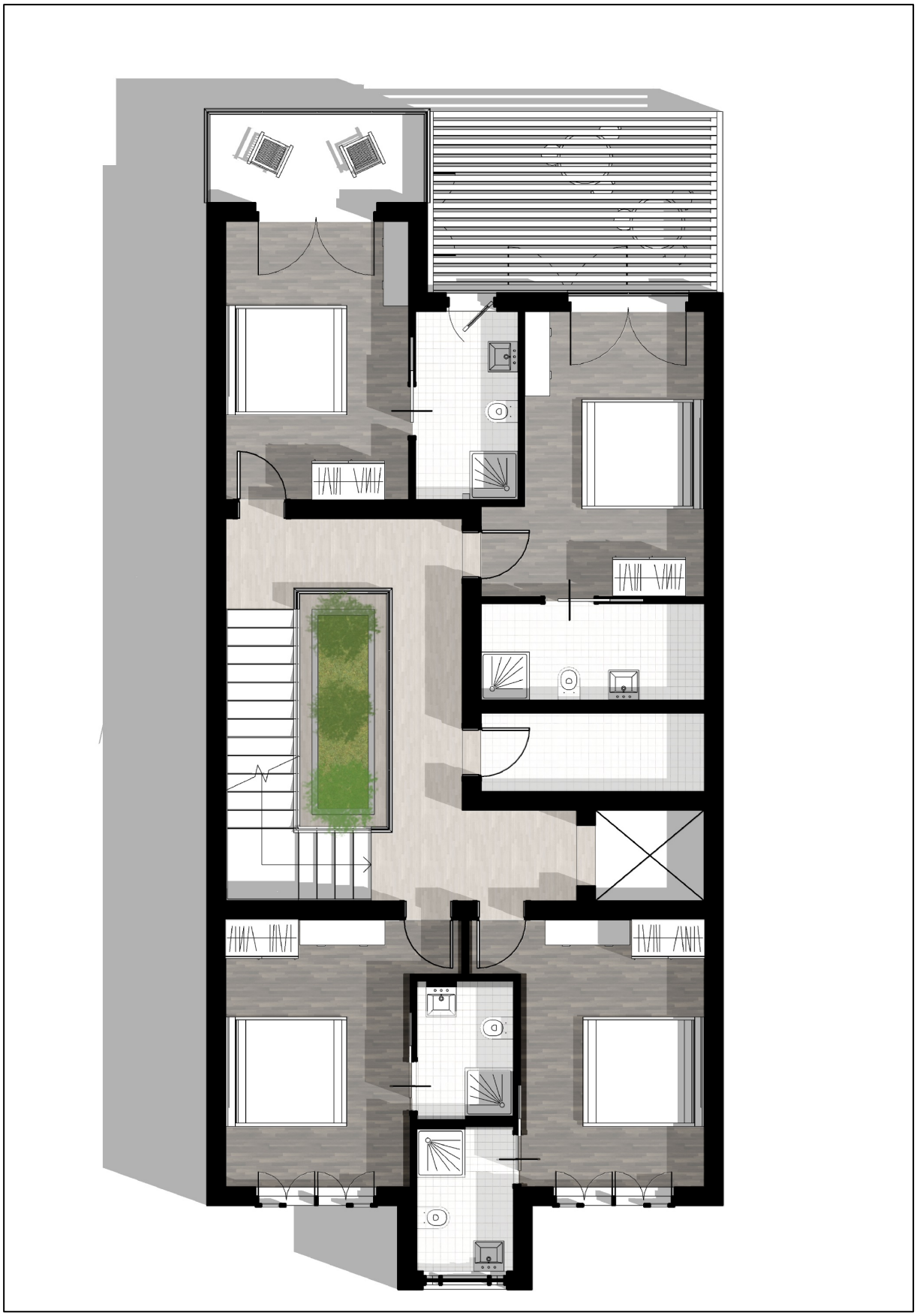

FIGURA 125 - PIANTA PIANO PRIMO SOLUZIONE RICETTIVA

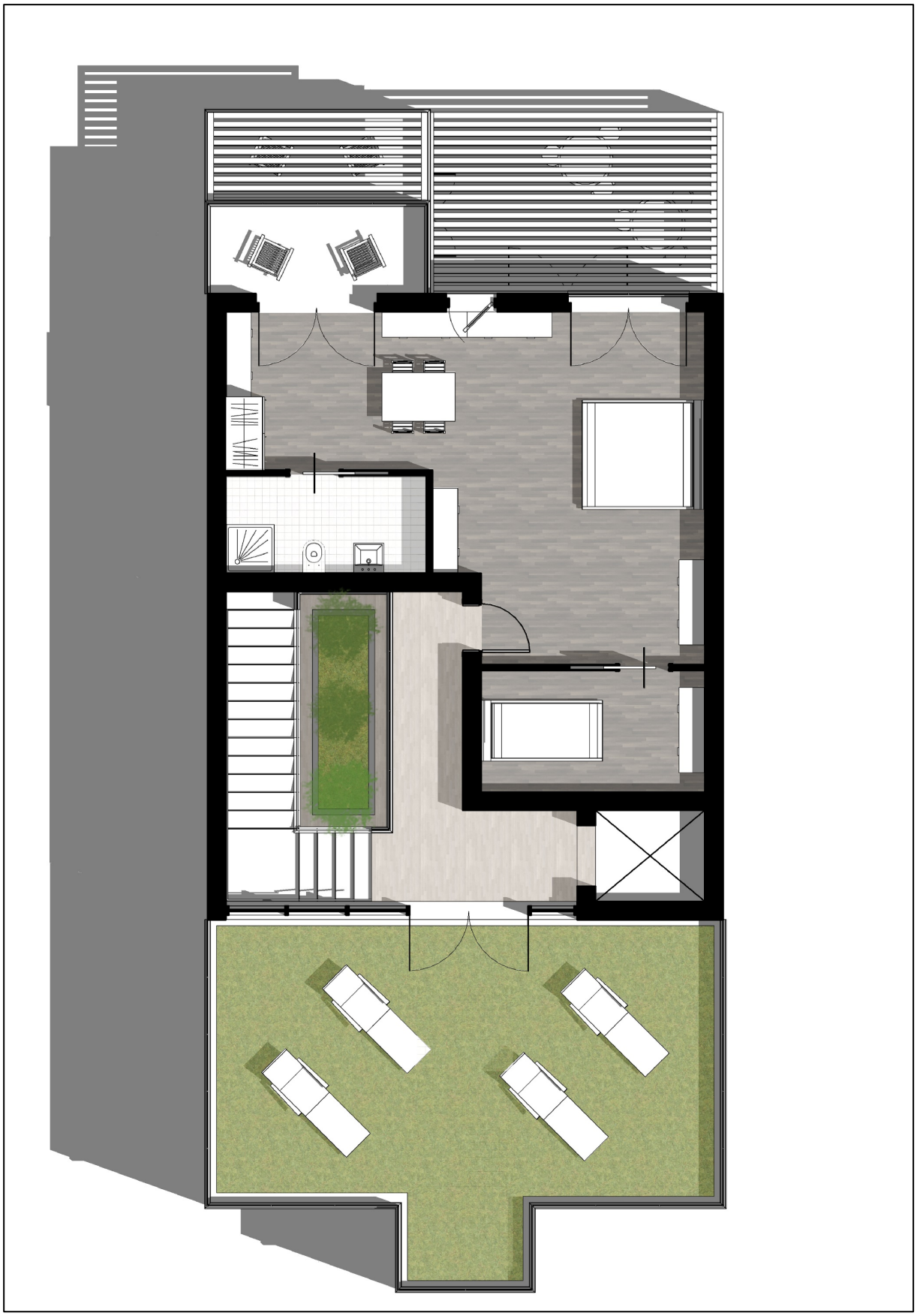

FIGURA 126 - PIANTA PIANO SECONDO SOLUZIONE RICETTIVA

FIGURA 127 - SIMULAZIONE GRAFICA DELLA SOLUZIONE RICETTIVA

FIGURA 128 - SIMULAZIONE GRAFICA DELLA SOLUZIONE RICETTIVA

FIGURA 129 - SIMULAZIONE GRAFICA DELLA SOLUZIONE RICETTIVA

FIGURA 130 - SIMULAZIONE GRAFICA DELLA SOLUZIONE RICETTIVA

FIGURA 131 - SIMULAZIONE GRAFICA DI UNA CAMERA

FIGURA 132 - SIMULAZIONE GRAFICA DELLA SUITE

FIGURA 133 - SIMULAZIONE GRAFICA DELLA SALA BAR, RECEPTION E DEHOR

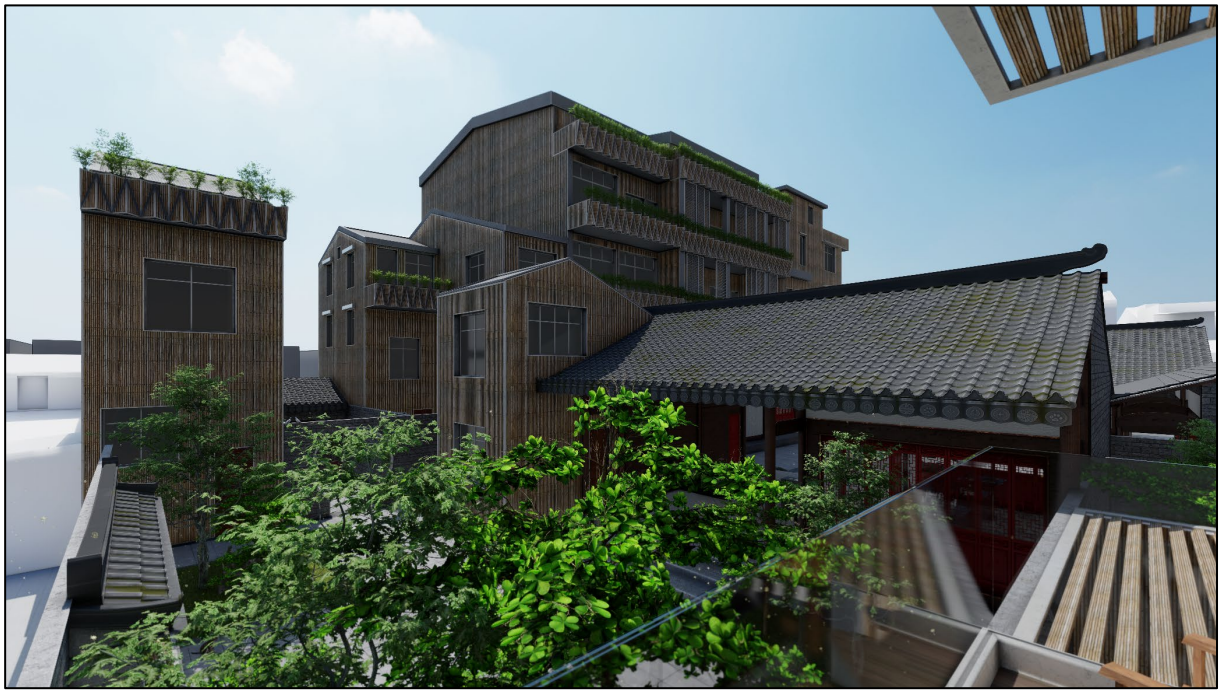

FIGURA 134 – SIMULAZIONE GRAFICA DELLA VISTA DEI BALCONI SULLA "CASA DI PAN"

3. PROGETTAZIONE DI RETROFIT SELETTIVO SOFT DEL CONTESTO

Una delle richieste della committenza riguardava la discussione e presentazione di proposte di retrofit selettivo soft aventi funzione di recupero estetico del contesto esistente. Il processo di formulazione delle proposte seguito non è stato lineare ma iterativo, in modo tale da poter identificare la soluzione più soddisfacente alla committenza.

3.1. OBIETTIVI

Dovendo intervenire sugli edifici del contesto ci si è immediatamente resi conto della necessità di progettare un intervento leggero legato al fatto che gli edifici sono abitati. Si è quindi cercata una soluzione che non avesse come unico fine quello di migliorare la lettura del complesso della Casa di Pan ma che attuandosi generasse anche dei benefici agli abitanti. Le problematiche identificate maggiormente sono state le seguenti:

- Problematiche degli edifici del contesto di surriscaldamento interno dovute all'eccessiva esposizione solare delle facciate;
- Problematiche degli edifici del contesto legate alla mancanza di manutenzione delle facciate e conseguente degrado e decoro;
- Problematiche nell'interazione tra il contesto e la Casa di Pan;

L'idea quindi che si è sviluppata è stata quella di progettare un sistema di facciata continua che proteggesse dall'esposizione solare eccessiva mediante l'uso di sistemi oscuranti, mascherasse le problematiche di decoro e proteggesse le parti più esposte soggette a muffe, umidità e fessurazioni.

FIGURA 135 - VISTA DEL CONTESTO DELLA CASA DI PAN

3.2. PROPOSTA DI RETROFIT CON FACCIATE PIANE IN BAMBÙ

3.2.1. SISTEMA COSTRUTTIVO DELLA SOLUZIONE INDIVIDUATA

La prima soluzione proposta è stata quella di concepire un sistema di facciata continuo omogeneo, mediante pannelli prefabbricati lungo tutti gli edifici del contesto, in bambù. La scelta del materiale ha una triplice motivazione. La prima di carattere ambientale e culturale, il bambù, la cui coltivazione è infestante alle nostre coordinate, non è tale nei paesi asiatici dove è una specie abbondante e largamente impiegata, trovando quindi, nel suo utilizzo, una dimensione di equilibrio con l'ambiente e la cultura circostante. La seconda motivazione di carattere economico, essendo un materiale largamente impiegato e lavorato, ed essendo al contempo ampiamente disponibile consente una riduzione della spesa finale confrontata ad altre soluzioni. Infine la terza motivazione è legata alle caratteristiche e prestazioni eccezionali del materiale, tra cui la leggerezza, la flessibilità e l'estrema resistenza.

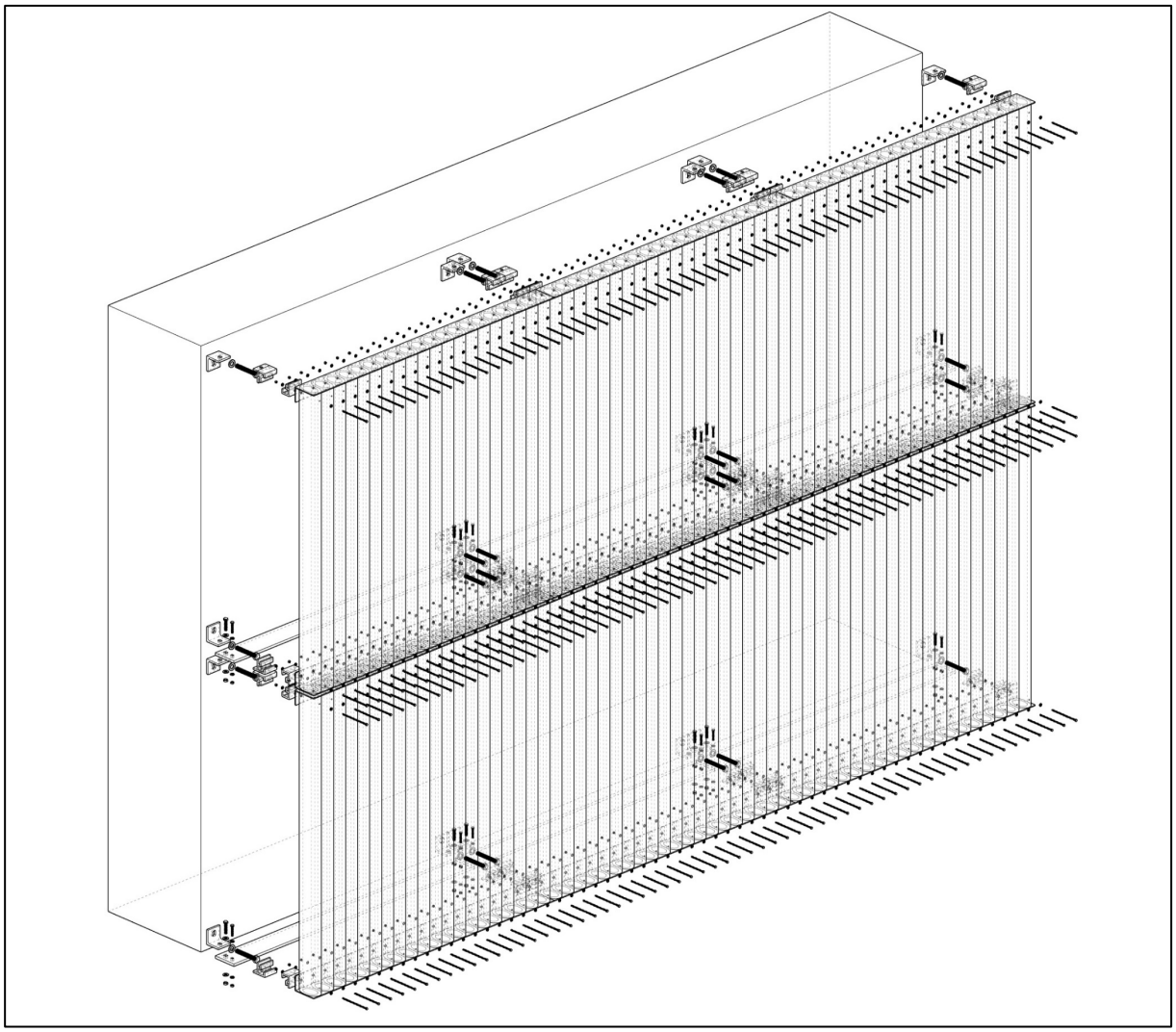

FIGURA 136 - ESPLOSO DELLA SOLUZIONE DI CON FACCIATE IN BAMBÙ

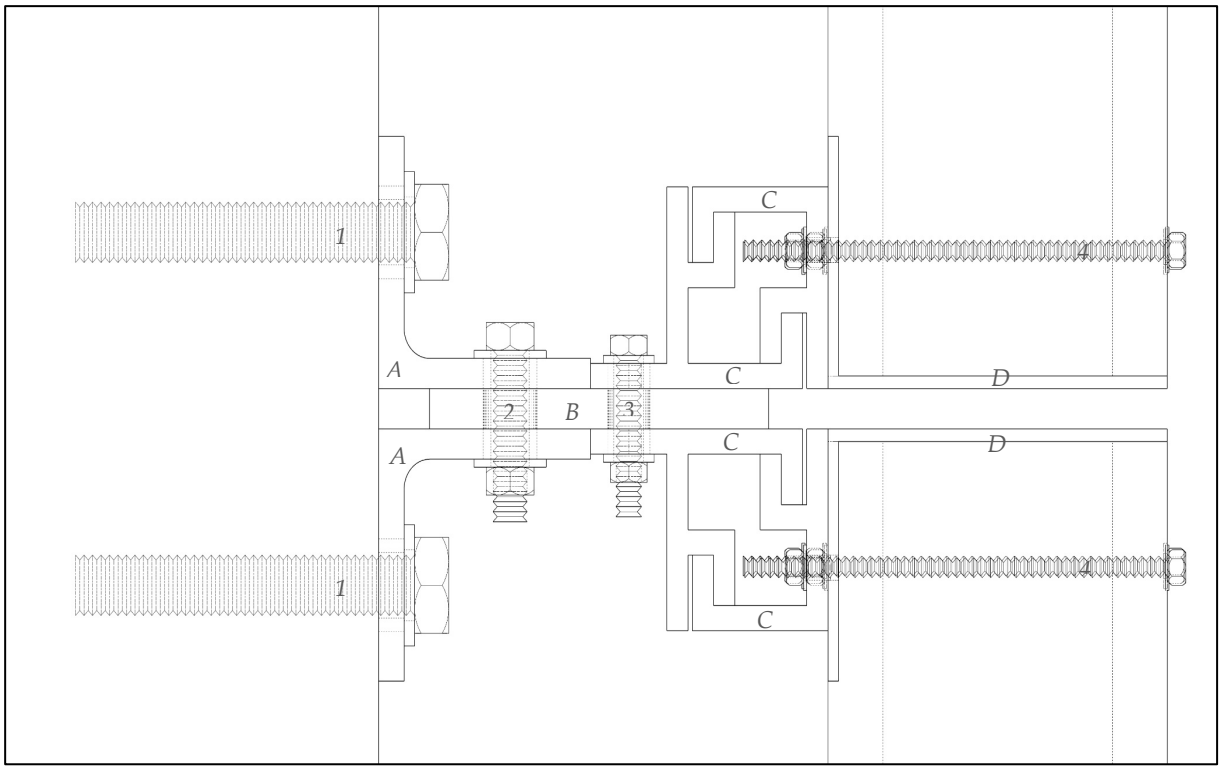

FIGURA 137 - SISTEMA DI ANCORAGGIO DELLA FACCIATA

Le componenti individuate nella immagine precedente sono nel dettaglio le seguenti:

1) Bullone a testa esagonale in acciaio inossidabile M20 - Lunghezza 80 secondo UNI EN ISO 4016:2011 con rondella in acciaio inossidabile per bulloni a testa esagonale UNI EN ISO 7089:2001;
2) Bullone a testa esagonale in acciaio inossidabile M12 - Lunghezza 40 secondo UNI EN ISO 4016:2011 con rondelle in acciaio inossidabile per bulloni a testa esagonale UNI EN ISO 7089:2001 e dado esagonale normale in acciaio inossidabile per bulloni M12 a testa esagonale secondo UNI EN ISO 4035:2013;
3) Bullone a testa esagonale in acciaio inossidabile M10 – Lunghezza 40 secondo UNI EN ISO 4016:2011 con rondelle in acciaio inossidabile per bulloni a testa esagonale UNI EN ISO 7089:2001 e dado esagonale normale in acciaio inossidabile per bulloni M10 a testa esagonale secondo UNI EN ISO 4035:2013;
4) Bullone a testa esagonale in acciaio inossidabile M8 – Lunghezza 100 secondo UNI EN ISO 4016:2011 con rondelle in acciaio inossidabile per bulloni con testa esagonale UNI EN ISO 7089:2001 e dado esagonale normale in acciaio inossidabile per bulloni M8 a testa esagonale secondo UNI EN ISO 4035:2013;

A) Profili angolari a lati uguali in acciaio inossidabile tipo 50x50x5 secondo UNI EN 10056;
B) Profilato piano in acciaio inossidabile tipo 80x8 secondo UNI EN 10163;

C) Profilato in alluminio con giunzione multipla ad incastro maschio-femmina;
D) Profili angolari a lati uguali in acciaio inossidabile tipo 50x100x3 secondo UNI EN 10056;

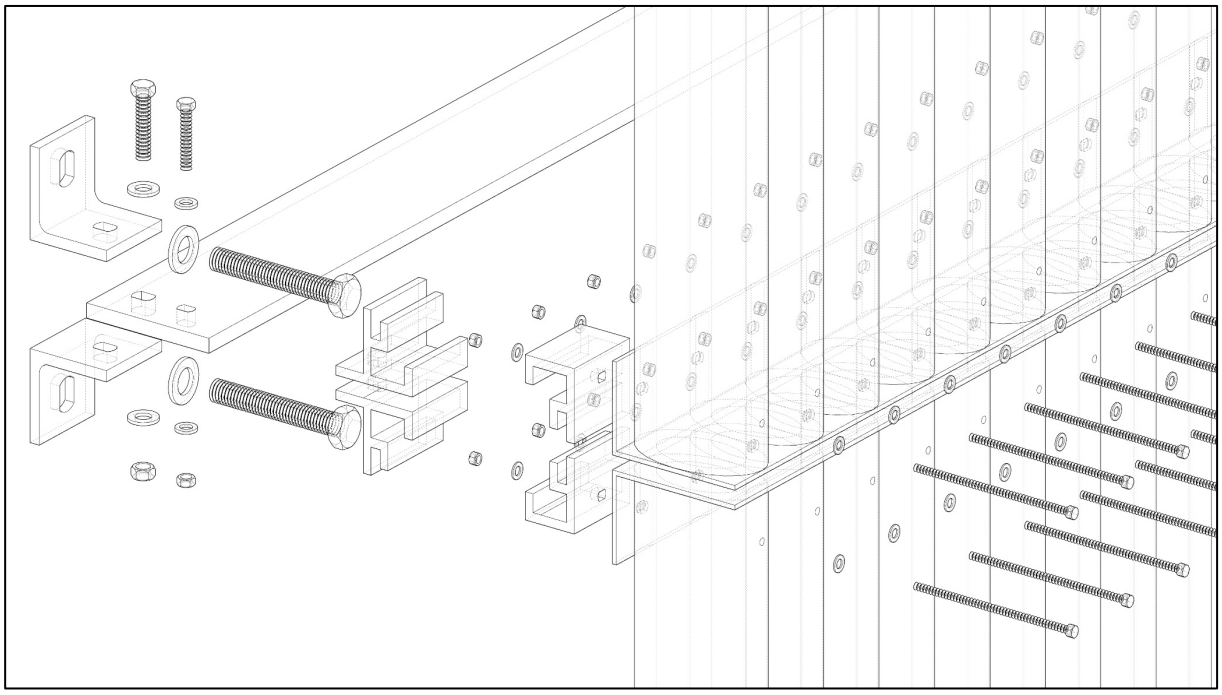

FIGURA 138 - VISTA ESPLOSA DELLA SOLUZIONE

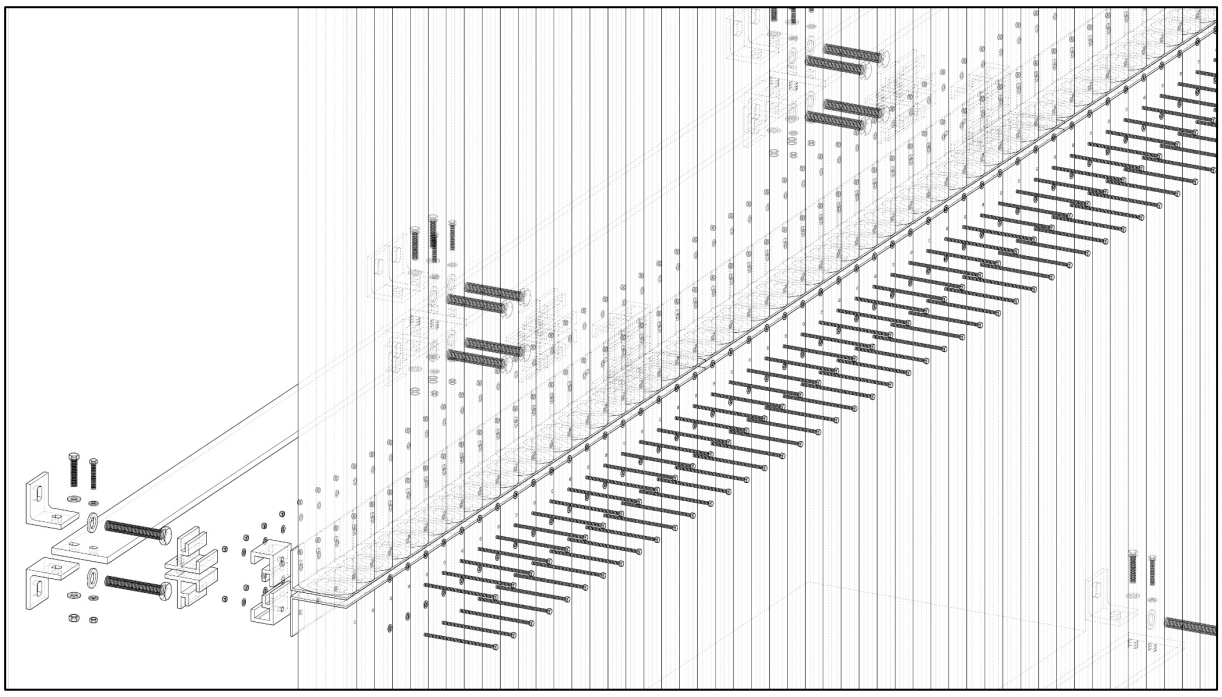

FIGURA 139 - VISTA ESPLOSA DELLA SOLUZIONE

3.2.2. COMPARAZIONE DELLA PRESTAZIONE ENERGETICA

La soluzione proposta, come detto in precedenza, è stata individuata con il solo fine di effettuare un retrofit selettivo soft avente funzione di recupero estetico del contesto esistente. Ad ogni modo l'intervento svolto è stato analizzato anche dal punto di vista energetico per dimostrare come la soluzione individuata determini sul contesto un effettivo miglioramento termo-igrometrico.

Innanzitutto sono state determinate le condizioni al contorno necessarie alle simulazioni e alle analisi successive. Data l'inapplicabilità della UNI 10349-1 per la definizione dei dati della temperatura esterna e vista la mancanza di una indicazione specifica da parte della normativa cinese, i risultati successivi sono stati ottenuti mediante l'inserimento dei dati territoriali e ambientali forniti dai database del governo cinese e mediati per il mese più freddo dell'anno. Mentre per quanto riguarda invece i dati relativi la resistenza superficiale si ricavano dalla norma UNI EN ISO 6946.

CONDIZIONI AL CONTORNO	
LOCALITÀ	Jinxiang
TEMPERATURA INTERNA [°C]	20
TEMPERATURA ESTERNA [°C]	-2
UMIDITÀ RELATIVA DELL'ARIA INTERNA [-]	50 %
UMIDITÀ RELATIVA DELL'ARIA ESTERNA [-]	90 %
COEFFICIENTE SCAMBIO TERMICO SUPERFICIE INTERNA CON FLUSSO ORIZZONTALE [W/m²K]	7,69
COEFFICIENTE SCAMBIO TERMICO SUPERFICIE ESTERNA CON FLUSSO ORIZZONTALE [W/m²K]	25,00

Una volta determinate le condizioni al contorno si è quindi passati alla determinazione della trasmittanza termica. La trasmittanza termica di un componente opaco è la rappresentazione del flusso termico che attraversa in condizioni stazionarie una superficie di area unitaria per differenza di temperatura unitaria tra ambiente interno ed ambiente esterno. La sua formulazione è calcolo vengono definiti dalla UNI EN ISO 6946 come segue:

$$U = \frac{1}{\frac{1}{h_i} + \sum_{j=1}^{n} \frac{s_j}{\lambda_j} + \sum_{k=1}^{m} R_k + \frac{1}{h_e}}$$

Dove:

- U è la trasmittanza termica di un componente opaco definita dalla UNI EN ISO 6946;
- h_i è il coefficiente scambio termico liminare interno definito dalla UNI EN ISO 6946;
- s_j è lo spessore del j-esimo strato del componente opaco;
- λ_j è la conducibilità termica del j-esimo strato del componente opaco definita mediante la UNI EN ISO 10456 e la UNI 10351;
- R_k è la resistenza termica degli strati non omogenei come le intercapedini d'aria definita dalla UNI EN ISO 6946. Per i casi in questione viene ottenuta mediante valore tabellare data la presenza di aperture inferiori a 500 mm^2 generanti quindi strati d'aria non ventilati;
- h_e è il coefficiente scambio termico liminare esterno definito dalla UNI EN ISO 6946;

Definita la trasmittanza termica si è passati alla verifica delle condensazioni secondo le indicazioni della UNI EN ISO 13788. La prima verifica effettuata è stata quella della condensazione superficiale. Questa verifica viene effettuata per evitare l'insorgenza di fenomeni di condensazione del vapore acqueo sulle pareti. Per garantire l'assenza del fenomeno bisognerà quindi mantenere, in funzione dell'umidità relativa dell'ambiente, la temperatura della parete interna superiore alla temperatura di rugiada.

$$T_{pi} > T_r$$

Dove:

- T_{pi} è la temperatura di parete interna definita mediante:

$$T_{pi} = T_i - U * (T_i - T_e) * \frac{1}{h_i}$$

  Dove:

  - T_i è la temperatura dell'ambiente interno posta a 20°C;
  - T_e è la temperatura esterna del mese più freddo posta a -2°C;
  - U è la trasmittanza termica di un componente opaco definita dalla UNI EN ISO 6946;
  - h_i è il coefficiente scambio termico liminare interno definito dalla UNI EN ISO 6946;
- T_r è la temperatura di rugiada dell'aria interna per la pressione atmosferica e l'umidità relativa φ_i posta al 50% ottenuta dalla lettura del diagramma di Mollier;

Terminata la fase di verifica della condensazione superficiale si è quindi passati a determinare la verifica per la condensazione interstiziale secondo le indicazioni della UNI EN ISO 13788. Questa verifica viene effettuata per evitare l'insorgenza di fenomeni di condensazione del vapore acqueo all'interno della parete o comunque limitarli in maniera minima tale da non danneggiare i materiali impiegati e garantire l'evaporazione nel periodo caldo. Per far ciò si vengono effettuate le determinazioni del profilo di pressione di vapore di pressione e del profilo di pressione di vapore di saturazione e se ne verifica lo scostamento. Si definisce quindi inizialmente il profilo di pressione di vapore.

$$P_{vi} = P_{vsi} * \varphi_i$$

$$P_{vk} = P_{vi} - M * (P_{vi} - P_{ve}) * \sum_{j=1}^{k} R_{vj}$$

$$P_{ve} = P_{vse} * \varphi_e$$

Dove:

- P_{vi} è la pressione di vapore sulla superficie interna;
- P_{vsi} è la pressione di vapore di saturazione dell'ambiente interno e funzione della $T_{si;}$
- φ_i è l'umidità relativa dell'aria interna pari al 50%;
- P_{vk} è la pressione di vapore dello strato k-esimo:
- M è la permeanza della parete definita come:

$$M = \frac{1}{\frac{1}{\beta_i} + \sum_{j=1}^{n} \frac{s_j}{6_j} + \frac{1}{\beta_e}}$$

  Dove:

  - β_i è il coefficiente di adduzione superficiale del vapore interno posto ∞;
  - s_j è lo spessore del j-esimo strato del componente opaco;
  - σ_j è la permeabilità al vapore acqueo del j-esimo strato del componente opaco definita mediante la UNI EN ISO 10456 e la UNI 10351;
  - β_e è il coefficiente di adduzione superficiale del vapore esterno posto ∞;
- R_{vj} è la resistenza alla diffusione del vapore acqueo della parete;
- P_{ve} è la pressione di vapore sulla superficie esterna;
- P_{vse} è la pressione di vapore di saturazione dell'ambiente esterno e funzione della $T_{se;}$
- φ_e è l'umidità relativa dell'aria esterna pari al 90%;

Definito il profilo di pressione di vapore si è quindi definito il profilo di pressione di vapore di saturazione.

$$P_{vs,j} = f(T_j)$$

Dove:

- P_{vsi} è la pressione di vapore di saturazione dello stato j-esimo;
- T_j è la temperatura dello strato j-esimo definita come:

$$T_k = T_i - U * (T_i - T_e) * \left(\frac{1}{h_i} + \sum_{j=1}^{k} R_j \right)$$

  Dove:

  - T_i è la temperatura dell'ambiente interno posta a 20°C;
  - T_e è la temperatura esterna del mese più freddo posta a -2°C;
  - U è la trasmittanza termica di un componente opaco definita dalla UNI EN ISO 6946;
  - h_i è il coefficiente scambio termico liminare interno definito dalla UNI EN ISO 6946;
  - R_j è la resistenza termica dello strato j-esimo;

Definiti quindi i coefficienti necessari al calcolo della trasmittanza e delle verifiche di condensazione si è quindi passati al calcolo vero e proprio. Data la mancanza di informazioni stratigrafiche sugli edifici del contesto si sono effettuate indagini storiografiche sulle tecniche costruttive riferite ai periodi di realizzazione degli edifici. In questo modo si è potuta identificare una stratigrafia modello da comparare con le soluzioni proposte. Poiché gli edifici del contesto sono databili tra il 1950 e il 1970 indicativamente, la stratigrafia identificata risulta quindi essere quella indicata nella tabella successiva.

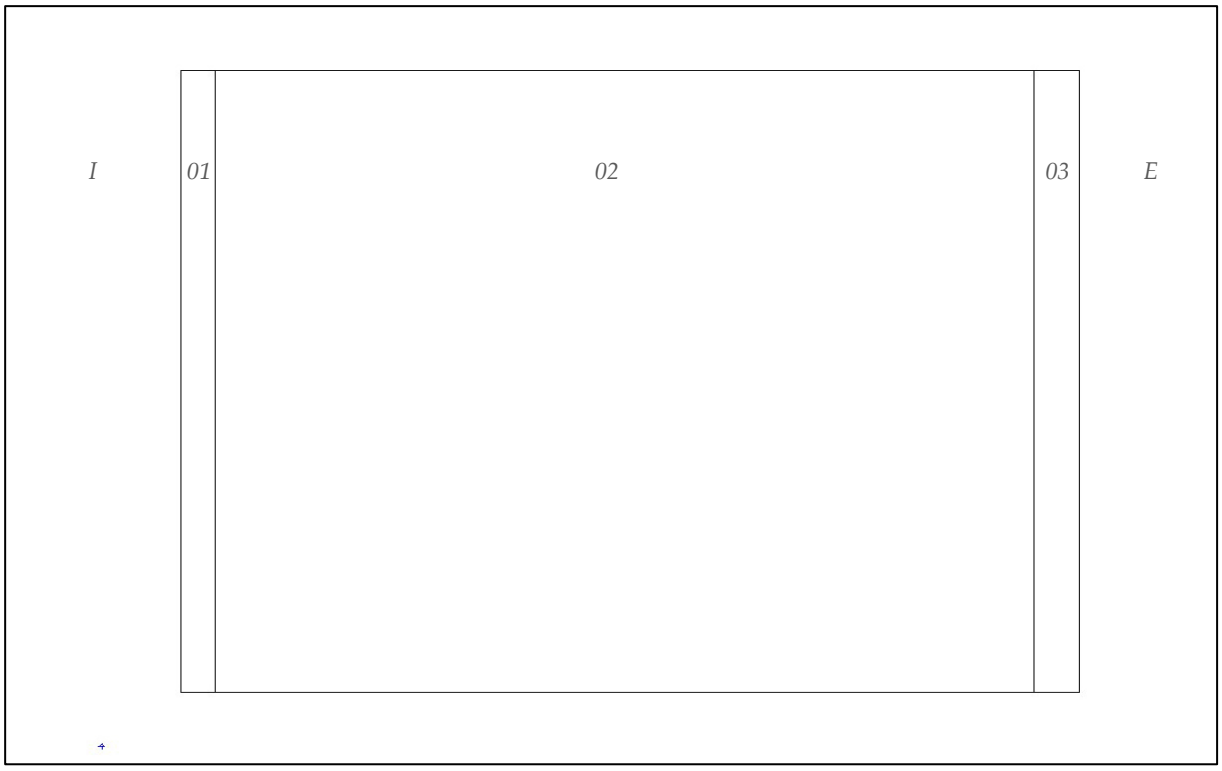

FIGURA 140 - SCHEMATIZZAZIONE PARETE PRE-INTERVENTO

CALCOLO TRASMITTANZA PER LA STRATIGRAFIA MURO PRE-INTERVENTO				
Numero	Strato (Dall'interno verso l'esterno)	s [m]	λ [W/(mK)]	R [m²/WK]
01	Intonaco	0,015	0,90	0,02
02	Laterizio	0,365	0,36	1,01
03	Intonaco	0,020	0,90	0,02
TRAMITTANZA		U [W/m²K]		0,82

Per quanto la verifica della condensazione superficiale non si evidenziano criticità nella parete pre-intervento.

VERIFICA CONDENSA SUPERFICIALE PRE-INTERVENTO	
U [W/m²K]	0,82
h_i [W/m²K]	7,69
T_i [°C]	20
T_e [°C]	-2
φ_i [-]	50%
φ_e [-]	90%
T_{pi} [°C]	17,65
T_r [°C]	9,30

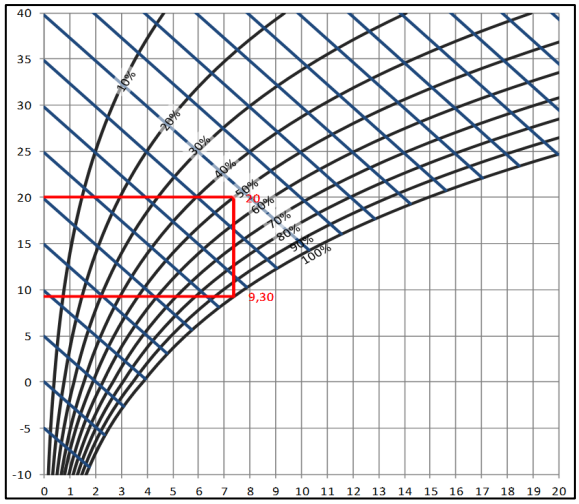

FIGURA 141 - DIAGRAMMA DI MOLLIER

La condizione limite T_{pi} superiore alla T_r viene verificata garantendo l'assenza di fenomeni di condensazione superficiale.

Una volta eseguita la verifica per la condensazione superficiale si è quindi passati alla determinazione della verifica alla condensazione interstiziale definendo il profilo di temperatura, il profilo di pressione di vapore e il profilo di pressione di vapore di saturazione per verificarne lo scostamento.

CALCOLO PERMEANZA PER LA STRATIGRAFIA MURO PRE-INTERVENTO			
Numero	Strato (Dall'interno verso l'esterno)	s [m]	ϭ [kg/m²sPa]
01	Intonaco	0,015	$0,67*10^{12}$
02	Laterizio	0,365	$26,1*10^{12}$
03	Intonaco	0,020	$0,67*10^{12}$
PERMEANZA		M [kg/m²sPa]	$2,28*10^{13}$

VERIFICA CONDENSA INTERSTIZIALE PRE-INTERVENTO			
Punto	Profilo di temperatura [°C]	Profilo di pressione di vapore [Pa]	Profilo di pressione di vapore di saturazione [Pa]
01	17,66	1005,00	2010,00
02	17,26	660,16	1959,00
03	-0,98	498,60	568,00
04	-1,28	498,60	554,00

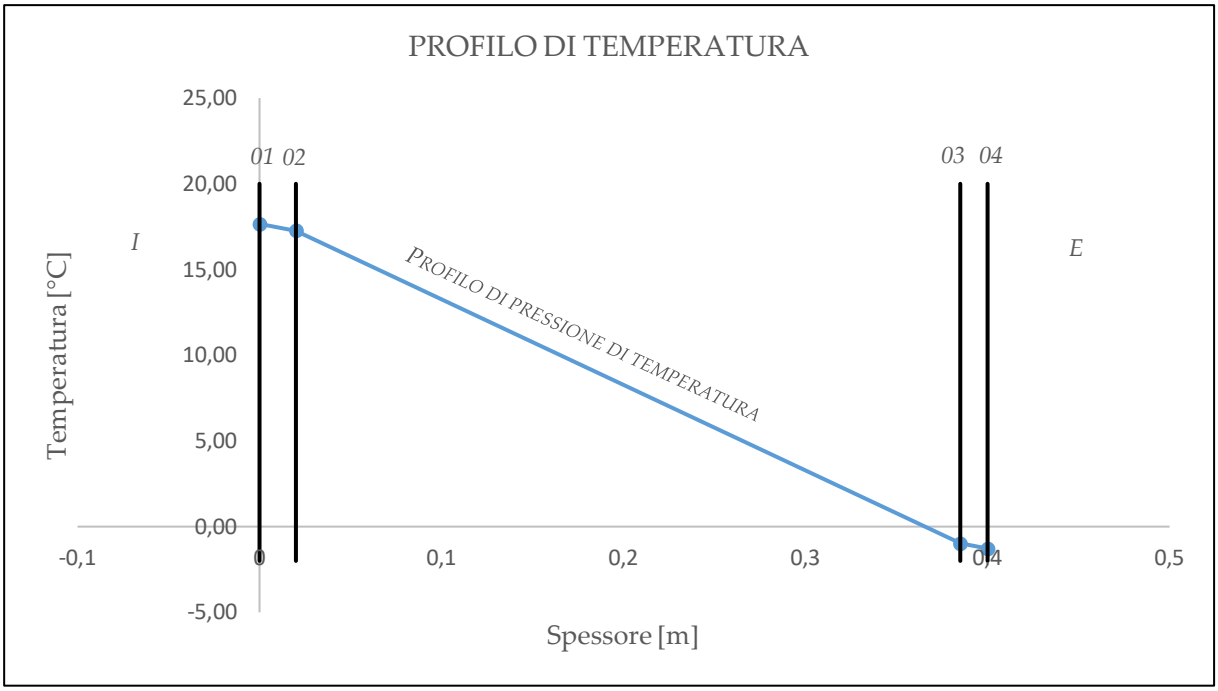

FIGURA 142 - PROFILO DI TEMPERATURA NELLA PARETE PRE-INTERVENTO

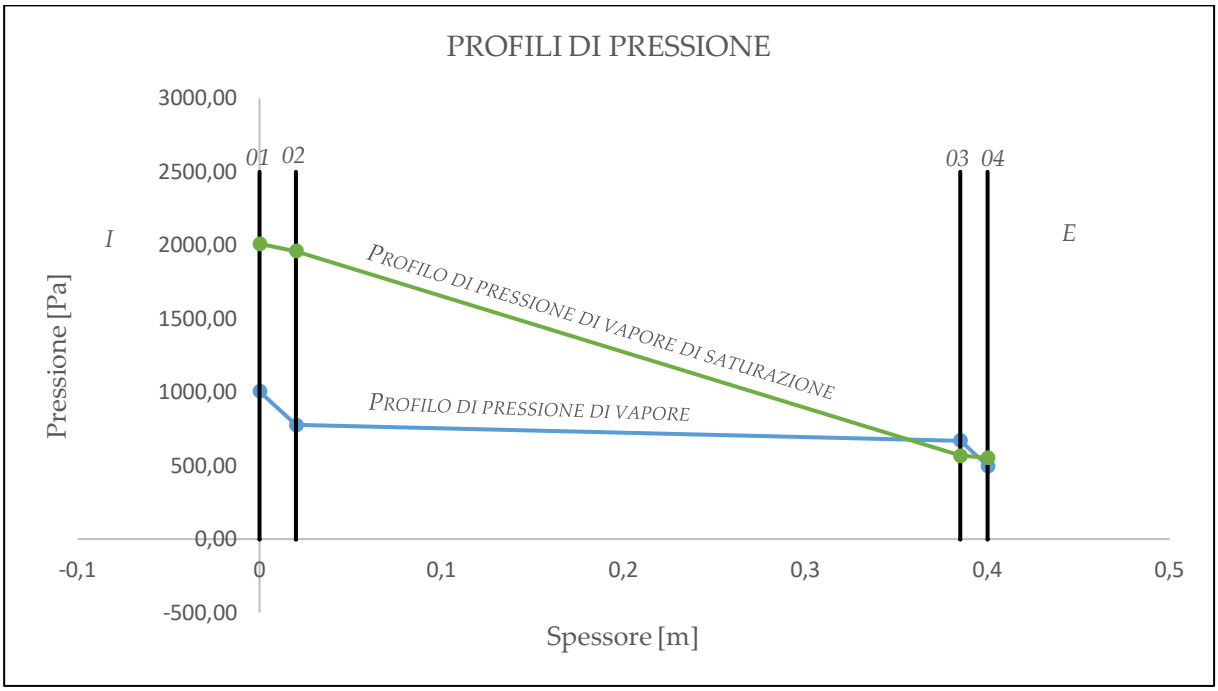

FIGURA 143 - ANDAMENTO DEI PROFILI DI PRESSIONE DI VAPORE E DI PRESSIONE DI SATURAZIONE PER LA VERIFICA DI FENOMENI DI CONDENSAZIONE INTERSTIZIALE NELLA PARETE PRE-INTERVENTO

Da cui si evince come sia presente una problematica di condensazione interstiziale nella muratura pre-interventi.

Mentre per quanto riguarda la parete post-intervento è stata schematizzata la stratigrafia indicata nella tabella successiva.

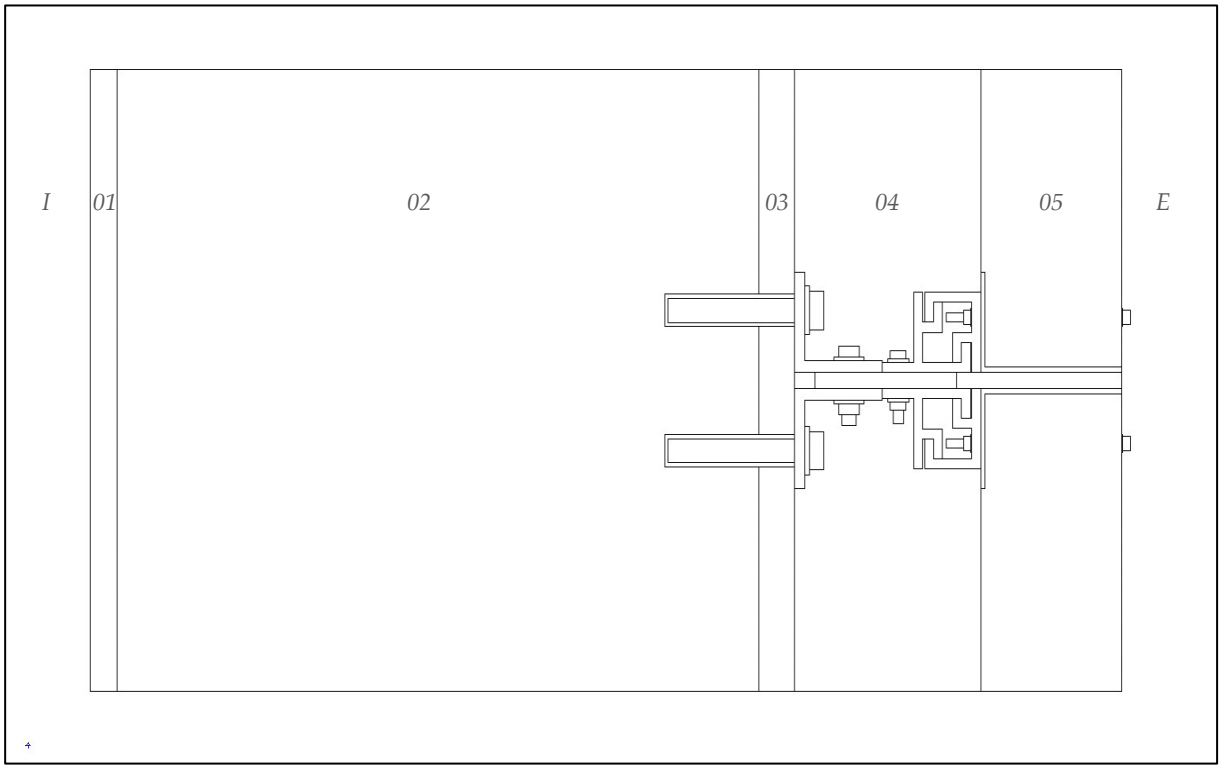

FIGURA 144 - SCHEMATIZZAZIONE PARETE POST-INTERVENTO

CALCOLO TRASMITTANZA PER LA STRATIGRAFIA MURO POST-INTERVENTO				
Numero	Strato (Dall'interno verso l'esterno)	s [m]	λ [W/(mK)]	R [m²/WK]
01	Intonaco	0,015	0,90	0,02
02	Laterizio	0,365	0,36	1,01
03	Intonaco	0,020	0,90	0,02
04	Intercapedine d'aria non ventilata	0,100	-	0,18
05	Bambù	0,080	0,64	0,13
TRAMITTANZA		U [W/m²K]		0,65

Per quanto la verifica della condensazione superficiale non si evidenziano criticità nella parete pre-intervento.

VERIFICA CONDENSA SUPERFICIALE PRE-INTERVENTO	
U [W/m²K]	0,65
h_i [W/m²K]	7,69
T_i [°C]	20
T_e [°C]	-2
φ_i [-]	50%
φ_e [-]	90%
T_{pi} [°C]	18,14
T_r [°C]	9,30

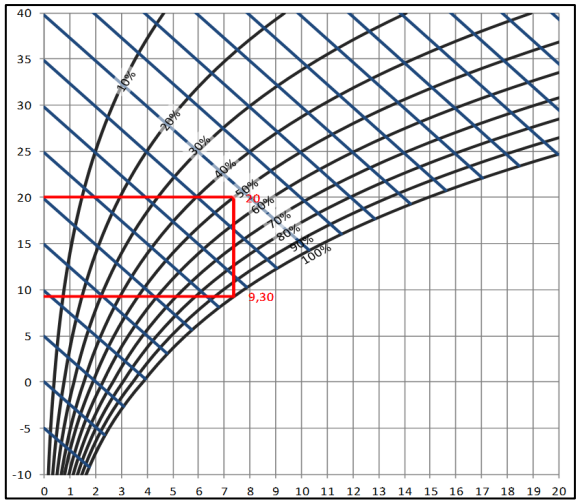

FIGURA 145 - DIAGRAMMA DI MOLLIER

La condizione limite T_{pi} superiore alla T_r viene verificata garantendo l'assenza di fenomeni di condensazione superficiale.

Una volta eseguita la verifica per la condensazione superficiale si è quindi passati alla determinazione della verifica alla condensazione interstiziale definendo il profilo di temperatura, il profilo di pressione di vapore e il profilo di pressione di vapore di saturazione per verificarne lo scostamento.

CALCOLO PERMEANZA PER LA STRATIGRAFIA MURO POST-INTERVENTO			
Numero	Strato (Dall'interno verso l'esterno)	s [m]	ϭ [kg/m²sPa]
01	Intonaco	0,015	$0,67*10^{12}$
02	Laterizio	0,365	$26,1*10^{12}$
03	Intonaco	0,020	$0,67*10^{12}$
04	Intercapedine d'aria non ventilata	0,100	$193*10^{12}$
05	Bambù	0,080	$25,1*10^{12}$
PERMEANZA		M [kg/m²sPa]	$1,43*10^{13}$

VERIFICA CONDENSA INTERSTIZIALE POST-INTERVENTO			
Punto	Profilo di temperatura [°C]	Profilo di pressione di vapore [Pa]	Profilo di pressione di vapore di saturazione [Pa]
01	18,14	1037,00	2074,00
02	17,82	807,17	2035,00

03	3,32	699,50	773,00
04	3,09	527,13	757,00
05	0,51	523,14	634,00
06	-1,28	498,60	554,00

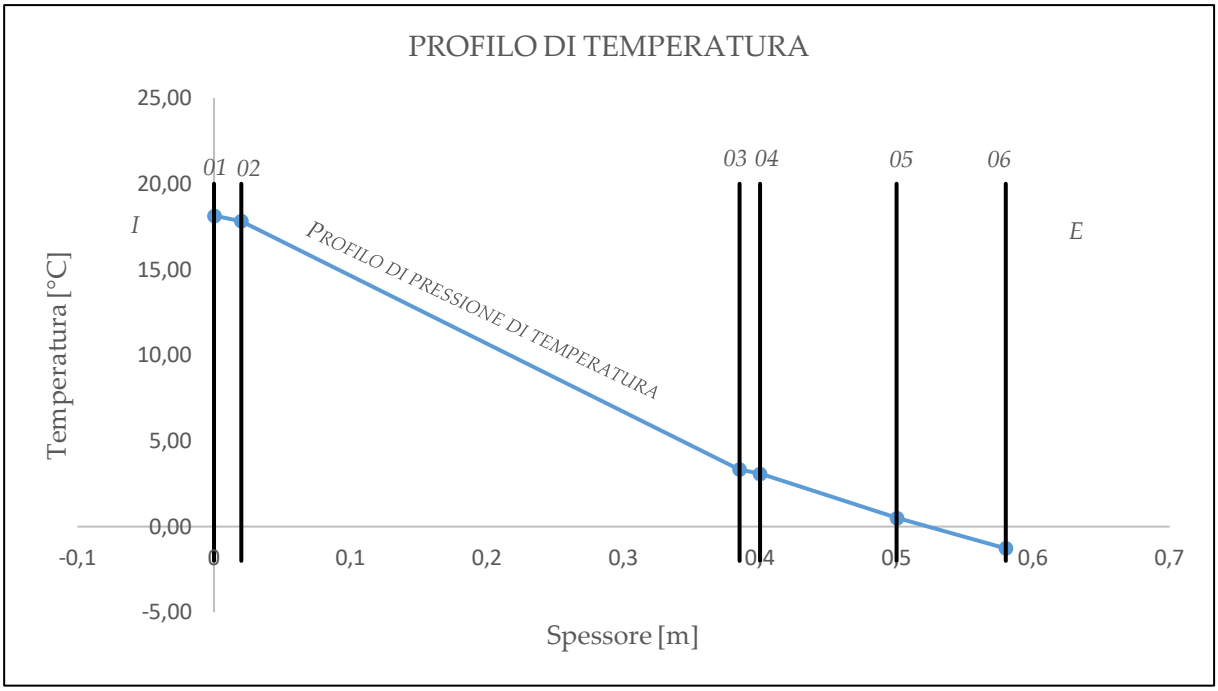

FIGURA 146 - PROFILO DI TEMPERATURA NELLA PARETE POST-INTERVENTO

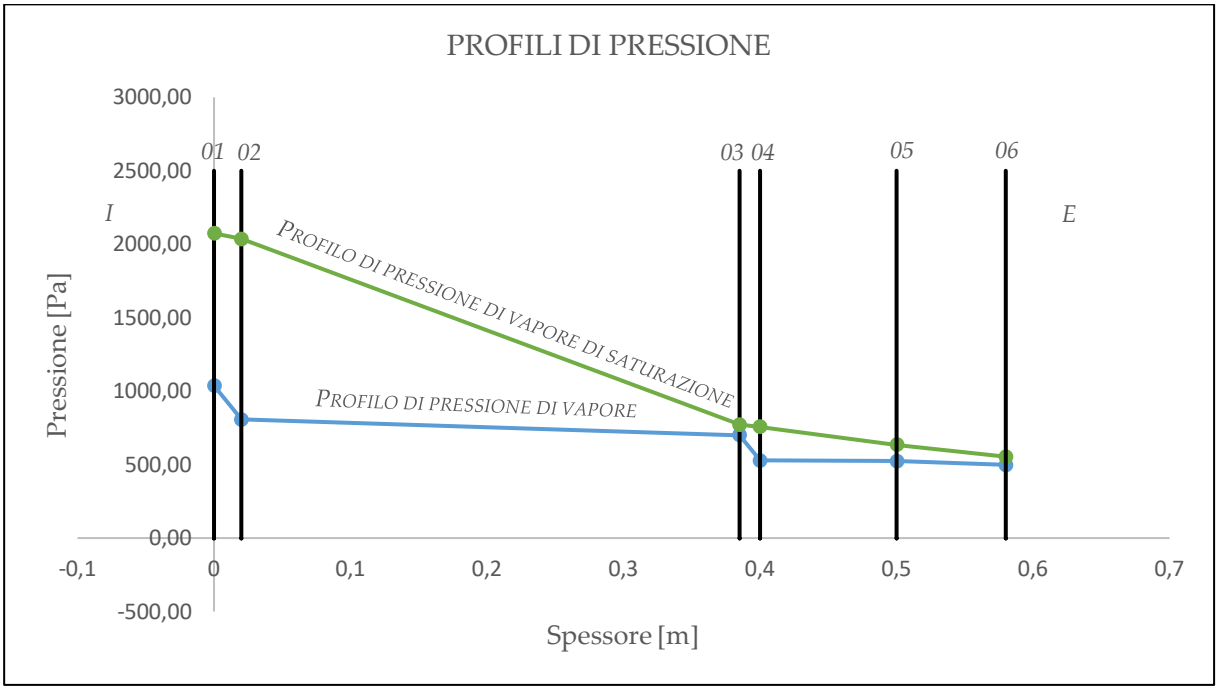

FIGURA 147 - ANDAMENTO DEI PROFILI DI PRESSIONE DI VAPORE E DI PRESSIONE DI SATURAZIONE PER LA VERIFICA DI FENOMENI DI CONDENSAZIONE INTERSTIZIALE NELLA PARETE POST-INTERVENTO

Da cui si evince come il profilo di pressione di vapore sia sempre inferiore al profilo di pressione di vapore di saturazione evitando quindi l'insorgenza di fenomeni di condensazione interstiziale.

Questa soluzione consente quindi una diminuzione della trasmittanza del 21% rispetto alla condizione originaria e permette la risoluzione del problema di condensazione interstiziale presente. La stratigrafia post-intervento inoltre mantiene inalterata la condizione di assenza di condensazione superficiale.

Vengono ora allegate le simulazioni che sono state svolte sulla condizione pre-intervento e post-intervento. Nell'ordine sono allegate le mesh costruite per la simulazione agli elementi finiti, le simulazioni dei vettori di flusso, delle temperature e della magnitudine del flusso.

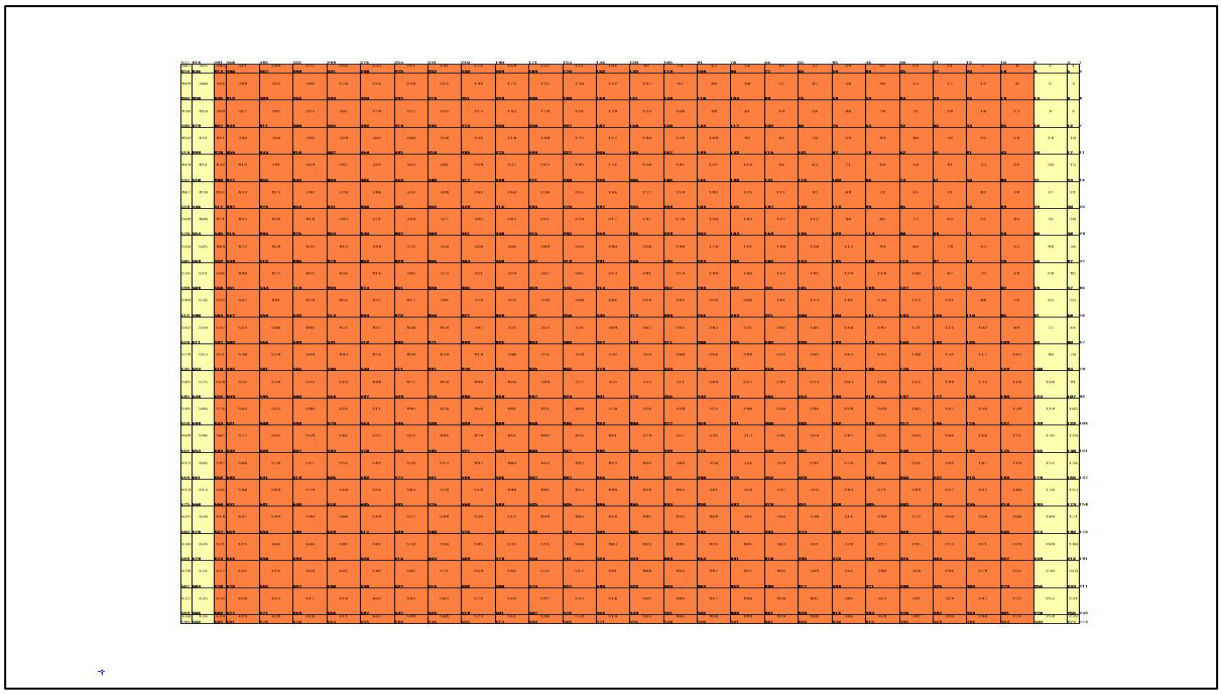

FIGURA 148 - MESH CREATA PER L'ANALISI FEM DELLA STRATIGRAFIA PRE-INTERVENTO

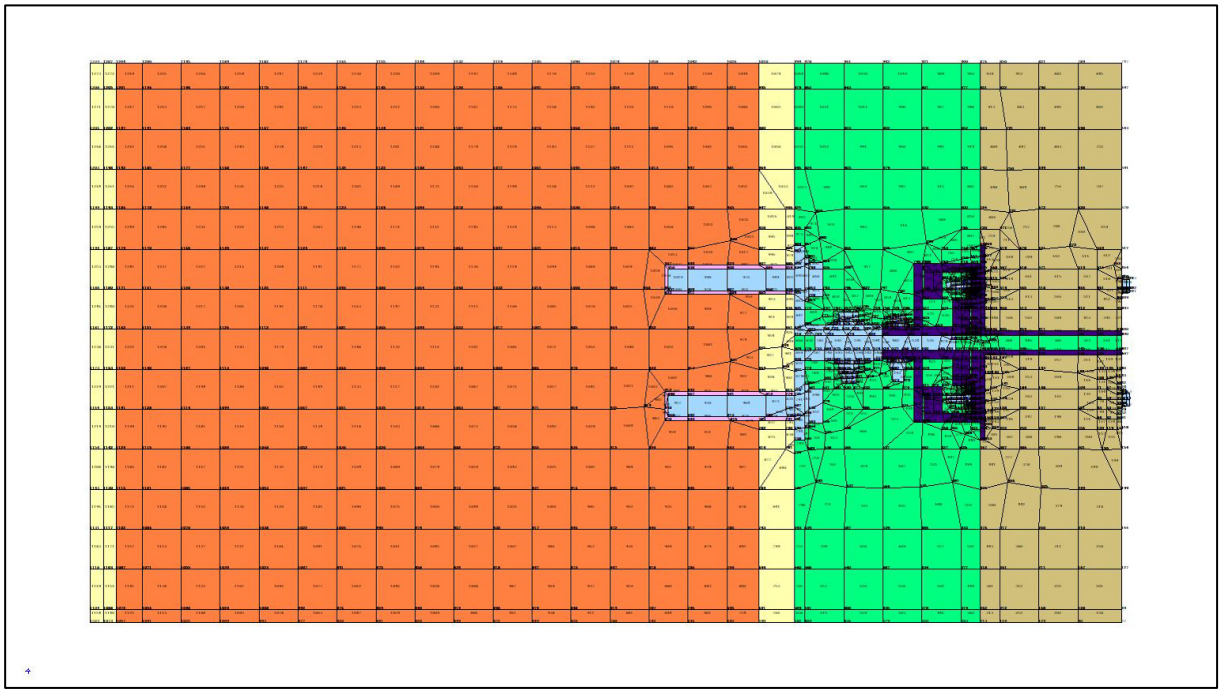

FIGURA 149 - MESH CREATA PER L'ANALISI FEM DELLA STRATIGRAFIA POST-INTERVENTO

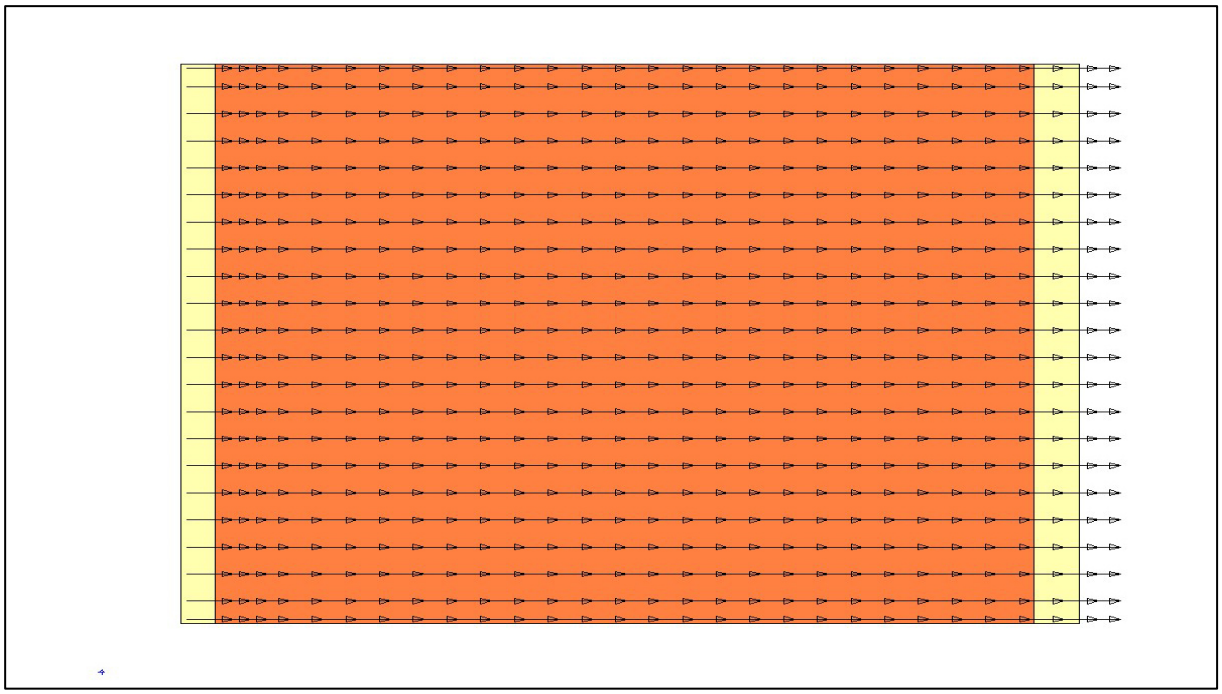

FIGURA 150 – VETTORI DI FLUSSO NELLA STRATIGRAFIA PRE-INTERVENTO

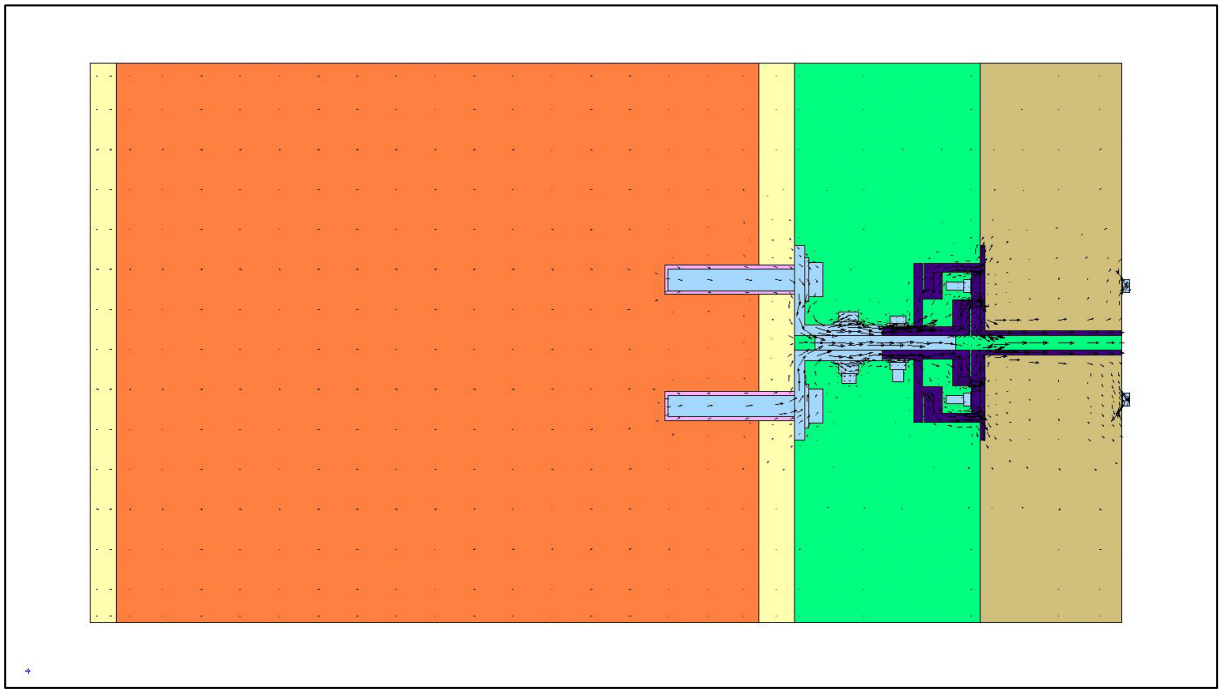

FIGURA 151 – VETTORI DI FLUSSO NELLA STRATIGRAFIA POST-INTERVENTO

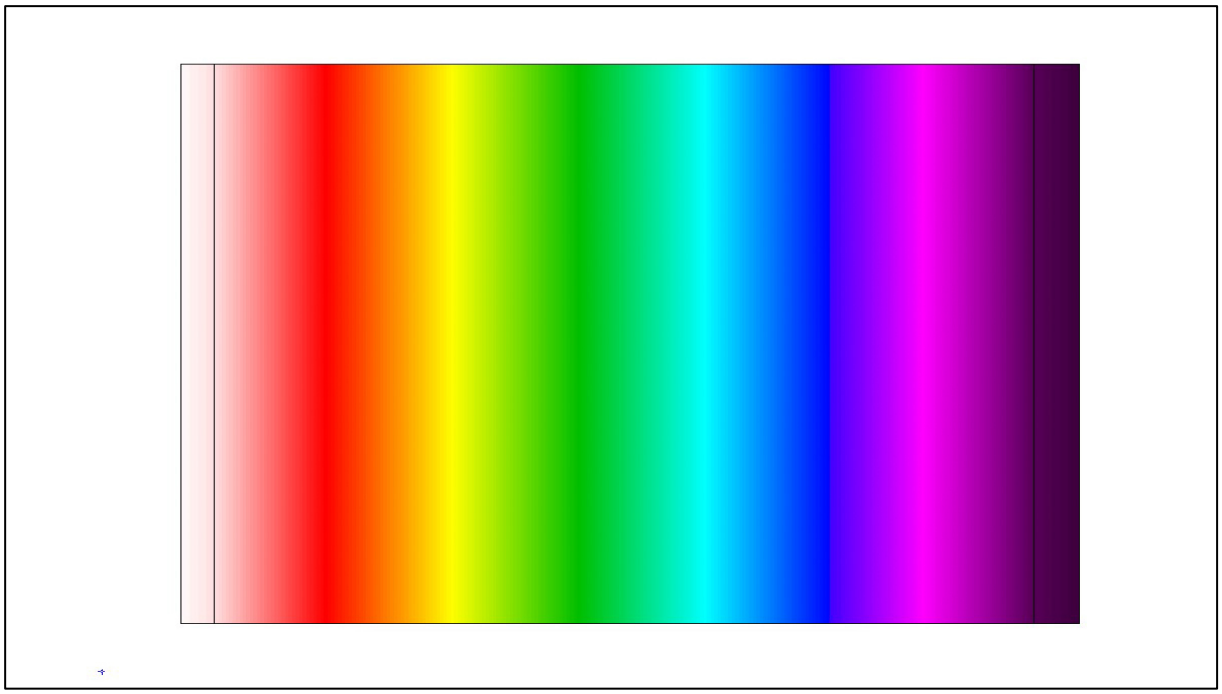

FIGURA 152 - SIMULAZIONE FEM DELLE TEMPERATURE NELLA PARETE PRE-INTERVENTO

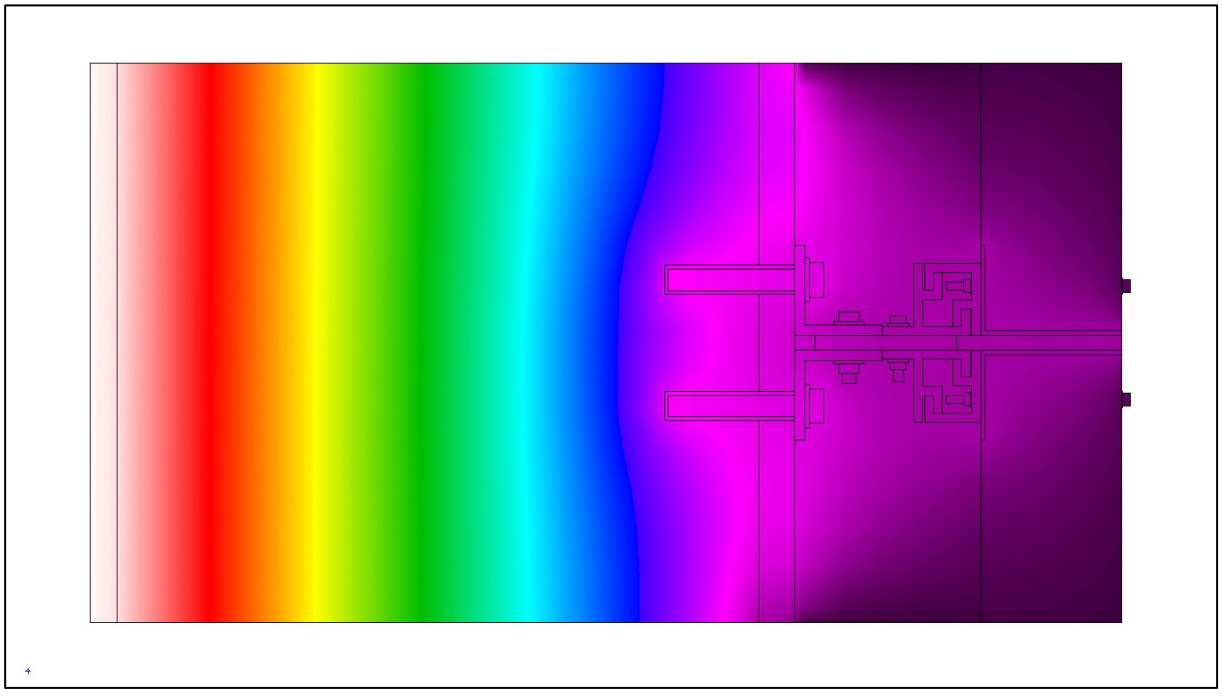

FIGURA 153 - SIMULAZIONE FEM DELLE TEMPERATURE NELLA PARETE POST-INTERVENTO

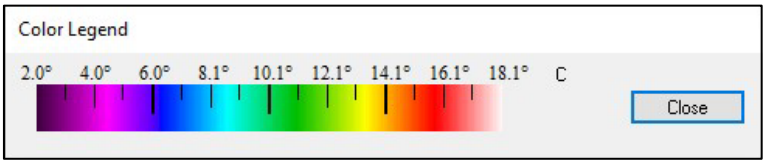

FIGURA 154 - LEGENDA DELLE TEMPERATURE

FIGURA 155 - MAGNITUDINE DEL FLUSSO NELLA PARETE PRE-INTERVENTO

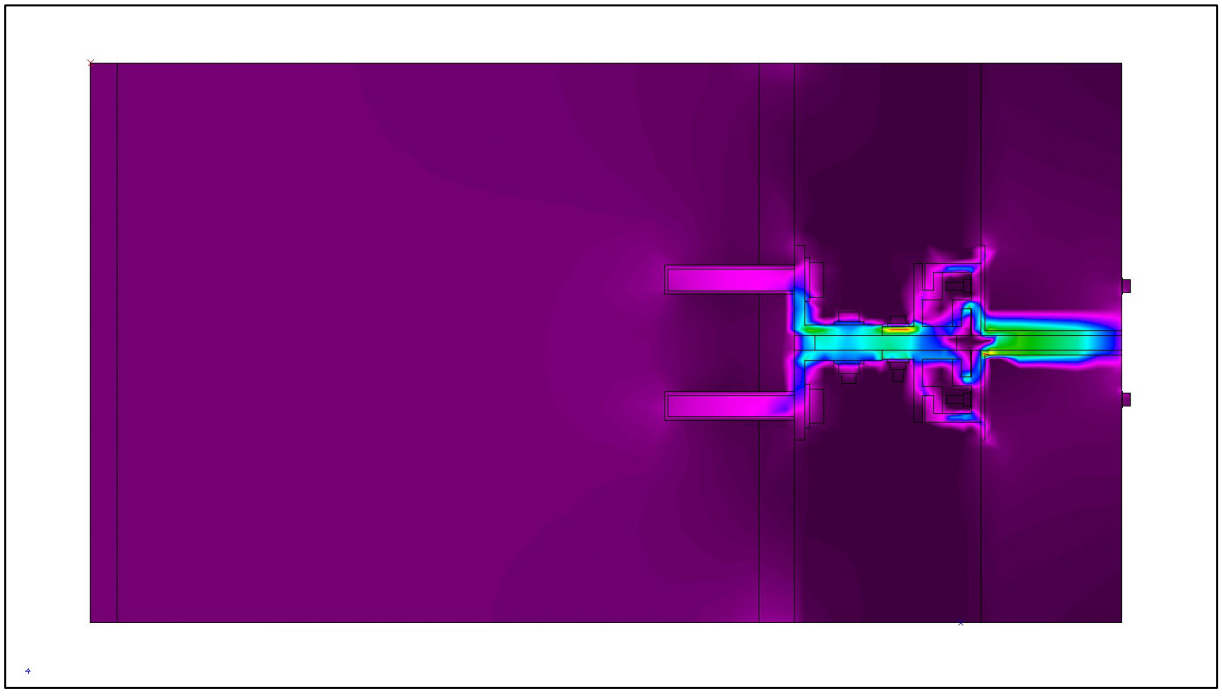

FIGURA 156 - MAGNITUDINE DEL FLUSSO NELLA PARETE POST-INTERVENTO

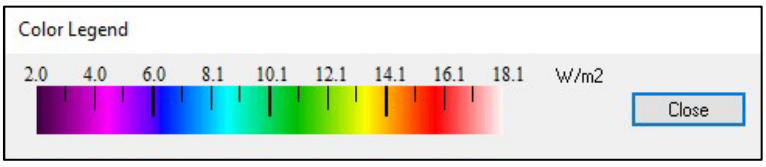

FIGURA 157 – LEGENDA DELLA MAGNITUDINE DEL FLUSSO

3.2.3. SIMULAZIONE GRAFICA DEL RISULTATO FINALE

Si sono infine realizzate delle rappresentazioni grafiche simulative del risultato finale da sottoporre alla valutazione del team cinese.

FIGURA 158 - SIMULAZIONE GRAFICA DEL RISULTATO FINALE

FIGURA 159 - SIMULAZIONE GRAFICA DEL RISULTATO FINALE

FIGURA 160 - SIMULAZIONE GRAFICA DEL RISULTATO FINALE

FIGURA 161 - SIMULAZIONE GRAFICA DEL RISULTATO FINALE

3.3. PROPOSTA DI RETROFIT CON FACCIATE CURVE IN BAMBÙ

3.3.1. SISTEMA COSTRUTTIVO DELLA SOLUZIONE INDIVIDUATA

Soddisfatti dalla prima idea, il team cinese ha richiesto una ulteriore proposta per donare agli edifici più grandi del contesto un effetto dinamico. L'idea sviluppata è stata quella di realizzare dei pannelli curvi prefabbricati con lo stesso sistema costruttivo precedentemente visto definendo quindi un sistema di facciata curva dalla una duplice valenza. La prima simbolica poiché si collega ai concetti culturali cinesi precedentemente visti dell'acqua e del movimento e la seconda funzionale, poiché con le curve si riesce ad accompagnare le geometrie degli edifici posteriori rendendoli più morbidi, eliminando gli spigoli e realizzando anche nuovi spazi nelle intercapedini create. Come detto in precedenza si è scelto di mantenere il materiale precedentemente individuato, ossia il bambù per i motivi precedenti ed inoltre per donare una continuità con il design precedentemente proposto per il contesto.

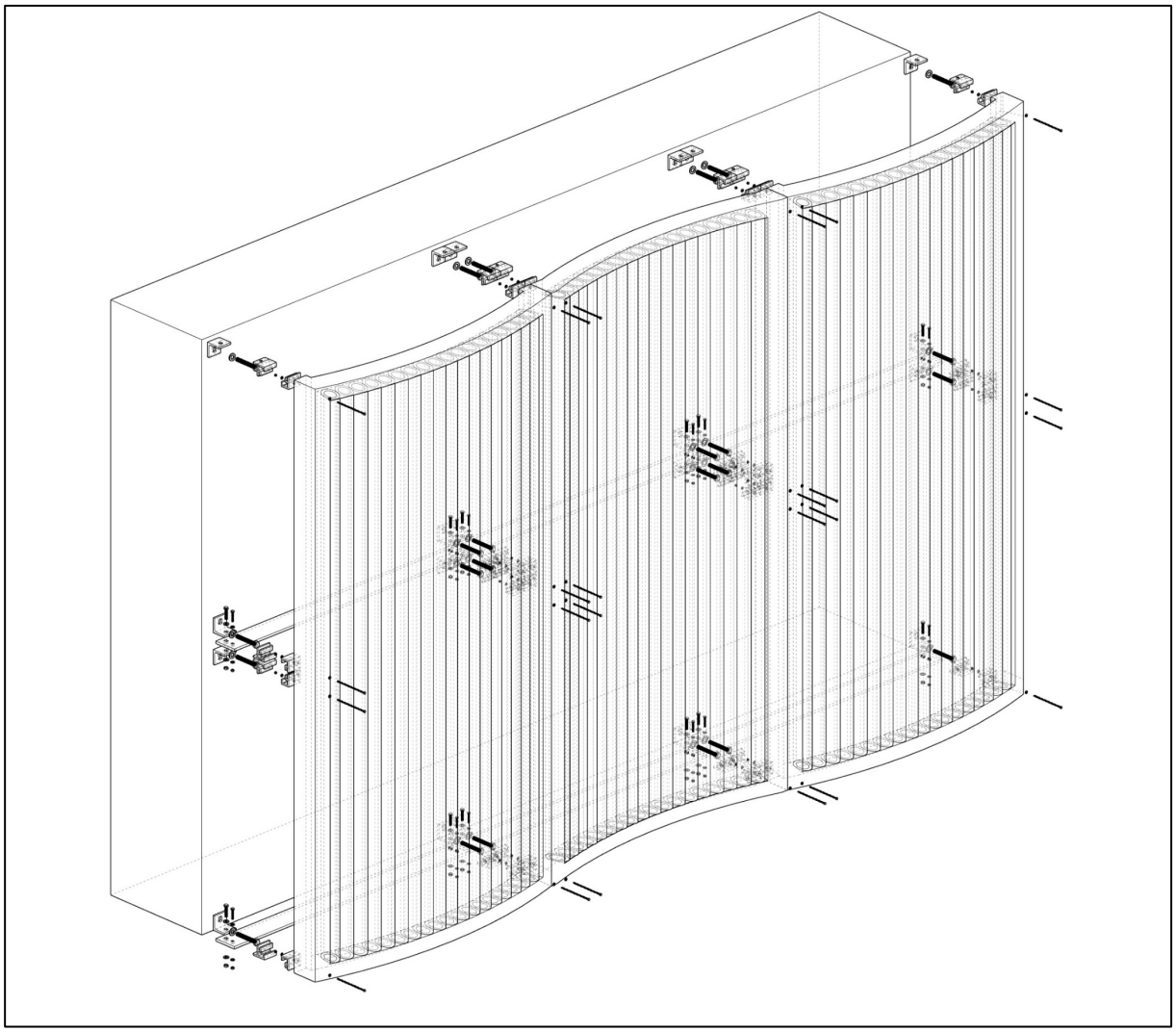

FIGURA 162 - ESPLOSO DELLA SOLUZIONE DI CON FACCIATE CURVE IN BAMBÙ

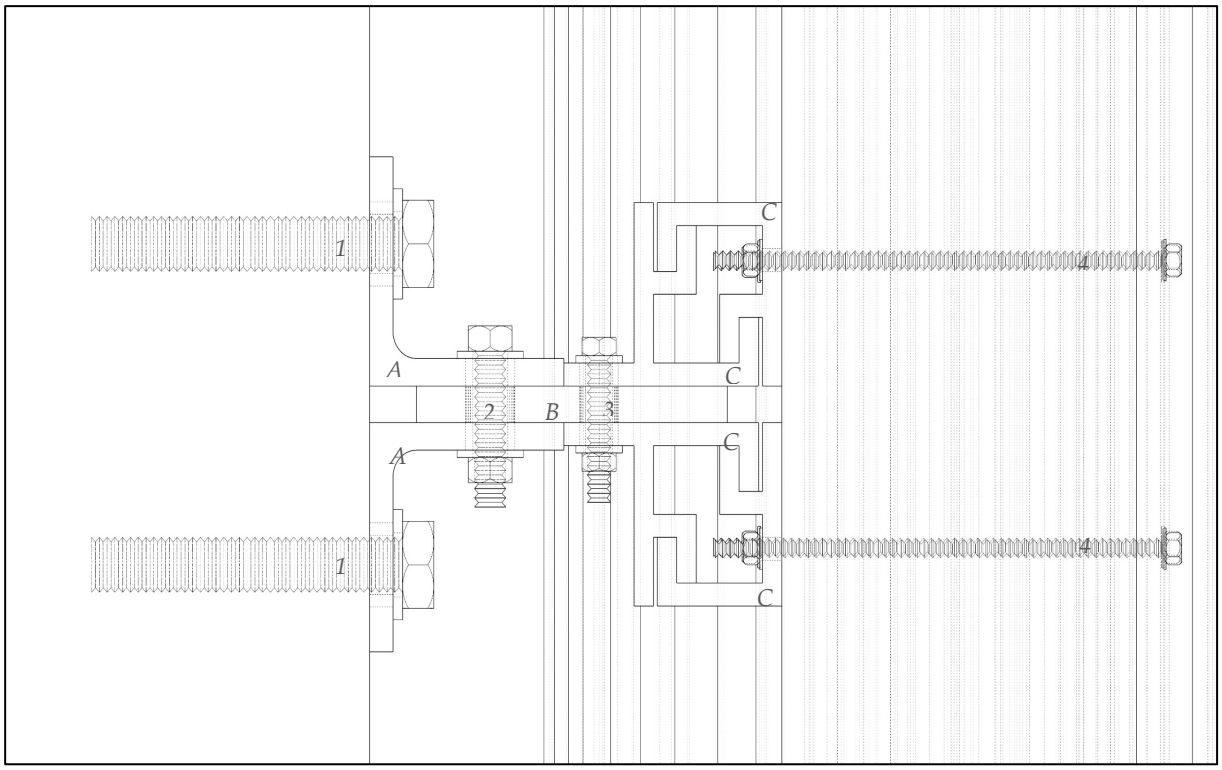

FIGURA 163 - SISTEMA DI ANCORAGGIO DELLA FACCIATA

Le componenti individuate nella immagine precedente sono nel dettaglio le seguenti:

1) Bullone a testa esagonale in acciaio inossidabile M20 - Lunghezza 80 secondo UNI EN ISO 4016:2011 con rondella in acciaio inossidabile per bulloni a testa esagonale UNI EN ISO 7089:2001;
2) Bullone a testa esagonale in acciaio inossidabile M12 - Lunghezza 40 secondo UNI EN ISO 4016:2011 con rondelle in acciaio inossidabile per bulloni a testa esagonale UNI EN ISO 7089:2001 e dado esagonale normale in acciaio inossidabile per bulloni M12 a testa esagonale secondo UNI EN ISO 4035:2013;
3) Bullone a testa esagonale in acciaio inossidabile M10 – Lunghezza 40 secondo UNI EN ISO 4016:2011 con rondelle in acciaio inossidabile per bulloni a testa esagonale UNI EN ISO 7089:2001 e dado esagonale normale in acciaio inossidabile per bulloni M10 a testa esagonale secondo UNI EN ISO 4035:2013;
4) Bullone a testa esagonale in acciaio inossidabile M8 – Lunghezza 120 secondo UNI EN ISO 4016:2011 con rondelle in acciaio inossidabile per bulloni con testa esagonale UNI EN ISO 7089:2001 e dado esagonale normale in acciaio inossidabile per bulloni M8 a testa esagonale secondo UNI EN ISO 4035:2013;

A) Profili angolari a lati uguali in acciaio inossidabile tipo 50x50x5 secondo UNI EN 10056;
B) Profilato piano in acciaio inossidabile tipo 80x8 secondo UNI EN 10163;

C) Profilato in alluminio con giunzione multipla ad incastro maschio-femmina;

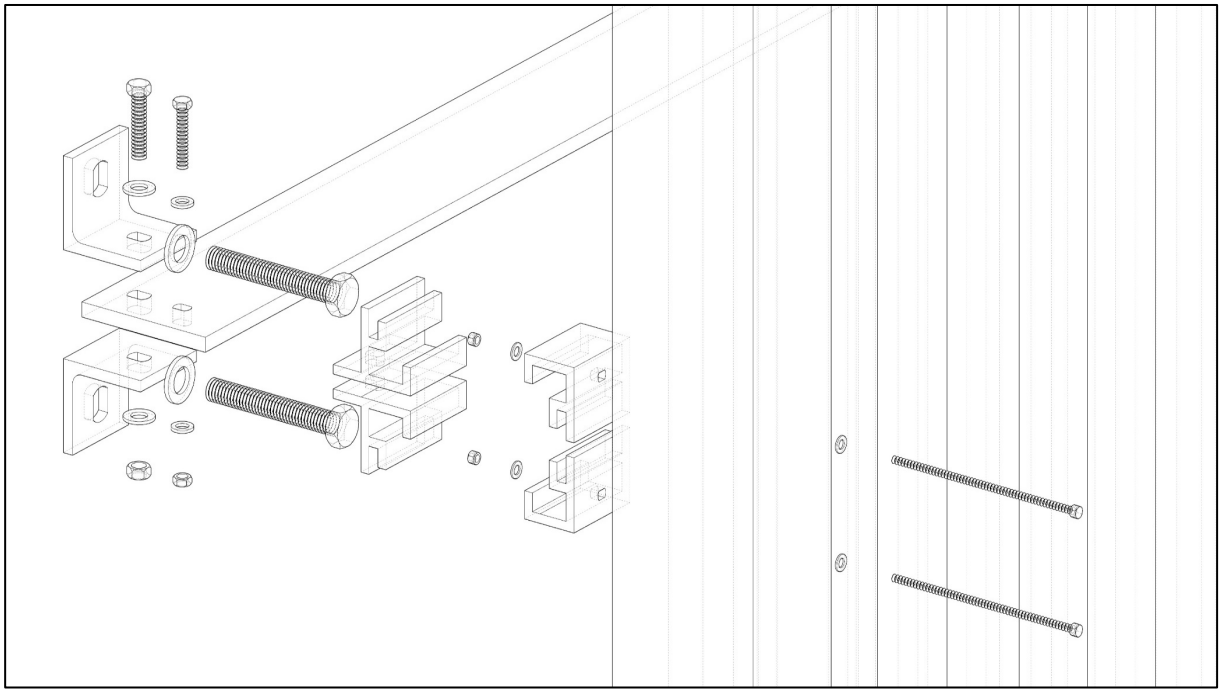

FIGURA 164 - VISTA ESPLOSA DELLA SOLUZIONE

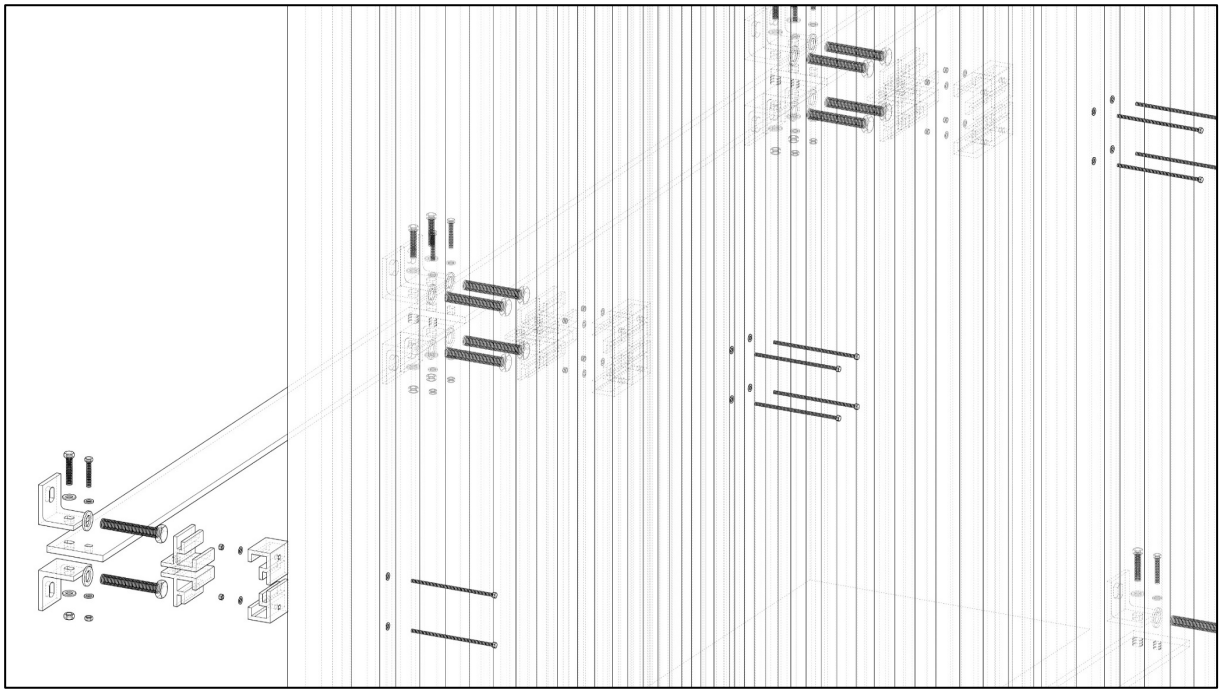

FIGURA 165 - VISTA ESPLOSA DELLA SOLUZIONE

3.3.2. COMPARAZIONE DELLA PRESTAZIONE ENERGETICA

La soluzione proposta, come in precedenza, è stata analizzata per determinare la presenza di un effettivo miglioramento termo-igrometrico. Le condizioni al contorno necessarie alle simulazioni e alle analisi successive sono state mantenute identiche rispetto a quanto definito in precedenza. È stata inoltre mantenuta anche la stratigrafia pre-intervento al fine di comparare il comportamento pre e post-intervento.

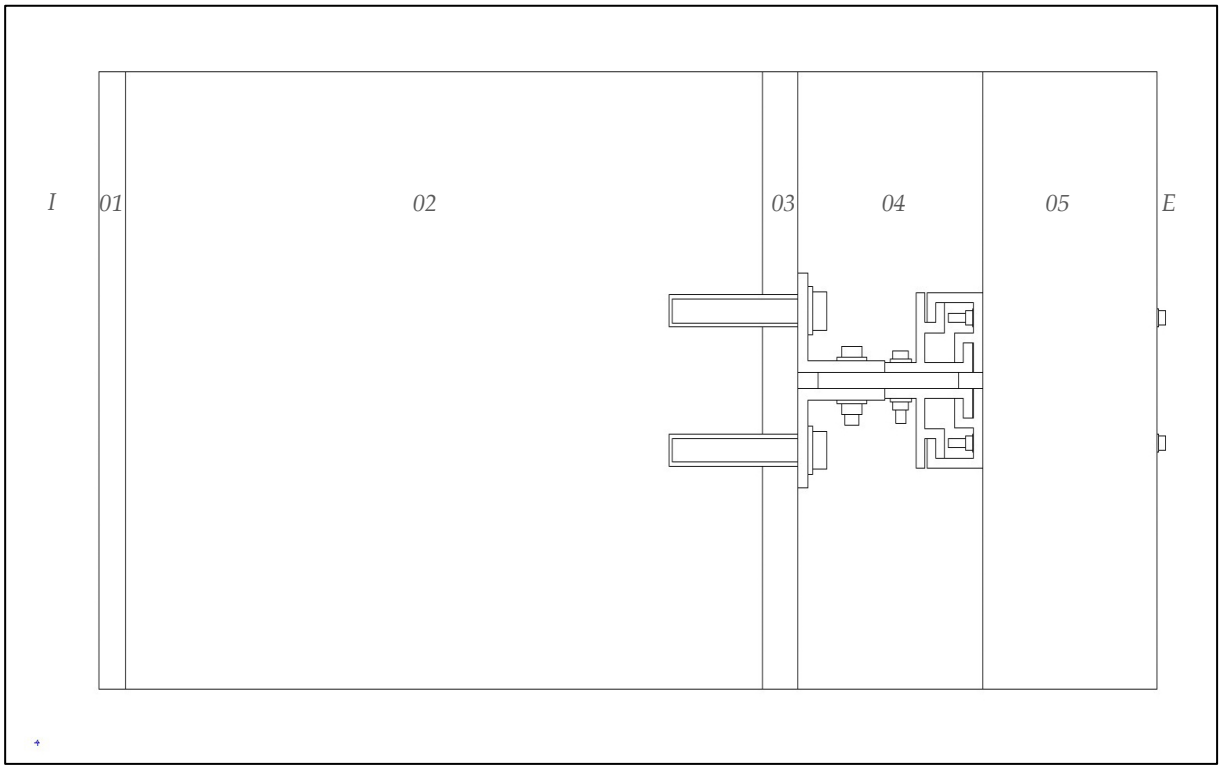

FIGURA 166 - SCHEMATIZZAZIONE PARETE POST-INTERVENTO

STRATIGRAFIA MURO POST-INTERVENTO				
Numero	Strato (Dall'interno verso l'esterno)	s [m]	λ [W/(mK)]	R [m²/WK]
01	Intonaco	0,015	0,90	0,02
02	Laterizio	0,365	0,36	1,01
03	Intonaco	0,020	0,90	0,02
04	Intercapedine d'aria non ventilata	*0,165	-	0,18
05	Bambù	0,080	0,64	0,13
TRAMITTANZA		U [w/m²K]		0,65

** PER QUANTO RIGUARDA L'INTERCAPEDINE D'ARIA NON VENTILATA LA DETERMINAZIONE DELLO SPESSORE SI È REALIZZATA MEDIANDO IL VALORE DEL PUNTO MINIMO E MASSIMO DELLA CURVATURA DELLA PARETE.*

Per quanto la verifica della condensazione superficiale non si evidenziano criticità nella parete pre-intervento.

VERIFICA CONDENSA SUPERFICIALE PRE-INTERVENTO	
U [W/m²K]	0,65
h_i [W/m²K]	7,69
T_i [°C]	20
T_e [°C]	-2
φ_i [-]	50%
φ_e [-]	90%
T_{pi} [°C]	18,14
T_r [°C]	9,30

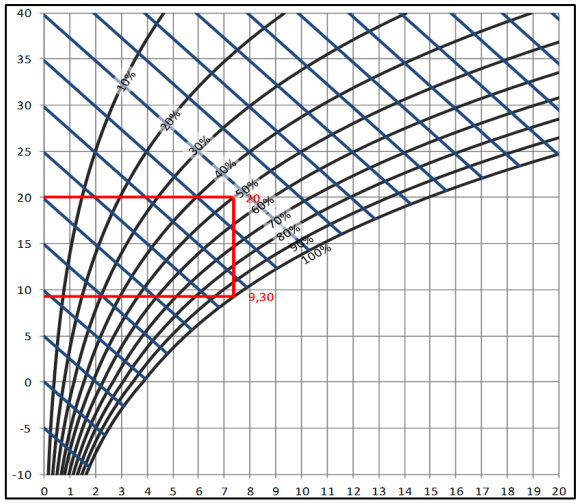

FIGURA 167 - DIAGRAMMA DI MOLLIER

La condizione limite T_{pi} superiore alla T_r viene verificata garantendo l'assenza di fenomeni di condensazione superficiale.

Una volta eseguita la verifica per la condensazione superficiale si è quindi passati alla determinazione della verifica alla condensazione interstiziale definendo il profilo di temperatura, il profilo di pressione di vapore e il profilo di pressione di vapore di saturazione per verificarne lo scostamento.

CALCOLO PERMEANZA PER LA STRATIGRAFIA MURO POST-INTERVENTO			
Numero	Strato (Dall'interno verso l'esterno)	s [m]	ϭ [kg/m²sPa]
01	Intonaco	0,015	0,67*10¹²
02	Laterizio	0,365	26,1*10¹²
03	Intonaco	0,020	0,67*10¹²
04	Intercapedine d'aria non ventilata	*0,165	193*10¹²
05	Bambù	0,080	25,1*10¹²
PERMEANZA		M [kg/m²sPa]	1,42*10¹³

** PER QUANTO RIGUARDA L'INTERCAPEDINE D'ARIA NON VENTILATA LA DETERMINAZIONE DELLO SPESSORE SI È REALIZZATA MEDIANDO IL VALORE DEL PUNTO MINIMO E MASSIMO DELLA CURVATURA DELLA PARETE.*

VERIFICA CONDENSA INTERSTIZIALE POST-INTERVENTO			
Punto	Profilo di temperatura [°C]	Profilo di pressione di vapore [Pa]	Profilo di pressione di vapore di saturazione [Pa]
01	18,14	1037,00	2074,00
02	17,82	808,27	2022,00
03	3,32	701,12	773,00
04	3,09	529,57	757,00
05	0,51	523,02	634,00
06	-1,28	498,60	554,00

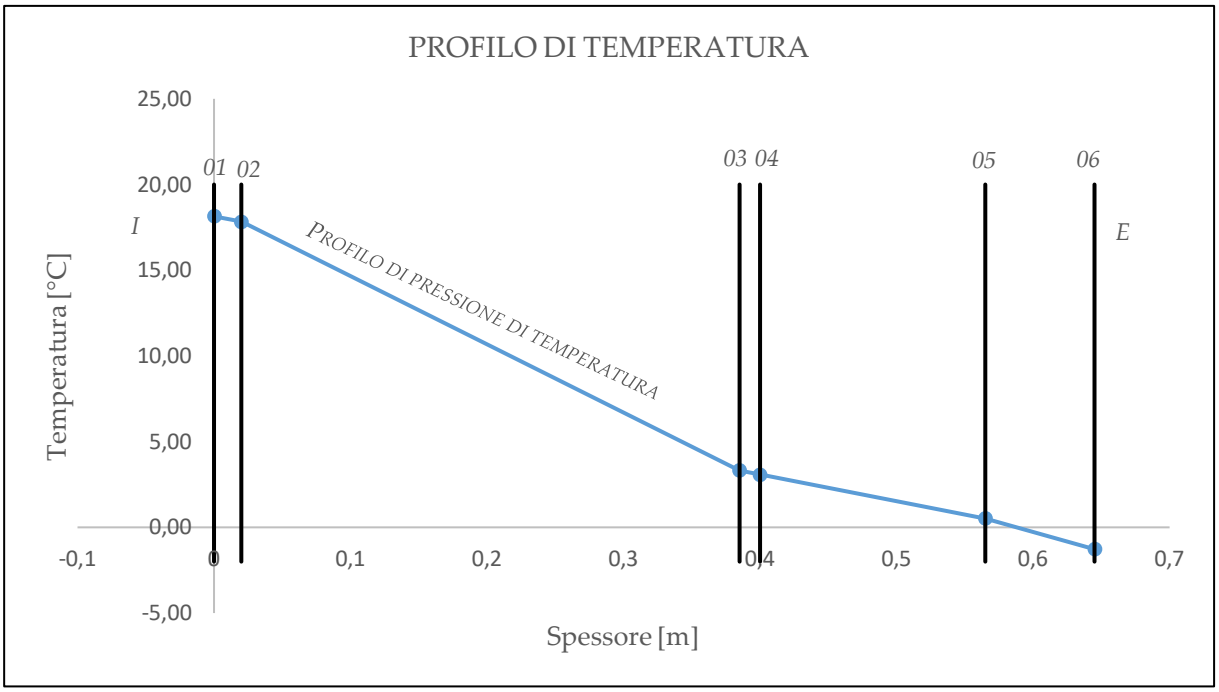

FIGURA 168 - PROFILO DI TEMPERATURA NELLA PARETE POST-INTERVENTO

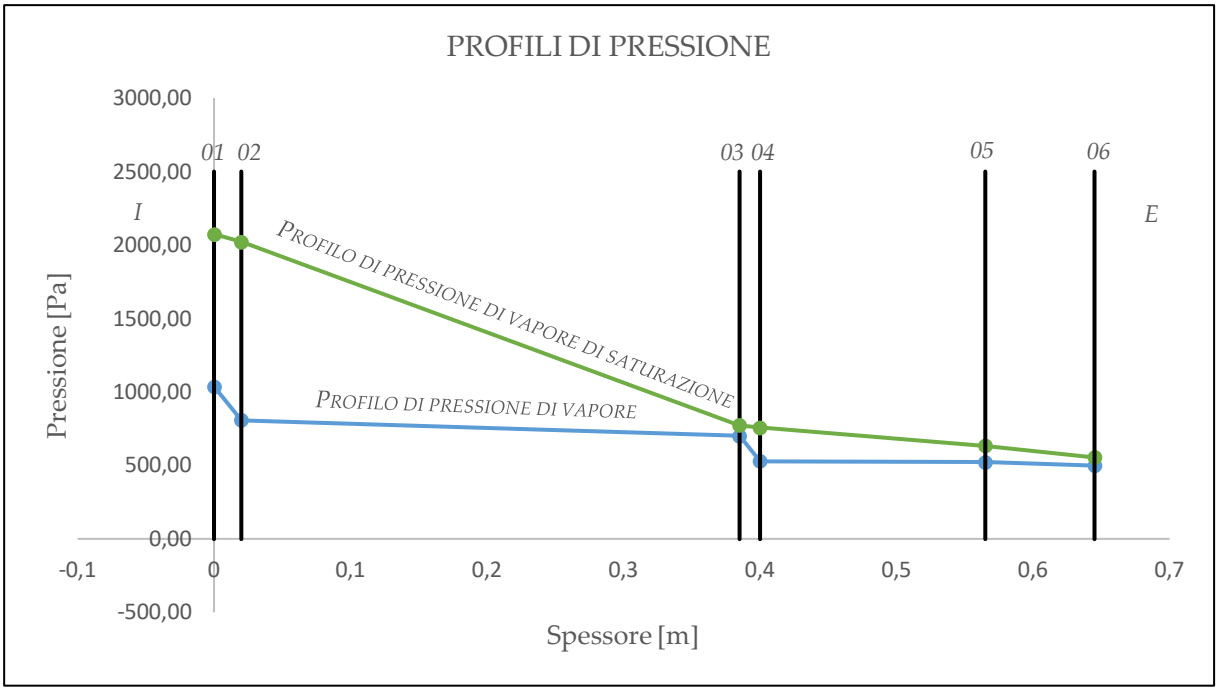

FIGURA 169 - ANDAMENTO DEI PROFILI DI PRESSIONE DI VAPORE E DI PRESSIONE DI SATURAZIONE PER LA VERIFICA DI FENOMENI DI CONDENSAZIONE INTERSTIZIALE NELLA PARETE POST-INTERVENTO

Da cui si evince come il profilo di pressione di vapore sia sempre inferiore al profilo di pressione di vapore di saturazione evitando quindi l'insorgenza di fenomeni di condensazione interstiziale.

Questa soluzione consente quindi una diminuzione della trasmittanza del 21% rispetto alla condizione originaria e permette la risoluzione del problema di condensazione interstiziale presente. La stratigrafia post-intervento inoltre mantiene inalterata la condizione di assenza di condensazione superficiale. Rispetto al caso precedente non si presentano differenze comportamentali dal punto di vista termoigrometrico.

Vengono ora allegate le simulazioni che sono state svolte sulla condizione pre-intervento e post-intervento. Nell'ordine sono allegate le mesh costruite per la simulazione agli elementi finiti, le simulazioni dei vettori di flusso, delle temperature e della magnitudine del flusso.

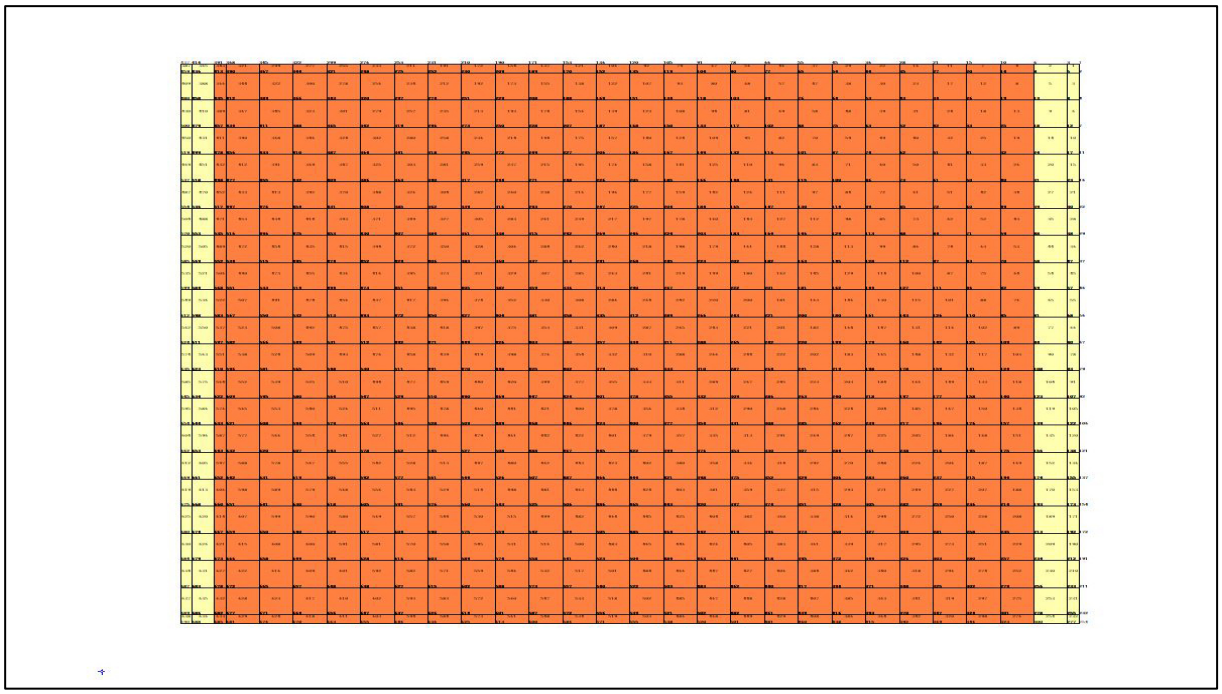

FIGURA 170 - MESH CREATA PER L'ANALISI FEM DELLA STRATIGRAFIA PRE-INTERVENTO

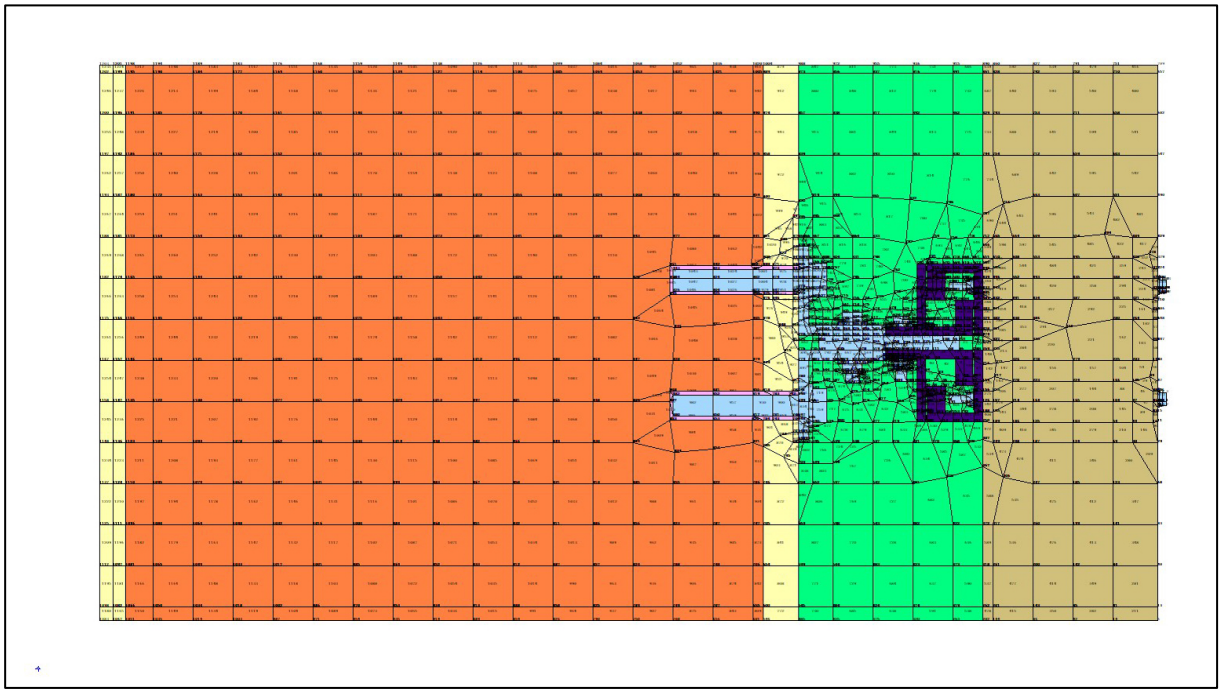

FIGURA 171 - MESH CREATA PER L'ANALISI FEM DELLA STRATIGRAFIA POST-INTERVENTO

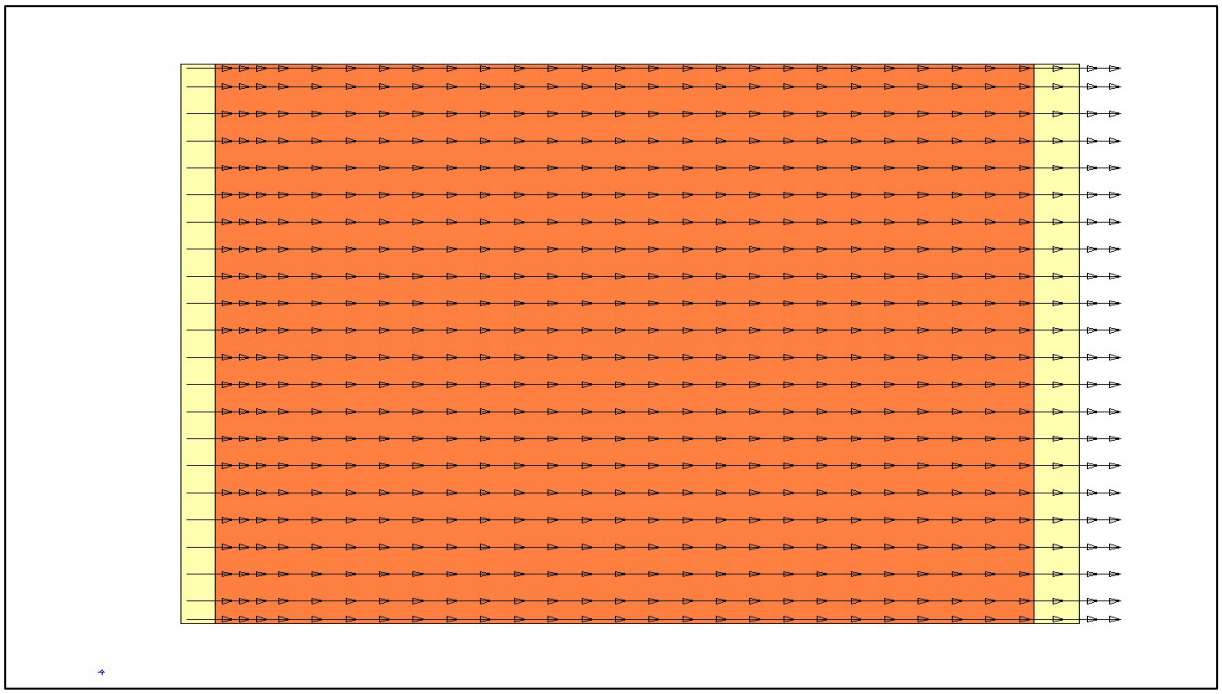

FIGURA 172 – VETTORI DI FLUSSO NELLA STRATIGRAFIA PRE-INTERVENTO

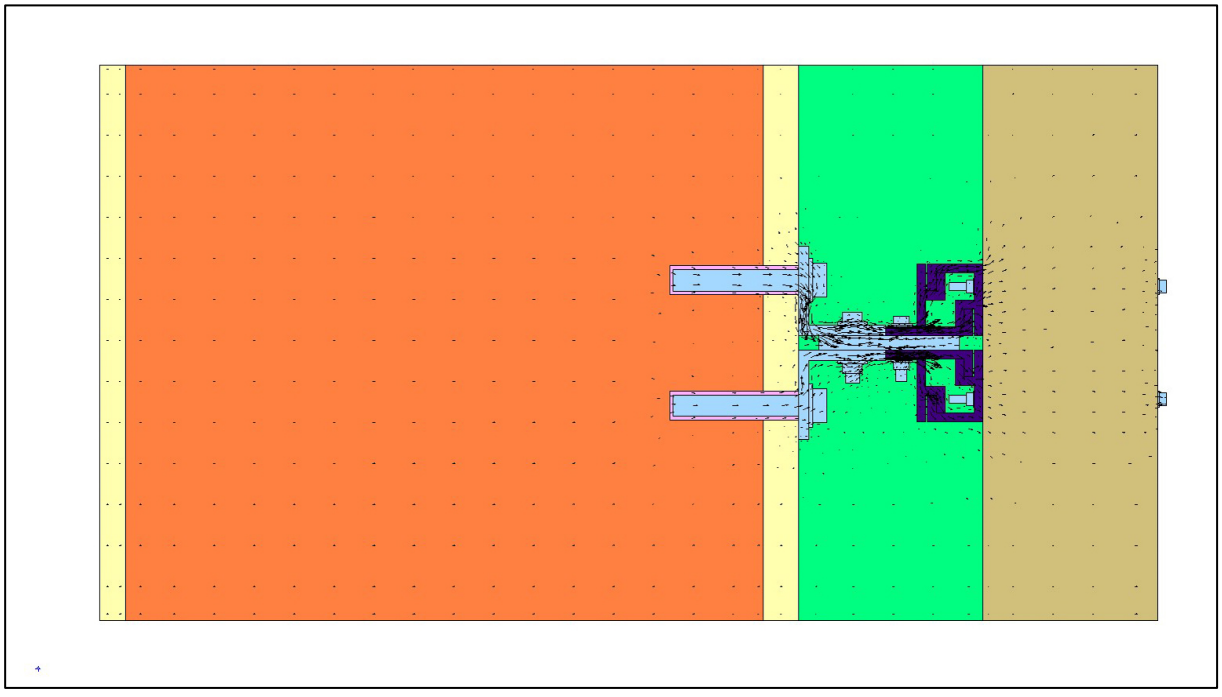

FIGURA 173 – VETTORI DI FLUSSO NELLA STRATIGRAFIA POST-INTERVENTO

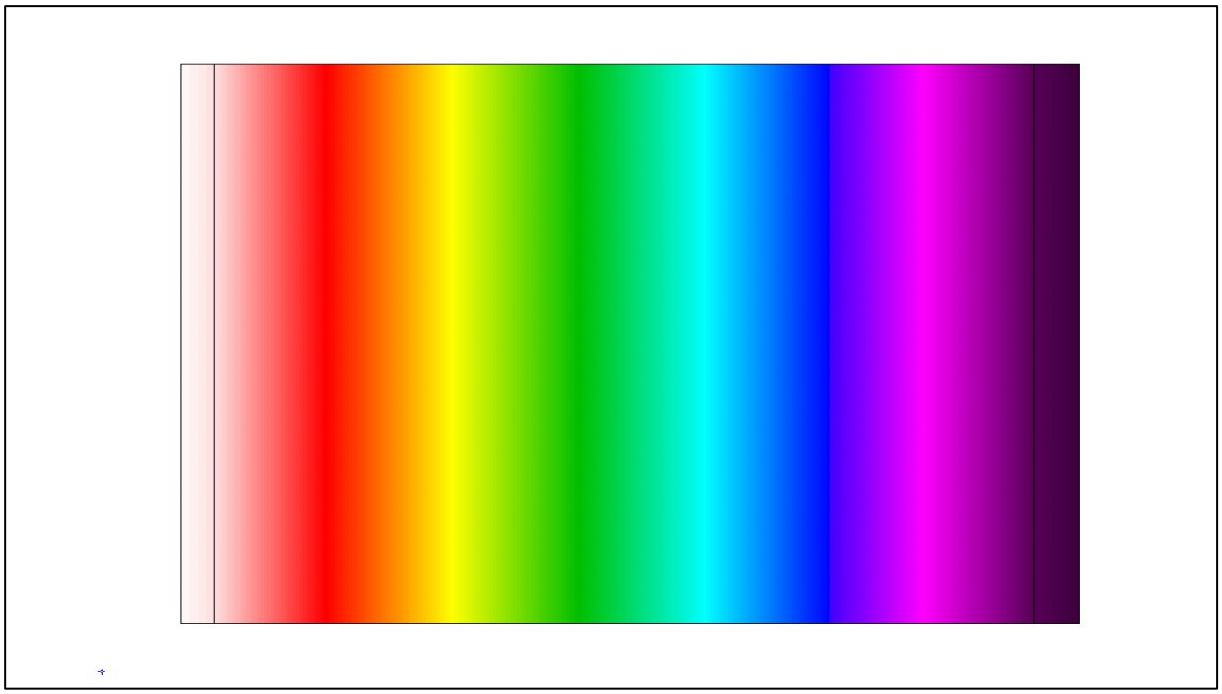

FIGURA 174 - SIMULAZIONE FEM DELLE TEMPERATURE NELLA PARETE PRE-INTERVENTO

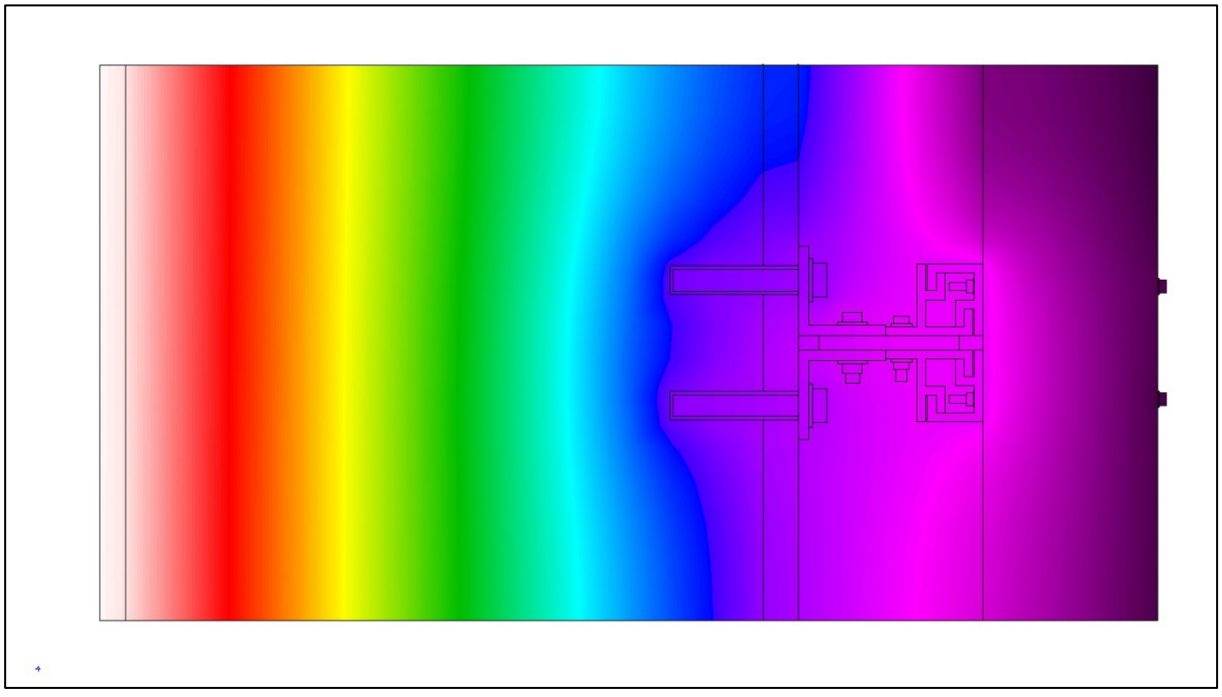

FIGURA 175 - SIMULAZIONE FEM DELLE TEMPERATURE NELLA PARETE POST-INTERVENTO

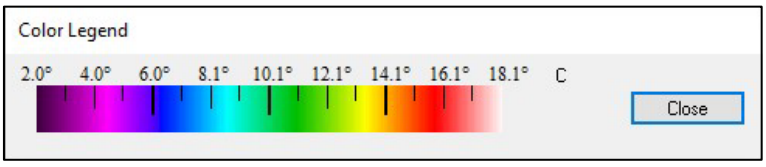

FIGURA 176 - LEGENDA DELLE TEMPERATURE

FIGURA 177 - MAGNITUDINE DEL FLUSSO NELLA PARETE PRE-INTERVENTO

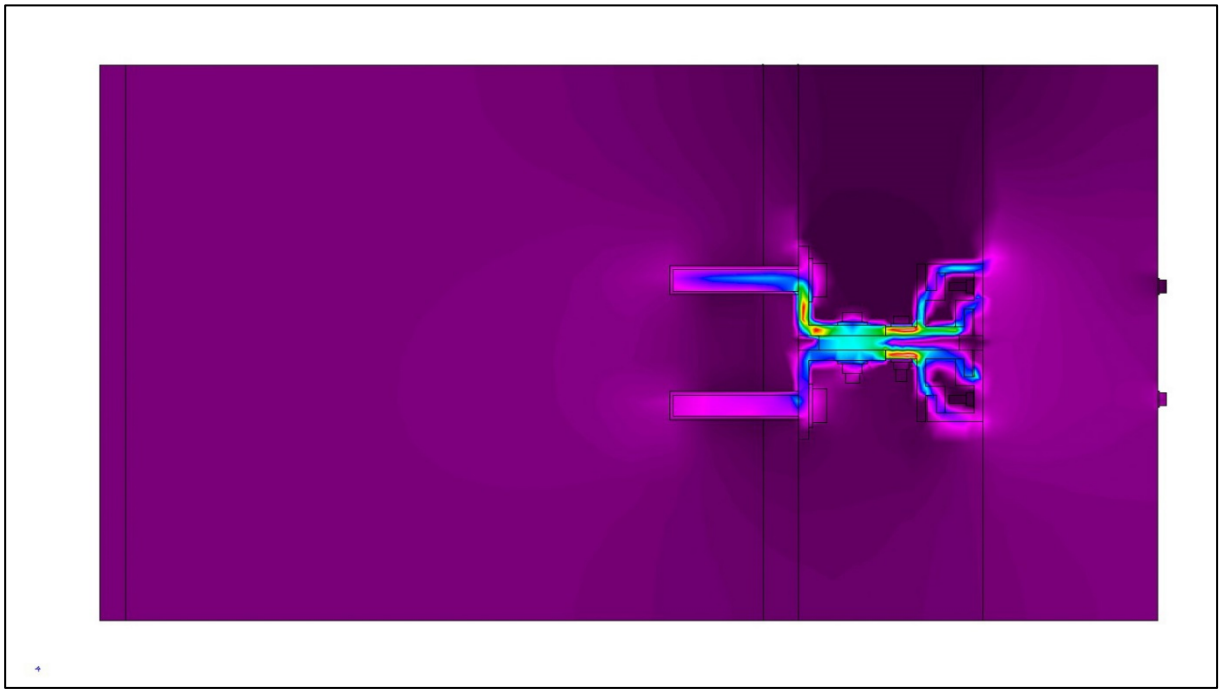

FIGURA 178 - MAGNITUDINE DEL FLUSSO NELLA PARETE POST-INTERVENTO

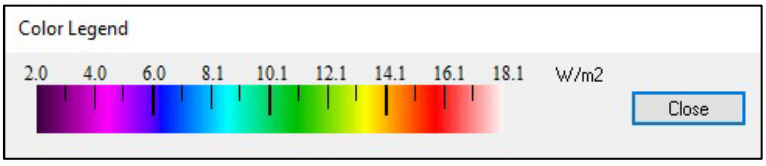

FIGURA 179 – LEGENDA DELLA MAGNITUDINE DEL FLUSSO

3.3.3. SIMULAZIONE GRAFICA DEL RISULTATO FINALE

Si sono infine realizzate delle rappresentazioni grafiche simulative del risultato finale da sottoporre alla valutazione del team cinese.

FIGURA 180 - SIMULAZIONE GRAFICA DEL RISULTATO FINALE

FIGURA 181 - SIMULAZIONE GRAFICA DEL RISULTATO FINALE

FIGURA 182 - SIMULAZIONE GRAFICA DEL RISULTATO FINALE

FIGURA 183 - SIMULAZIONE GRAFICA DEL RISULTATO FINALE

3.4. PROPOSTA DI RETROFIT CON FACCIATE CURVE IN LAMIERA STIRATA

3.4.1. SISTEMA COSTRUTTIVO DELLA SOLUZIONE INDIVIDUATA

Soddisfatti dalla seconda idea, il team cinese ha richiesto una ulteriore modifica della proposta precedente. La richiesta è stata quella di incrementare ulteriormente il dinamismo delle facciate puntando su colori e materiali più moderni e meno naturali. Si è quindi optato per la sostituzione dei pannelli curvi in bambù precedentemente impiegati con un sistema di pannelli prefabbricati dimensionalmente analogo costituito da lamiere stirate in alluminio con colorazioni differenti.

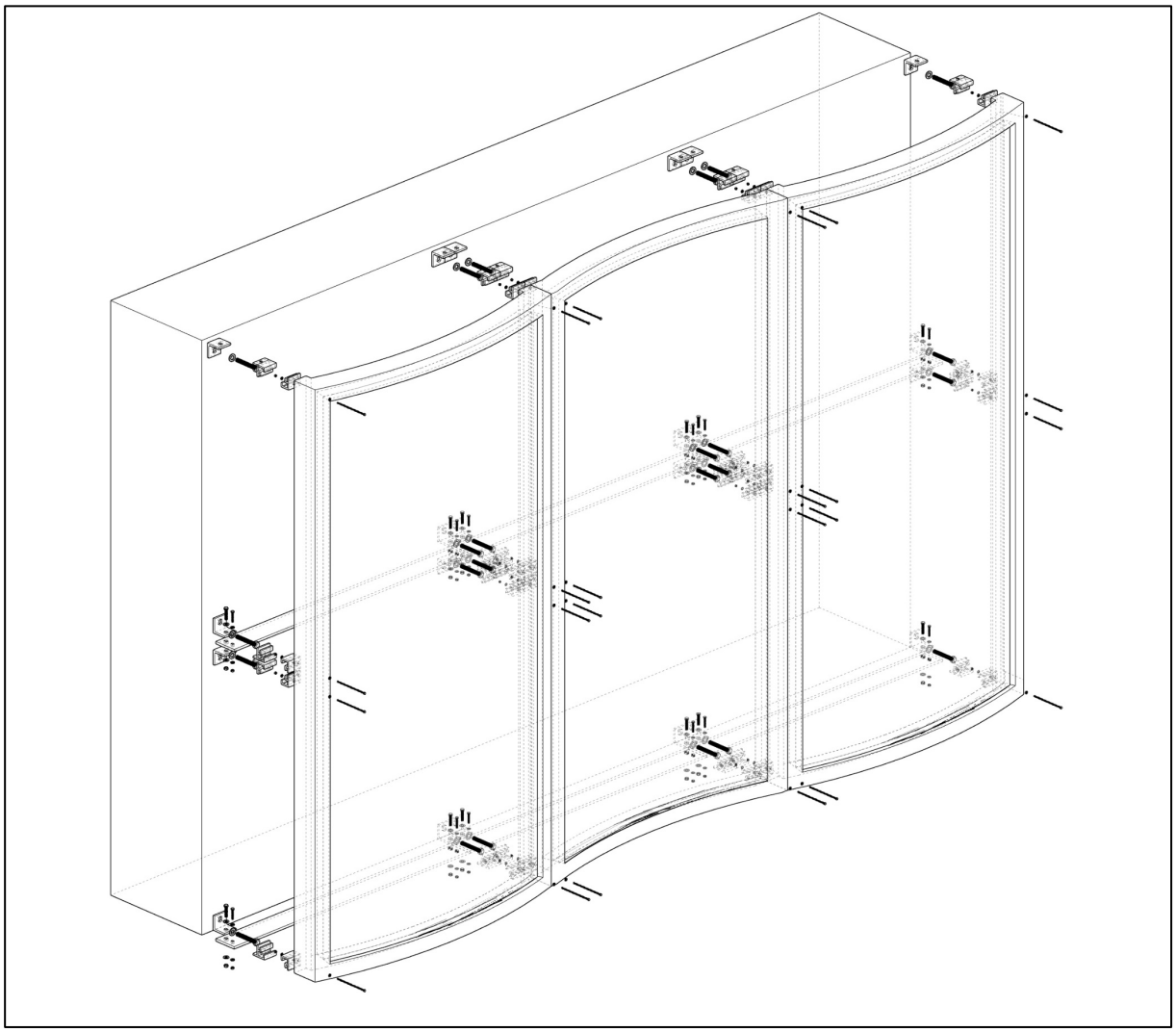

FIGURA 184 - ESPLOSO DELLA SOLUZIONE DI CON FACCIATE CURVE IN BAMBÙ

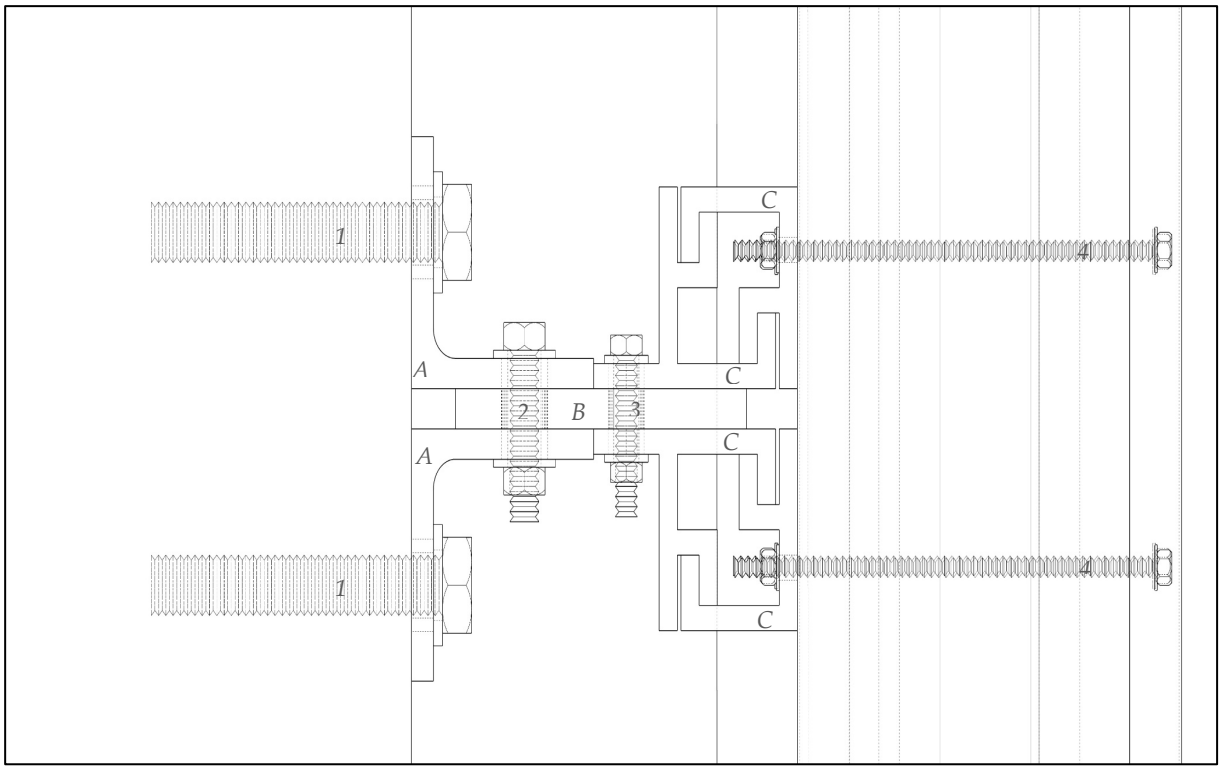

FIGURA 185 - SISTEMA DI ANCORAGGIO DELLA FACCIATA

Le componenti individuate nella immagine precedente sono nel dettaglio le seguenti:

1) Bullone a testa esagonale in acciaio inossidabile M20 - Lunghezza 80 secondo UNI EN ISO 4016:2011 con rondella in acciaio inossidabile per bulloni a testa esagonale UNI EN ISO 7089:2001;
2) Bullone a testa esagonale in acciaio inossidabile M12 - Lunghezza 40 secondo UNI EN ISO 4016:2011 con rondelle in acciaio inossidabile per bulloni a testa esagonale UNI EN ISO 7089:2001 e dado esagonale normale in acciaio inossidabile per bulloni M12 a testa esagonale secondo UNI EN ISO 4035:2013;
3) Bullone a testa esagonale in acciaio inossidabile M10 – Lunghezza 40 secondo UNI EN ISO 4016:2011 con rondelle in acciaio inossidabile per bulloni a testa esagonale UNI EN ISO 7089:2001 e dado esagonale normale in acciaio inossidabile per bulloni M10 a testa esagonale secondo UNI EN ISO 4035:2013;
4) Bullone a testa esagonale in acciaio inossidabile M8 – Lunghezza 120 secondo UNI EN ISO 4016:2011 con rondelle in acciaio inossidabile per bulloni con testa esagonale UNI EN ISO 7089:2001 e dado esagonale normale in acciaio inossidabile per bulloni M8 a testa esagonale secondo UNI EN ISO 4035:2013;

A) Profili angolari a lati uguali in acciaio inossidabile tipo 50x50x5 secondo UNI EN 10056;
B) Profilato piano in acciaio inossidabile tipo 80x8 secondo UNI EN 10163;

C) Profilato in alluminio con giunzione multipla ad incastro maschio-femmina;

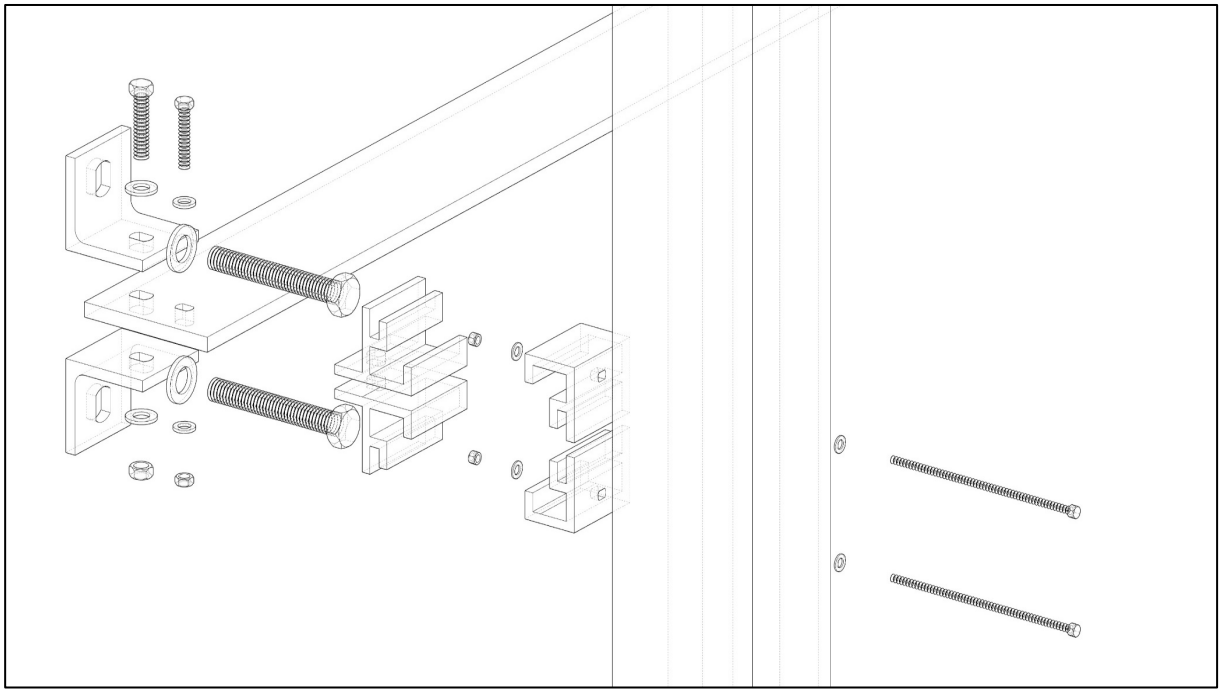

FIGURA 186 - VISTA ESPLOSA DELLA SOLUZIONE

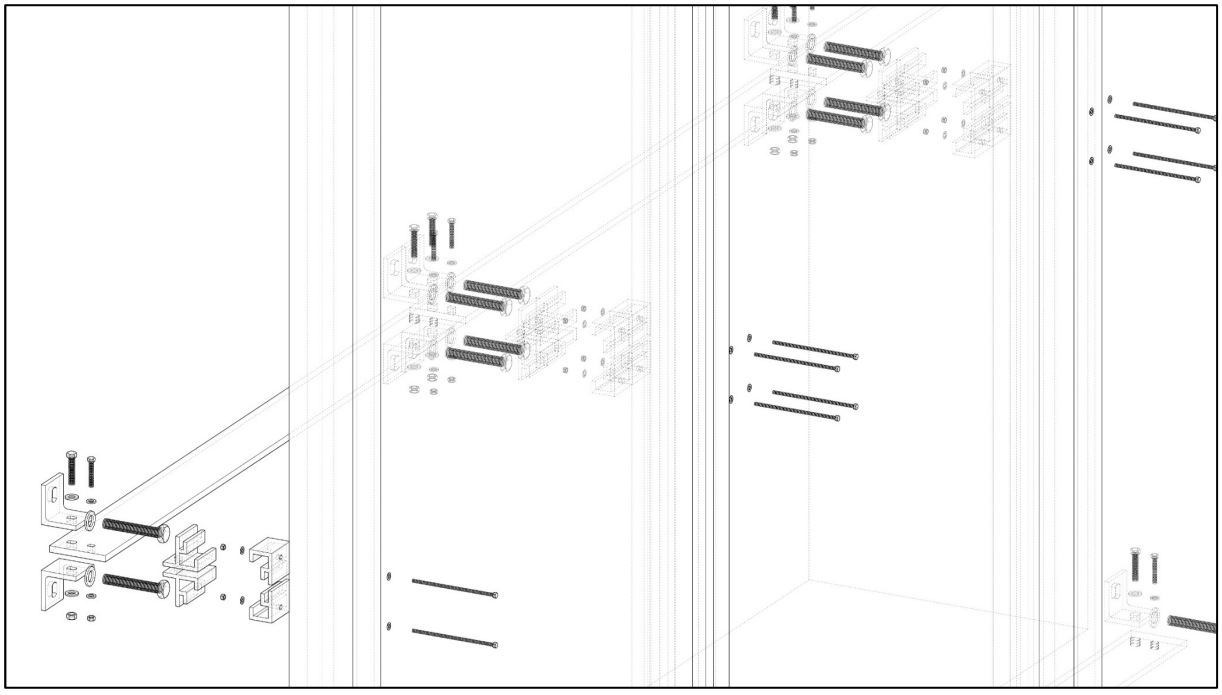

FIGURA 187 - VISTA ESPLOSA DELLA SOLUZIONE

3.4.2. COMPARAZIONE DELLA PRESTAZIONE ENERGETICA

La soluzione proposta, come in precedenza, è stata analizzata per determinare la presenza di un effettivo miglioramento termo-igrometrico. Le condizioni al contorno necessarie alle simulazioni e alle analisi successive sono state mantenute identiche rispetto a quanto definito in precedenza. È stata inoltre mantenuta anche la stratigrafia pre-intervento al fine di comparare il comportamento pre e post-intervento.

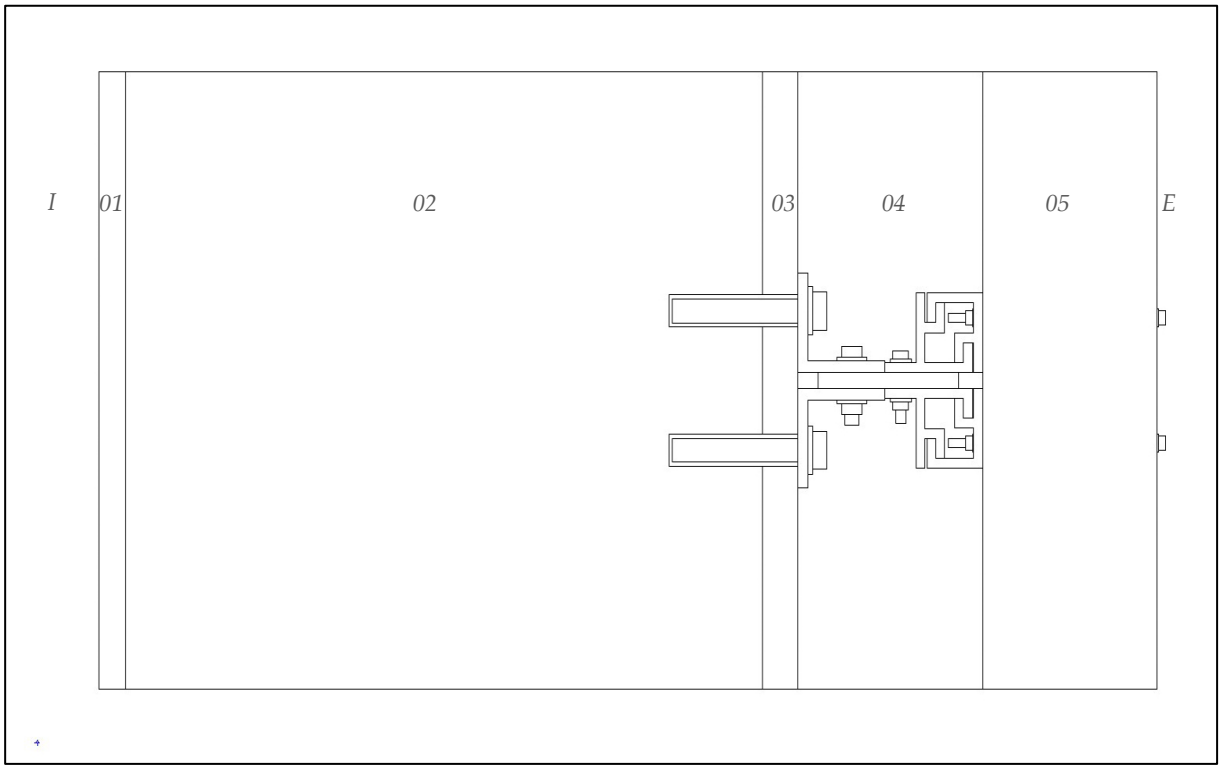

FIGURA 188 - SCHEMATIZZAZIONE PARETE POST-INTERVENTO

STRATIGRAFIA MURO POST-INTERVENTO				
Numero	Strato (Dall'interno verso l'esterno)	s [m]	λ [W/(mK)]	R [m²/WK]
01	Intonaco	0,015	0,90	0,02
02	Laterizio	0,365	0,36	1,01
03	Intonaco	0,020	0,90	0,02
04	Intercapedine d'aria non ventilata	*0,165	-	0,18
05	Lamiera stirata in alluminio	0,080	210,00	0,0004
TRAMITTANZA		U [w/m²K]		0,71

** PER QUANTO RIGUARDA L'INTERCAPEDINE D'ARIA NON VENTILATA LA DETERMINAZIONE DELLO SPESSORE SI È REALIZZATA MEDIANDO IL VALORE DEL PUNTO MINIMO E MASSIMO DELLA CURVATURA DELLA PARETE.*

Per quanto la verifica della condensazione superficiale non si evidenziano criticità nella parete pre-intervento.

VERIFICA CONDENSA SUPERFICIALE PRE-INTERVENTO	
U [W/m²K]	0,71
h_i [W/m²K]	7,69
T_i [°C]	20
T_e [°C]	-2
φ_i [-]	50%
φ_e [-]	90%
T_{pi} [°C]	18,14
T_r [°C]	9,30

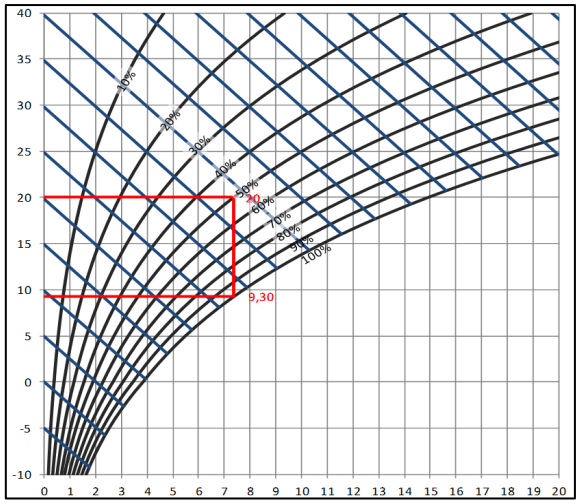

FIGURA 189 - DIAGRAMMA DI MOLLIER

La condizione limite T_{pi} superiore alla T_r viene verificata garantendo l'assenza di fenomeni di condensazione superficiale.

Una volta eseguita la verifica per la condensazione superficiale si è quindi passati alla determinazione della verifica alla condensazione interstiziale definendo il profilo di temperatura, il profilo di pressione di vapore e il profilo di pressione di vapore di saturazione per verificarne lo scostamento.

CALCOLO PERMEANZA PER LA STRATIGRAFIA MURO POST-INTERVENTO			
Numero	Strato (Dall'interno verso l'esterno)	s [m]	ϭ [kg/m²sPa]
01	Intonaco	0,015	$0,67*10^{12}$
02	Laterizio	0,365	$26,1*10^{12}$
03	Intonaco	0,020	$0,67*10^{12}$
04	Intercapedine d'aria non ventilata	0,165	$193*10^{12}$
05	Bambù	0,080	$1,99*10^{12}$
PERMEANZA		M [kg/m²sPa]	$9,32*10^{12}$

** PER QUANTO RIGUARDA L'INTERCAPEDINE D'ARIA NON VENTILATA LA DETERMINAZIONE DELLO SPESSORE SI È REALIZZATA MEDIANDO IL VALORE DEL PUNTO MINIMO E MASSIMO DELLA CURVATURA DELLA PARETE.*

VERIFICA CONDENSA INTERSTIZIALE POST-INTERVENTO			
Punto	Profilo di temperatura [°C]	Profilo di pressione di vapore [Pa]	Profilo di pressione di vapore di saturazione [Pa]
01	18,14	1037,00	2074,00
02	17,82	808,27	2022,00
03	3,32	701,12	773,00
04	3,09	529,57	757,00
05	0,51	523,02	634,00
06	-1,28	498,60	554,00

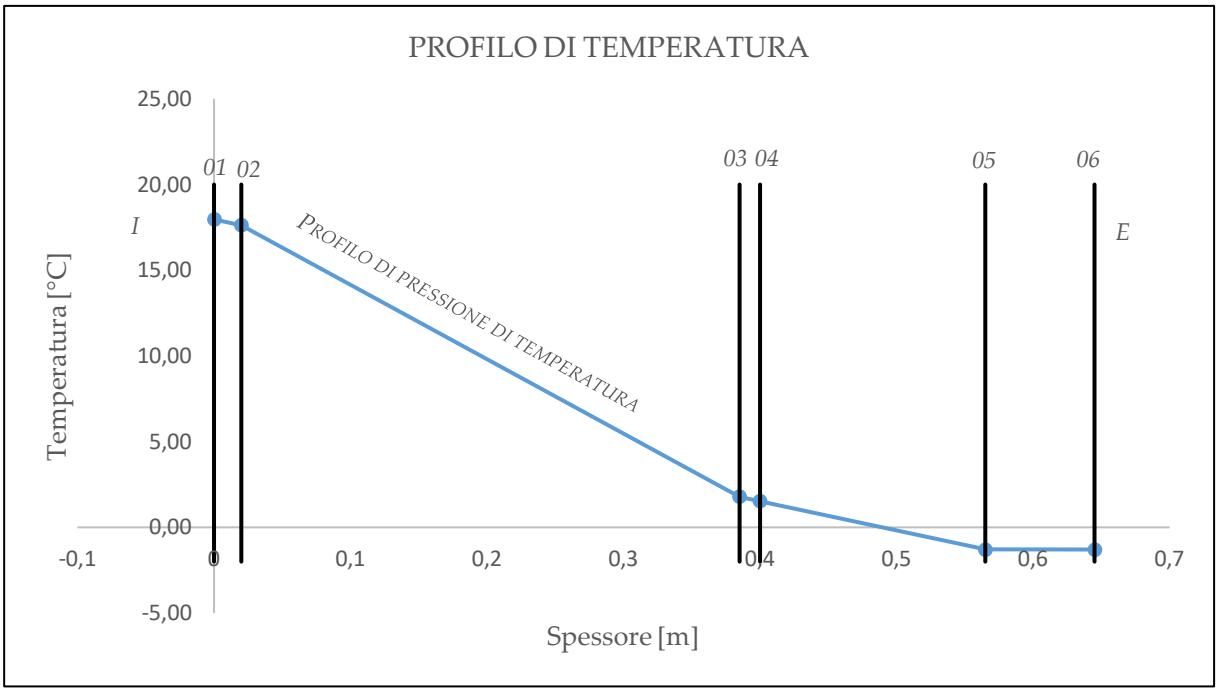

FIGURA 190 - PROFILO DI TEMPERATURA NELLA PARETE POST-INTERVENTO

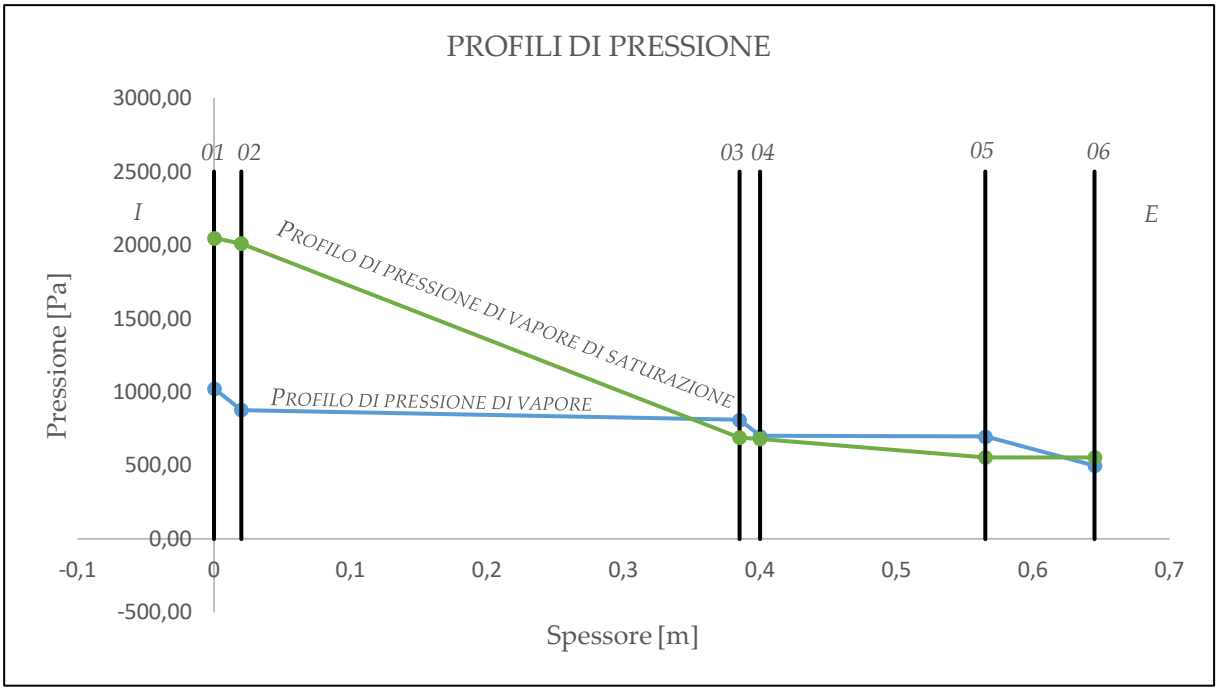

FIGURA 191 - ANDAMENTO DEI PROFILI DI PRESSIONE DI VAPORE E DI PRESSIONE DI SATURAZIONE PER LA VERIFICA DI FENOMENI DI CONDENSAZIONE INTERSTIZIALE NELLA PARETE POST-INTERVENTO

Da cui si evince come questa soluzione non sia sufficiente ad evitare i problemi di condensazione interstiziale nella parete post-intervento.

Questa soluzione consente quindi una diminuzione della trasmittanza del 13% rispetto alla condizione originaria ma non permette la risoluzione del problema di condensazione interstiziale presente. La stratigrafia post-intervento mantiene inalterata la condizione di assenza di condensazione superficiale. Inoltre rispetto al caso precedente si presenta un peggioramento generale delle condizioni termoigrometriche.

Vengono ora allegate le simulazioni che sono state svolte sulla condizione pre-intervento e post-intervento. Nell'ordine sono allegate le mesh costruite per la simulazione agli elementi finiti, le simulazioni dei vettori di flusso, delle temperature e della magnitudine del flusso.

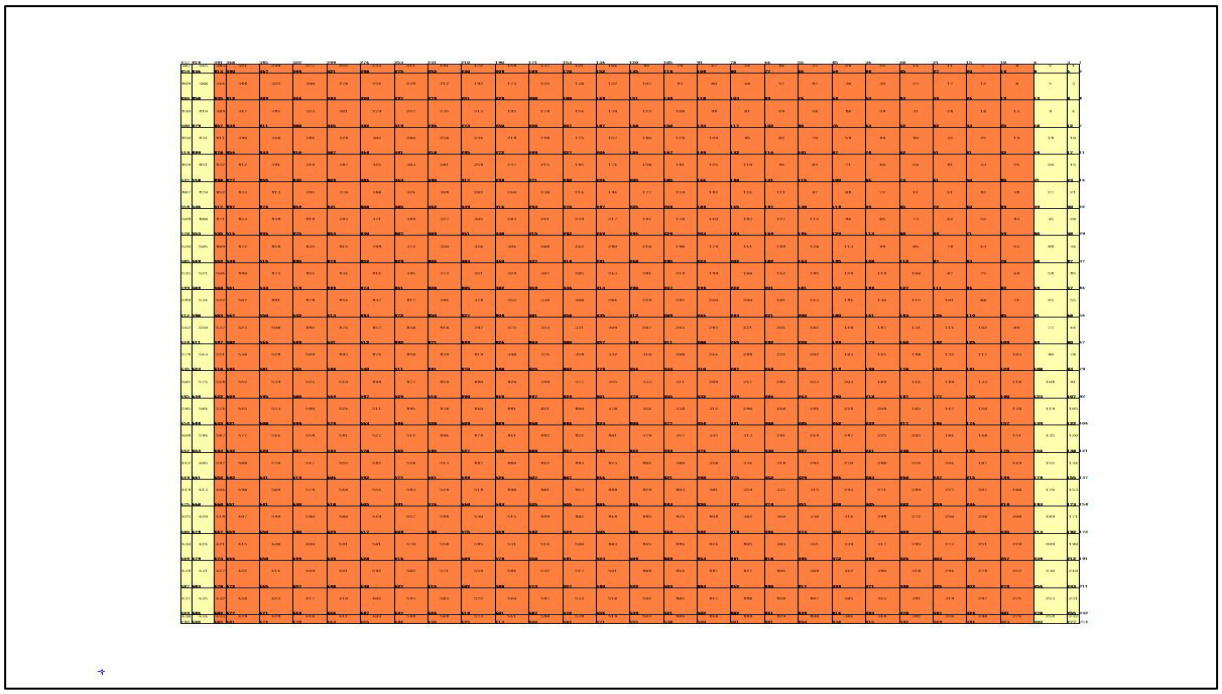

FIGURA 192 - MESH CREATA PER L'ANALISI FEM DELLA STRATIGRAFIA PRE-INTERVENTO

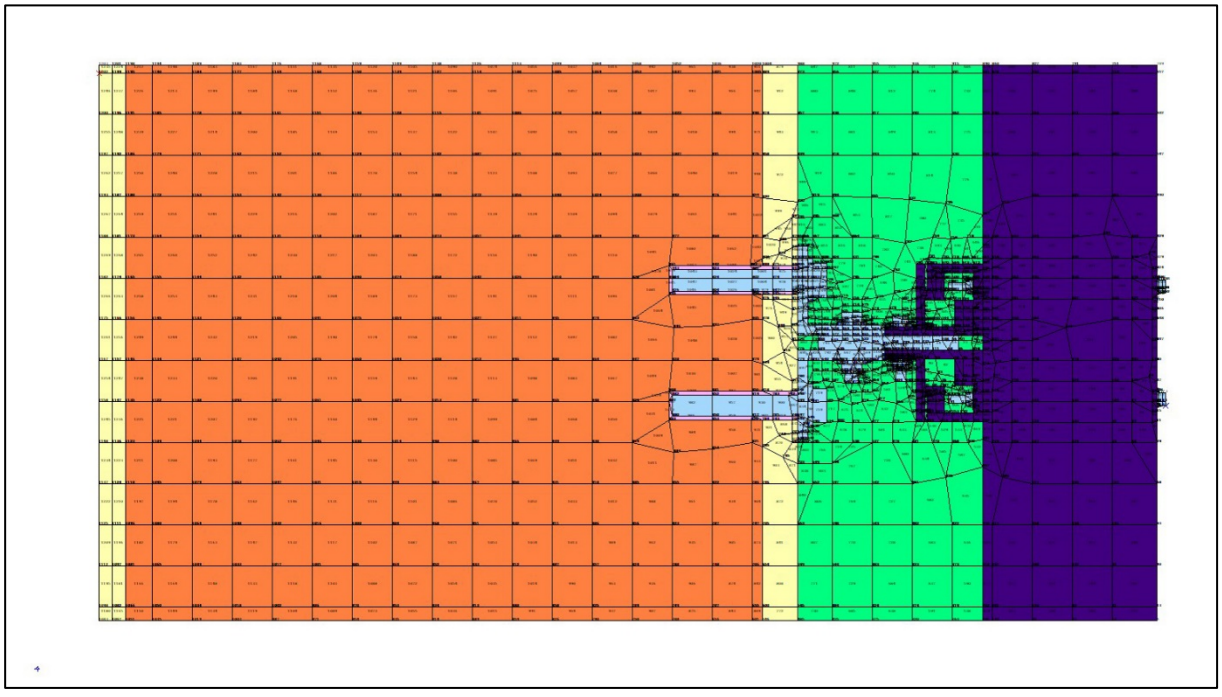

FIGURA 193 - MESH CREATA PER L'ANALISI FEM DELLA STRATIGRAFIA POST-INTERVENTO

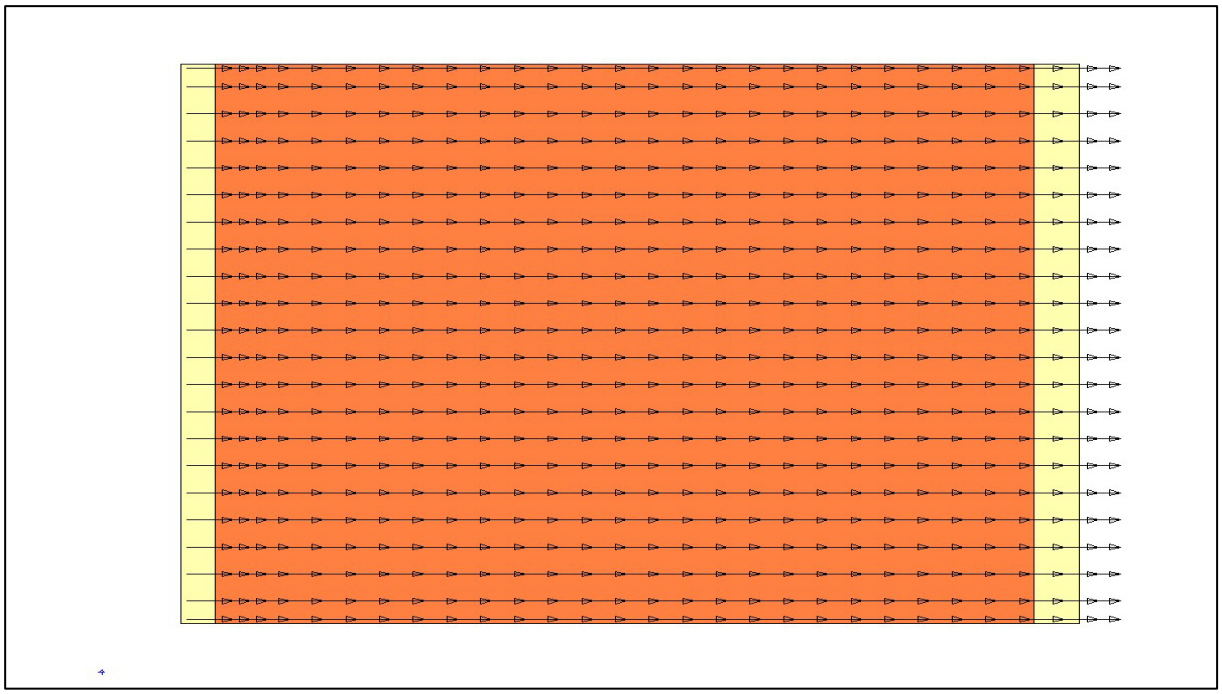

FIGURA 194 – VETTORI DI FLUSSO NELLA STRATIGRAFIA PRE-INTERVENTO

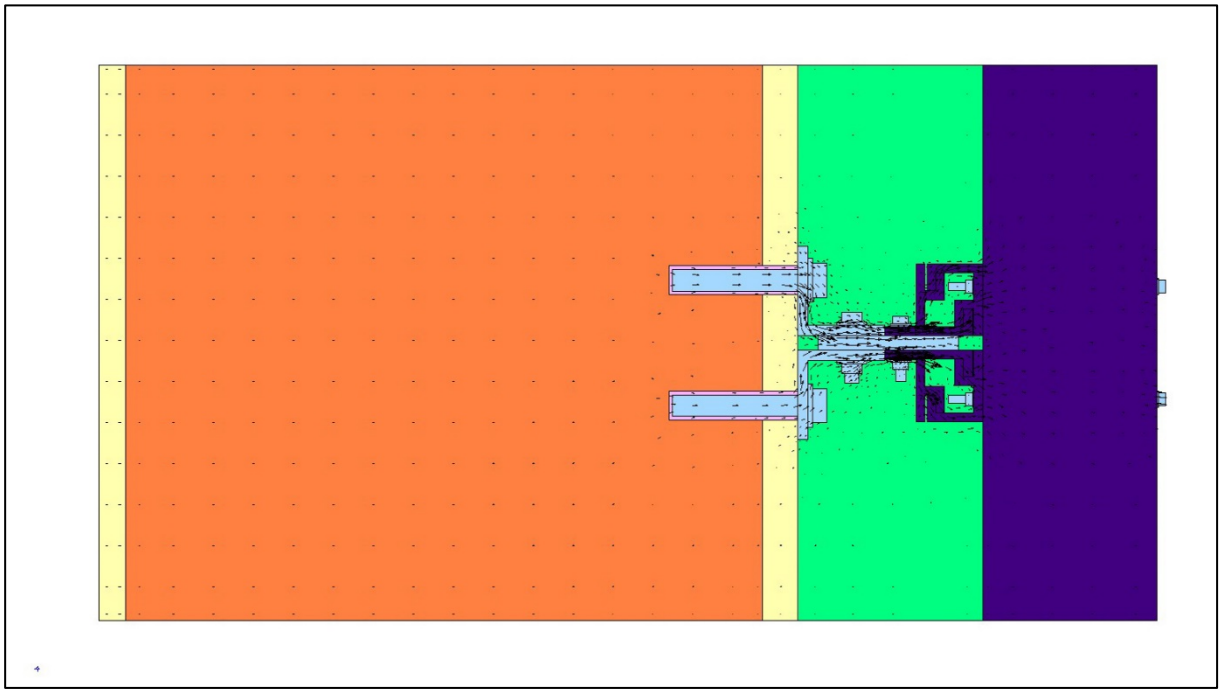

FIGURA 195 – VETTORI DI FLUSSO NELLA STRATIGRAFIA POST-INTERVENTO

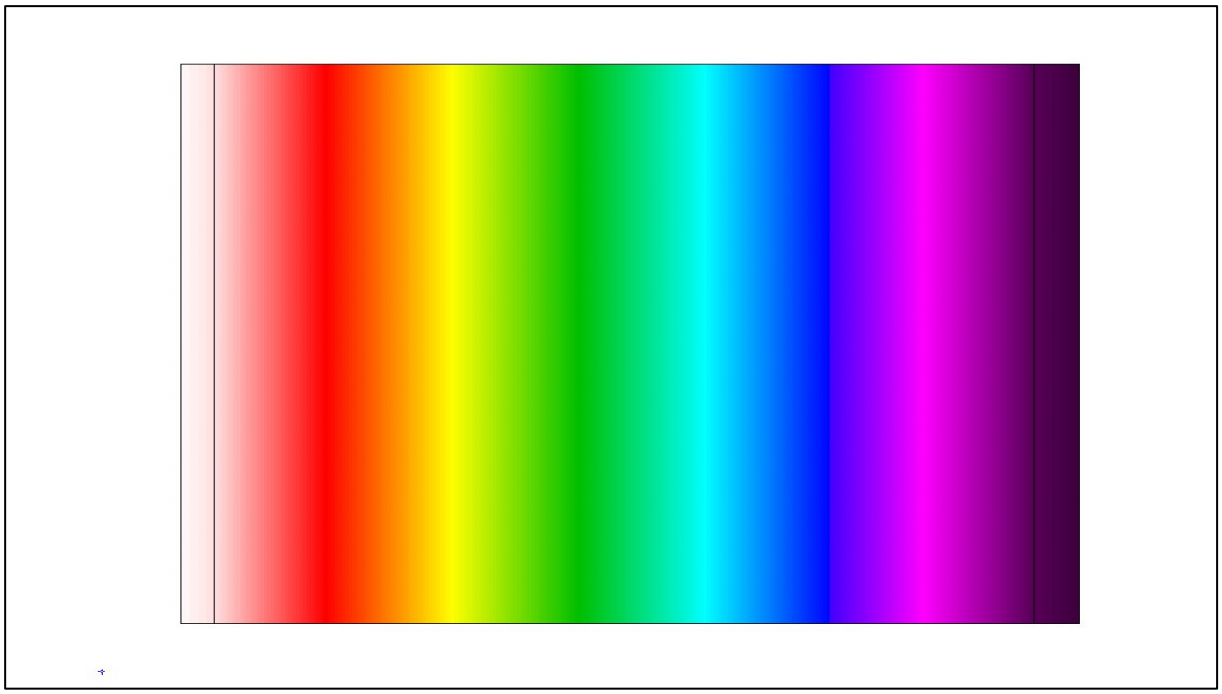

FIGURA 196 - SIMULAZIONE FEM DELLE TEMPERATURE NELLA PARETE PRE-INTERVENTO

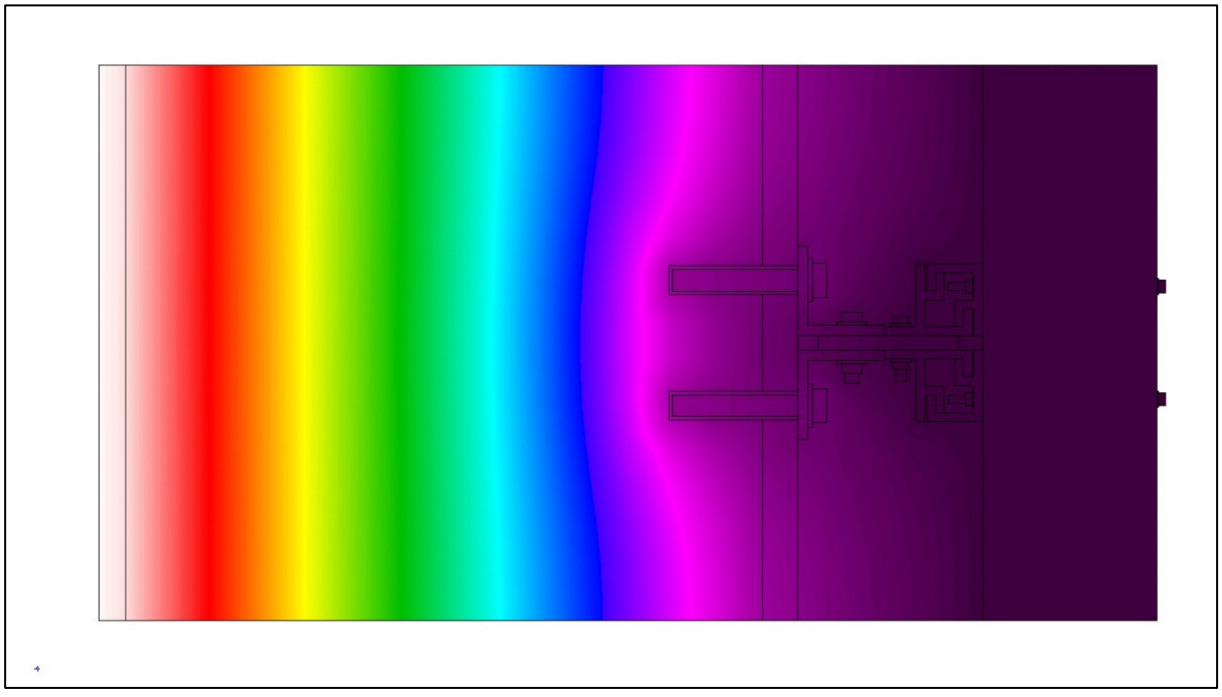

FIGURA 197 - SIMULAZIONE FEM DELLE TEMPERATURE NELLA PARETE POST-INTERVENTO

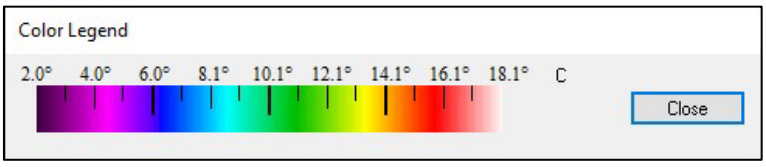

FIGURA 198 - LEGENDA DELLE TEMPERATURE

FIGURA 199 - MAGNITUDINE DEL FLUSSO NELLA PARETE PRE-INTERVENTO

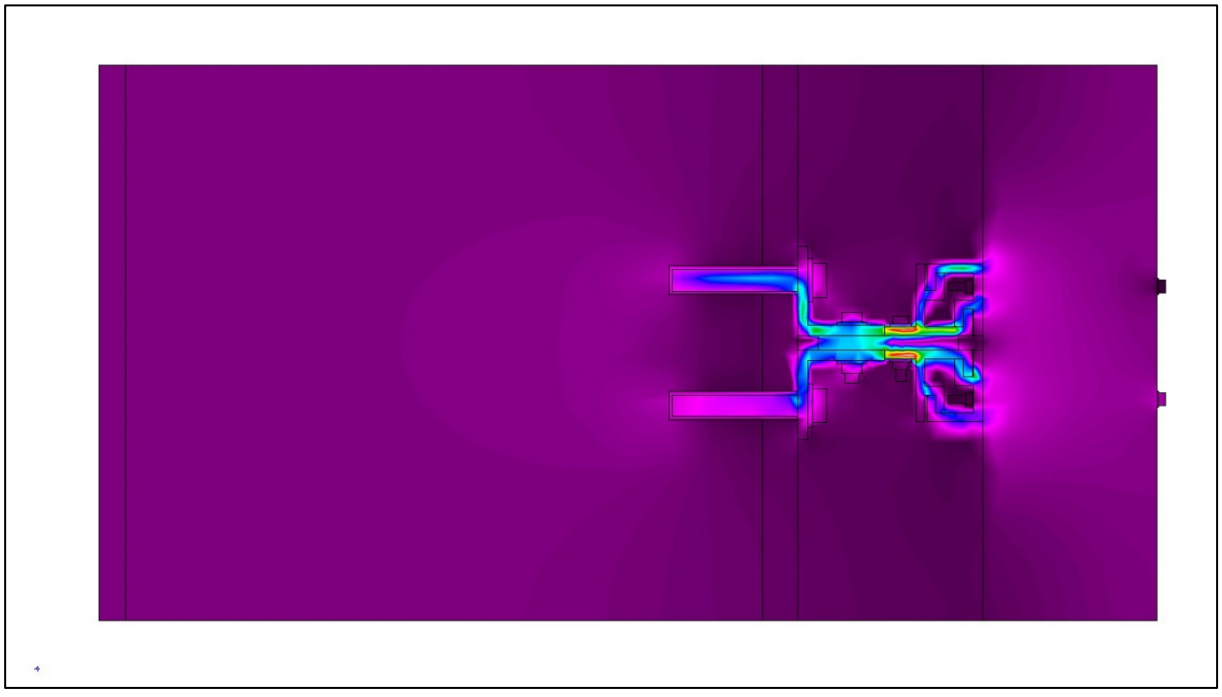

FIGURA 200 - MAGNITUDINE DEL FLUSSO NELLA PARETE POST-INTERVENTO

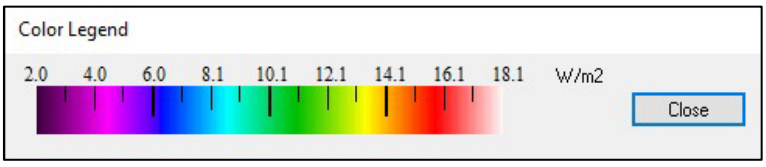

FIGURA 201 – LEGENDA DELLA MAGNITUDINE DEL FLUSSO

3.4.3. SIMULAZIONE GRAFICA DEL RISULTATO FINALE

Si sono infine realizzate delle rappresentazioni grafiche simulative del risultato finale da sottoporre alla valutazione del team cinese.

FIGURA 202 - SIMULAZIONE GRAFICA DEL RISULTATO FINALE

FIGURA 203 - SIMULAZIONE GRAFICA DEL RISULTATO FINALE

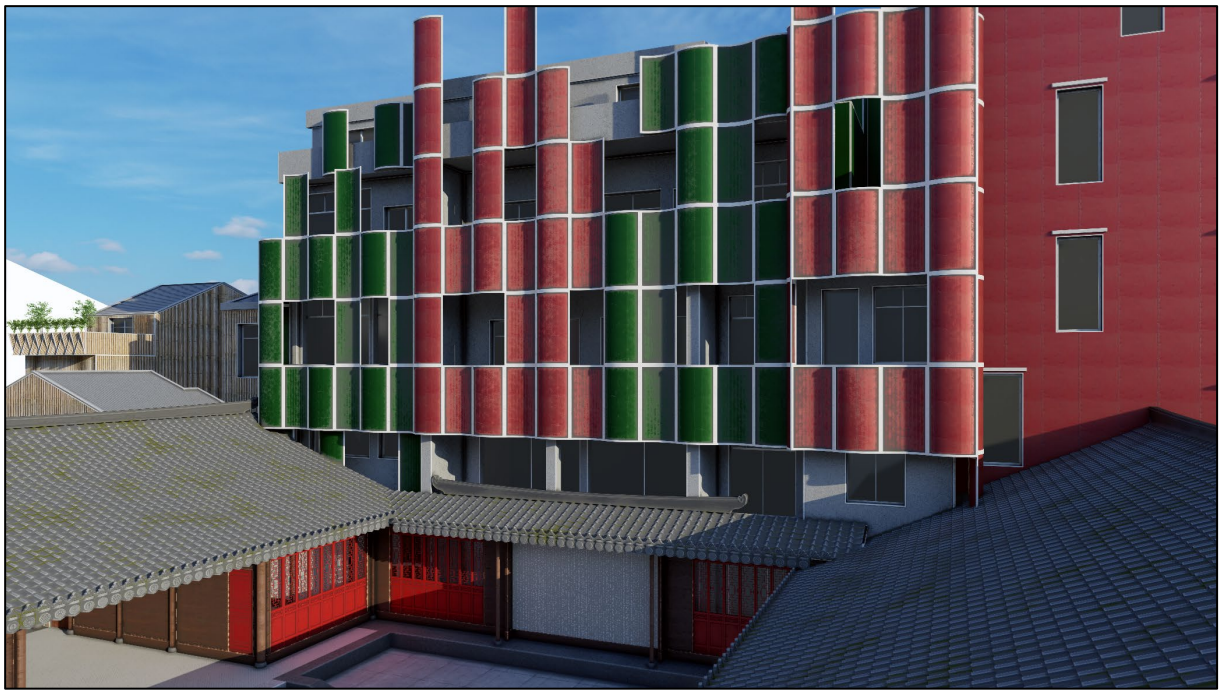

FIGURA 204 - SIMULAZIONE GRAFICA DEL RISULTATO FINALE

FIGURA 205 - SIMULAZIONE GRAFICA DEL RISULTATO FINALE

4. INDIVIDUAZIONE DEI NUOVI PERCORSI DI JINXIANG

Una delle richieste della committenza riguardava la presentazione di proposte di individuazione dei percorsi urbani da valorizzare al fine di potenziare l'attrazione turistica e la comunicazione della città di Jinxiang.

4.1. OBIETTIVI

Dovendo proporre delle strategie di comunicazione e di valorizzazione della città si sono analizzate le informazioni fornite e si sono individuate le seguenti tematiche di interesse storico-ambientale:

- Un primo percorso sulle architetture storiche della dinastia Qing;
- Un secondo percorso sui Paifang storici delle differenti dinastie;
- Un terzo percorso sulle strutture difensive di Jinxiang;
- Un quarto percorso sui tradizionali portali cinesi di ingresso delle differenti dinastie;

4.2. PERCORSO 1 – "LA VIA DELLE ARCHITETTURE QING"

Il primo percorso individuato per la valorizzazione della città di Jinxiang è stato quello delle architetture della dinastia Qing. Analizzando le informazioni raccolte e le strutture presenti si sono individuate le principali strutture Qing rimaste e si sono collegate mediante un percorso turistico di interesse storico-culturale. All'interno di questo percorso sono presenti i complessi della "Casa di Pan" e della "Casa del the".

Le caratteristiche del percorso individuato sono le seguenti:

- Lunghezza del percorso: 1,10 km;
- Punti di interesse: 6;
- Tempo medio stimato per la visita del punto di interesse: 1 ora;
- Tempo medio stimato di percorrenza del percorso a piedi: 25 minuti;
- Tempo medio stimato di percorrenza del percorso in ciclo-risciò: 12 minuti;
- Tempo medio stimato di percorrenza del percorso in bici: 10 minuti;
- Tempo medio stimato di percorrenza del percorso in auto: 4 minuti;

** Per quanto riguarda le velocità di percorrenza si sono utilizzati i valori medi di 4 km/h a piedi, 8 km/h per i ciclo-risciò, 12 km/h per le bici e 50 km/h per le auto.*

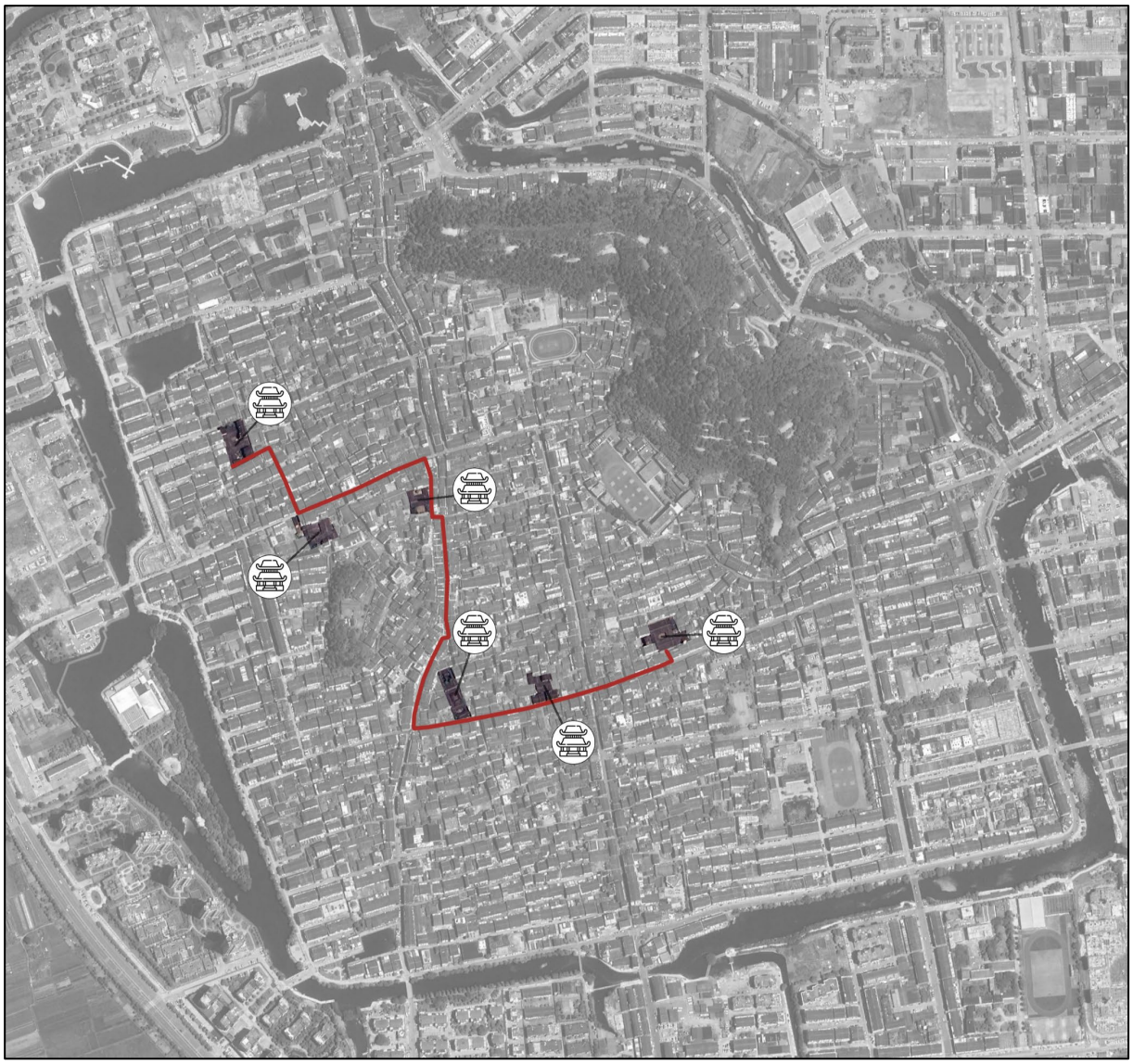

FIGURA 206 - PERCORSO 1 O "LA VIA DELLE ARCHITETTURE QING"

Legenda:

Struttura di interesse della dinastia Qing;

Percorso individuato;

Figura 207 - Il complesso della "Casa di Pan"

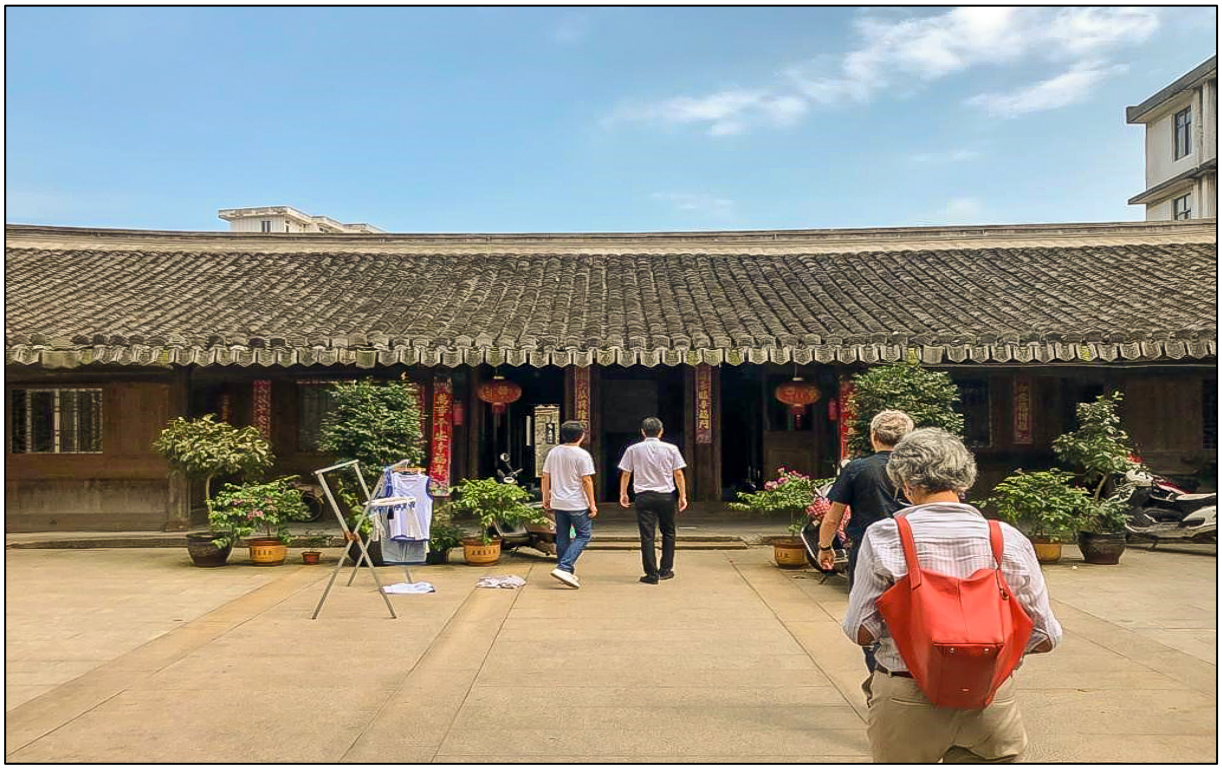

Figura 208 - Il complesso della "Casa del The"

4.2. PERCORSO 2 – "LA VIA DEI PAIFANG DI JINXIANG"

Il secondo percorso individuato per la valorizzazione della città di Jinxiang è stato quello dei portali "paifang" presenti. Queste strutture avevano uno scopo decorativo e celebrativo e sono una delle caratteristiche salienti dell'architettura tradizionale cinese.

Le caratteristiche del percorso individuato sono le seguenti:

- Lunghezza del percorso: 0,60 km;
- Punti di interesse: 6;
- Tempo medio stimato per la visita del punto di interesse: 10 minuti;
- Tempo medio stimato di percorrenza del percorso a piedi: 15 minuti;
- Tempo medio stimato di percorrenza del percorso in ciclo-risciò: 10 minuti;
- Tempo medio stimato di percorrenza del percorso in bici: 6 minuti;
- Tempo medio stimato di percorrenza del percorso in auto: 2 minuti;

** Per quanto riguarda le velocità di percorrenza si sono utilizzati i valori medi di 4 km/h a piedi, 8 km/h per i ciclo-risciò, 12 km/h per le bici e 50 km/h per le auto.*

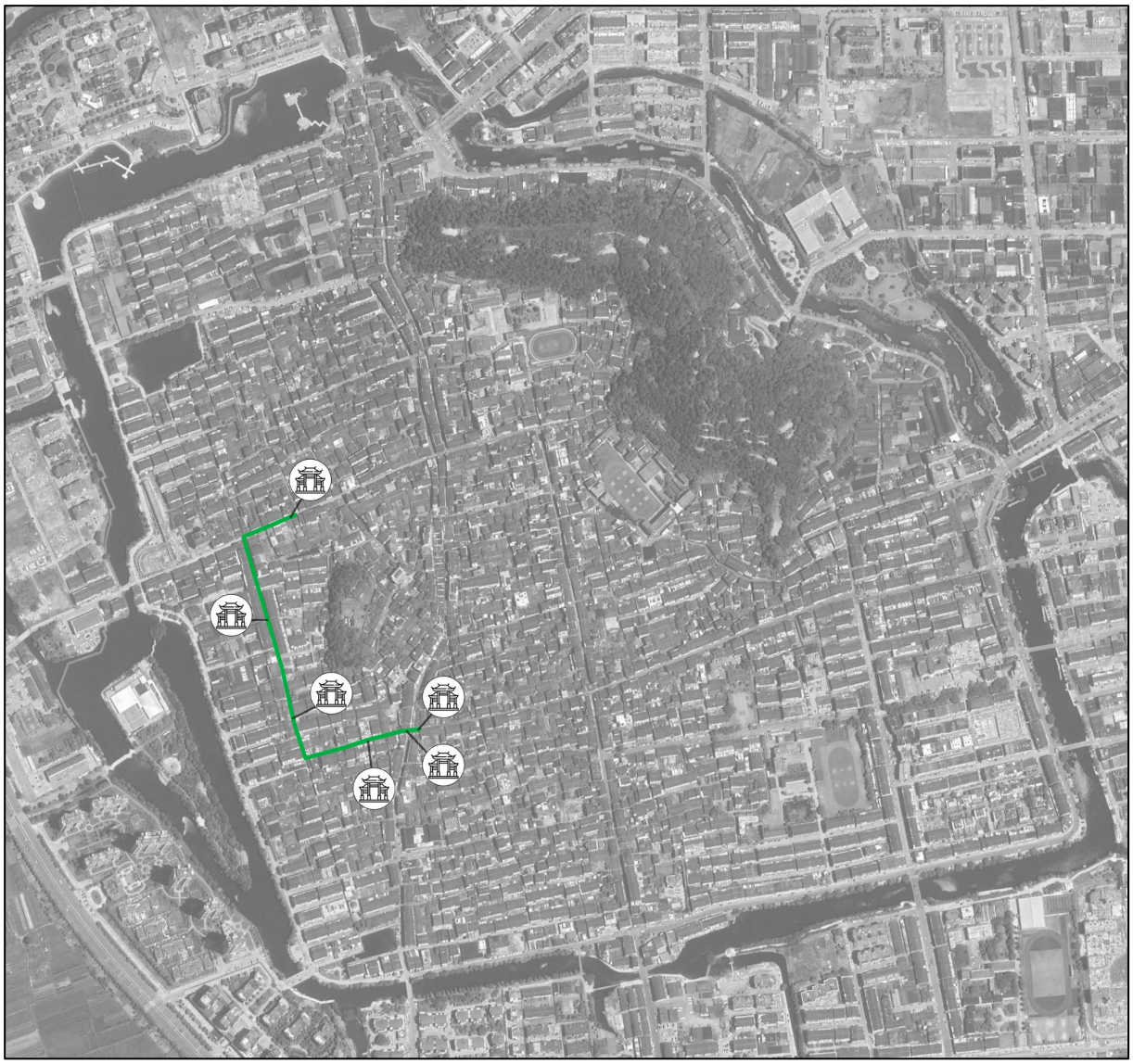

FIGURA 209 - PERCORSO 2 O "LA VIA DEI PAIFANG DI JINXIANG"

Legenda:

Paifang storici di Jinxiang;

Percorso individuato;

FIGURA 210 - ESEMPIO DI "PAIFANG" TRADIZIONALE CINESE

FIGURA 211 - ESEMPIO DI "PAIFANG" TRADIZIONALE CINESE

4.4. PERCORSO 3 – "LE DIFESE DI JINXIAG"

Il terzo percorso individuato per la valorizzazione della città di Jinxiang è stato quello delle strutture difensive cittadine. Analizzando le informazioni raccolte e le strutture presenti si sono individuate le componenti difensive rimaste e si sono collegate mediante un percorso turistico di interesse storico-culturale. Purtroppo molte delle strutture difensive sono state abbattute per far posto a una cintura stradale attorno alla città. Uno dei progetti di riqualificazione di Jinxiang prevede la ricostruzione delle antiche strutture di difesa mediante tecnologie laser, realtà virtuale e aumentata.

Le caratteristiche del percorso individuato sono le seguenti:

- Lunghezza del percorso: 3,15 km;
- Punti di interesse: 9;
- Tempo medio stimato per la visita del punto di interesse: 10 minuti;
- Tempo medio stimato di percorrenza del percorso a piedi: 50 minuti;
- Tempo medio stimato di percorrenza del percorso in ciclo-risciò: 25 minuti;
- Tempo medio stimato di percorrenza del percorso in bici: 15 minuti;
- Tempo medio stimato di percorrenza del percorso in auto: 5 minuti;

** Per quanto riguarda le velocità di percorrenza si sono utilizzati i valori medi di 4 km/h a piedi, 8 km/h per i ciclo-risciò, 12 km/h per le bici e 50 km/h per le auto.*

FIGURA 212 - PERCORSO 3 O "LE DIFESE DI JINXIANG"

Legenda:

Parti di struttura difensive rimaste di Jinxiang;

Percorso individuato;

FIGURA 213 - ESEMPIO DI STRUTTURE DIFENSIVE CITTADINE TRADIZIONALI CINESI

FIGURA 214 - ESEMPIO DI STRUTTURE DIFENSIVE CITTADINE TRADIZIONALI CINESI

4.5. PERCORSO 4 – "I PORTALI DI JINXIANG"

Il quarto percorso individuato per la valorizzazione della città di Jinxiang è stato quello di portali tradizionali storici cinesi. Analizzando le informazioni raccolte e le strutture presenti si sono individuati i portali rimasti e si sono collegati mediante un percorso turistico di interesse storico-culturale.

Le caratteristiche del percorso individuato sono le seguenti:

- Lunghezza del percorso: 2,70 km;
- Punti di interesse: 25;
- Tempo medio stimato per la visita del punto di interesse: 10 minuti;
- Tempo medio stimato di percorrenza del percorso a piedi: 45 minuti;
- Tempo medio stimato di percorrenza del percorso in ciclo-risciò: 25 minuti;
- Tempo medio stimato di percorrenza del percorso in bici: 15 minuti;
- Tempo medio stimato di percorrenza del percorso in auto: 5 minuti;

** Per quanto riguarda le velocità di percorrenza si sono utilizzati i valori medi di 4 km/h a piedi, 8 km/h per i ciclo-risciò, 12 km/h per le bici e 50 km/h per le auto.*

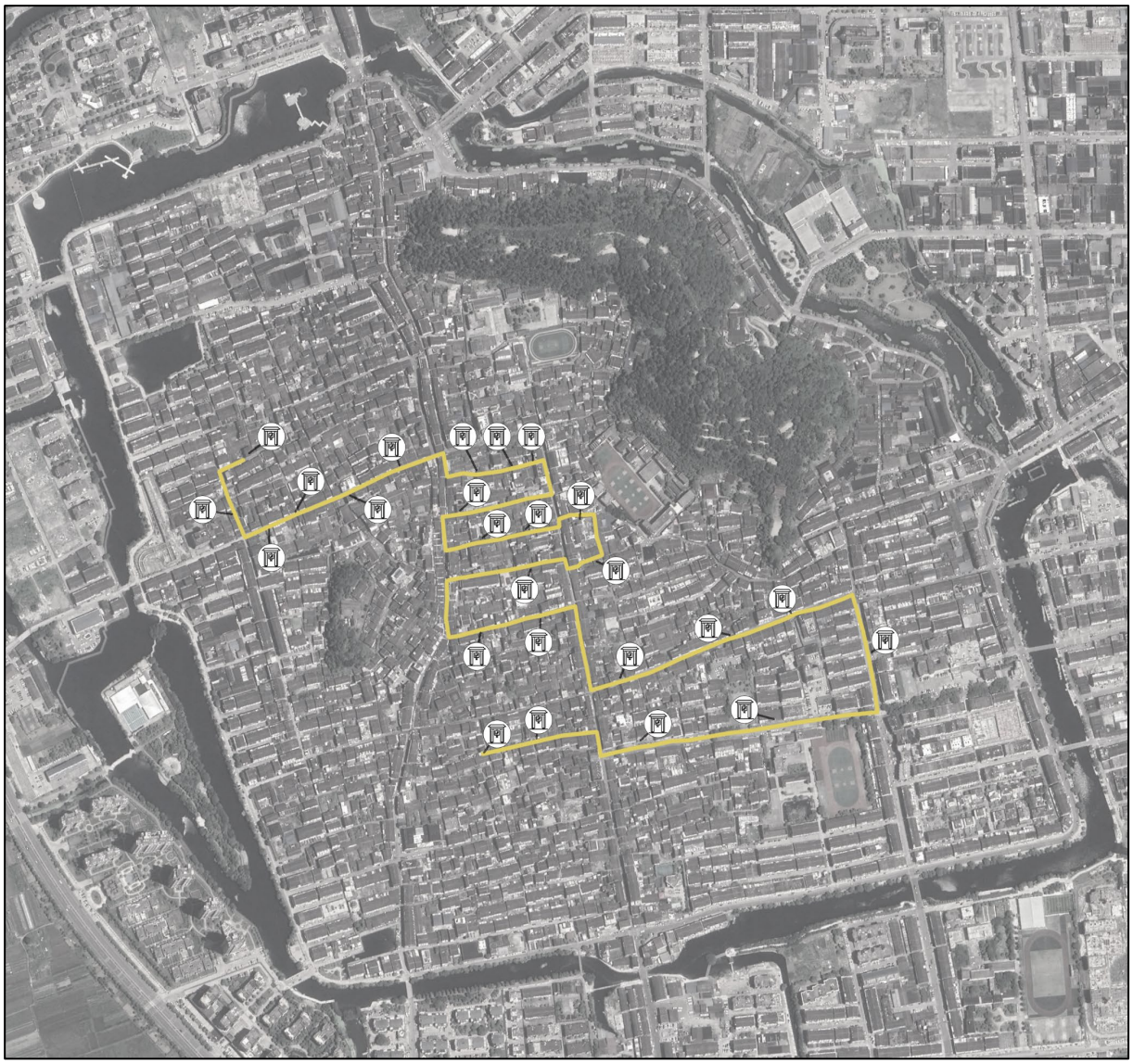

FIGURA 215 - PERCORSO 4 O "I PORTALI DI JINXIANG"

Legenda:

Porte di accesso tradizionali;

Percorso individuato;

FIGURA 216 - ESEMPIO DI PORTALE DI INGRESSO TRADIZIONALE CINESE

FIGURA 217 - ESEMPIO DI PORTALE DI INGRESSO TRADIZIONALE CINESE

5. BIBLIOGRAFIA

Bertan, F., & Foccardi, G. (1998). *Architettura Cinese - Il trattato di Li Chien.* Torino: STRENNA UTET.

Brandi, C. (2000). *Teoria del restauro.* Bologna: Piccola biblioteca Einaudi.

Bussagli, M. (1981). *Architettura Orientale.* Milano: Electa.

Demiéville, P. (1925). *Che-yin Song Li Ming-tchong Ying tsao fu-che.* -: BEFEO.

Gernet, J. (1900). *La vita quotidiana in Cina alla vigilia dell'invasione mongola.* -: Rizzoli.

Gernet, J. (1978). *Il mondo cinese. Dalle prime civiltà alla Repubblica popolare.* -: Einaudi.

Knapp, R. (1989). *China's Vernacular Architecture: House Form and Culture.* Honolulu: University of Hawaii Press.

Micieli, M. (2019). *Aerofotogrammetria con i droni - Mappatura e modellazione 3D del territorio con tecniche aerofotogrammetriche da SAPR.* Palermo: Dario Flaccovio Editore.

Mirams, D. G. (1940). *A brief history of Chinese architecture.* Shangai : Kelly & Walsh.

Pirazzoli, M., & Serstevens, A. (1996). *La Cina.* Torino: UTET.

Qingxi, L. (2002). *Ancient Chinese Architecture.* Beijing: Foreign Languages.

Qingxi, L. (2008). *Traditional Architectural Culture of China.* Beijing: China Travel and Tourist.

Ruitenbeek, K. (1992). *Carpentry and Building in Late Imperial China: A Study of the Fifteenth-Century Carpenter's Manual Lu Ban Jing.* New York: Brill Academic Pub.

6. SITOGRAFIA

https://digilander.libero.it/carlopala/08legno/defteo.htm;

https://www.goccediperle.it/gocce-d-arte/architettura-non-occidentale/architettura-cinese/;

http://italian.cri.cn/chinaabc/chapter7/chapter70205.htm;

https://it.wikipedia.org/wiki/Architettura_cinese;

https://www.artribune.com/attualita/2013/03/la-condizione-dellarchitettura-cinese/;

http://www.arch.ncku.edu.tw/eng/caad/caad.htm;

https://www.stile.it/2013/11/04/bamb-il-futuro-delledilizia-16775-id-108203/;

http://bim.acca.it/hbim-bim-applicato-edilizia-esistente/#;

https://www.abebooks.com/servlet/BookDetailsPL?bi=22634281915&searchurl=an%3Dlou%2Bqingxi%26sortby%3D17&cm_sp=snippet-_-srp1-_-title1;

https://www.abebooks.com/servlet/BookDetailsPL?bi=22843297146&searchurl=an%3Dlou%2Bqingxi%26sortby%3D17&cm_sp=snippet-_-srp1-_-title3;

https://www.abebooks.com/servlet/SearchResults?an=lou%20qingxi&cm_sp=sort-_-SRP-_-Results&sortby=7;

https://www.purpleculture.net/traditional-architectural-culture-of-china-p-2882/;

https://www.purpleculture.net/traditional-architectural-culture-of-china-p-2882/;

https://www.hilti.ch/content/hilti/E3/CH/it/products/bu-anchors/sistemi-di-fissaggio-per-ogni-applicazione.html;

https://it.wikipedia.org/wiki/Tenone_e_mortasa;

https://it.wikipedia.org/wiki/Giardino_cinese;

http://ilcarpentiere.altervista.org/architettura-doriente-vs-occidente-legno-vs-pietra/?doing_wp_cron=1570177098.8103530406951904296875;

https://inhabitat.com/hwcds-floating-bamboo-courtyard-teahouse-is-a-zen-space-for-a-tea-party/bamboo-courtyard-teahouse-hwcd-10;

https://www.architetturaecosostenibile.it/architettura/criteri-progettuali/precetti-architettura-cinese-trattato-164;

https://www.artribune.com/attualita/2013/03/la-condizione-dellarchitettura-cinese/;

http://ilcarpentiere.altervista.org/architettura-doriente-vs-occidente-legno-vs-pietra/?doing_wp_cron=1570177098.8103530406951904296875https://www.bambuseto.it/il-bambu/trattamenti-del-bambu/;

http://andrew.li/yzfs/yzfswebp/index.htm;

http://andrew.li/yzfs/yzfs_new/a1.htm;

http://andrew.li/yzfs/yzfs_new/b14.htm;

7. NORMATIVE

UNI 11337-4:2017 - *Edilizia e opere di ingegneria civile - Gestione digitale dei processi informativi delle costruzioni;*

AIA G202:2013 - *Project Building Information Modeling Protocol Form;*

NTC 2018 - *Norme tecniche per le costruzioni;*

EC 1-2016 UNI EN 1995-1-1:2014 - *Eurocodice 5 - Progettazione delle strutture di legno - Parte 1-1: Regole generali - Regole comuni e regole per gli edifici;*

UNI 11182-2006 - *Beni culturali - Materiali lapidei naturali ed artificiali - Descrizione della forma di alterazione - Termini e definizioni;*

UNI EN ISO 4016:2011 - *Viti a testa esagonale con gambo parzialmente filettato;*

UNI EN ISO 7089:2001 - *Rondelle piane - Serie normale;*

UNI EN ISO 4035:2013 - *Dadi esagonali;*

UNI EN 10056-1:2017 - *Angolari ad ali uguali e disuguali di acciaio per impieghi strutturali;*

UNI EN 10163-1:2005 - *Condizioni di fornitura relative alla finitura superficiale di lamiere, larghi piatti e profilati di acciaio laminati a caldo;*

UNI EN ISO 6946:2018 - *Componenti ed elementi per edilizia - Resistenza termica e trasmittanza termica - Metodi di calcolo;*

UNI EN ISO 10456:2008 - *Materiali e prodotti per edilizia - Proprietà igrometriche - Valori tabulati di progetto e procedimenti per la determinazione dei valori termici dichiarati e di progetto;*

UNI 10351:2015 - *Materiali e prodotti per edilizia - Proprietà termoigrometriche - Procedura per la scelta dei valori di progetto;*

UNI EN ISO 13788:2013 - *Prestazione igrotermica dei componenti e degli elementi per edilizia - Temperatura superficiale interna per evitare l'umidità superficiale critica e la condensazione interstiziale - Metodi di calcolo;*

8. ALLEGATI

Sono qui elencati gli elaborati grafici realizzati e indicizzati mediante il sistema di codifica realizzato formato dall'indicazione progressiva del numero di tavola e da una seconda classificazione per tipologia argomento trattato.

Viene quindi ora indicato l'indice degli elaborati:

T01-I01 – *Inquadramento di Jinxiang;*

T02-I02 – *Carte urbanistiche di Jinxiang;*

T03-I03 – *Carte urbanistiche di Jinxiang;*

T04-I04 – *Carte urbanistiche di Jinxiang;*

T05-I05 – *Carte urbanistiche di Jinxiang;*

T06-I06 – *Carte urbanistiche di Jinxiang;*

T07-C01 – *Descrizione del complesso;*

T08-C02 – *Rilievo fotografico;*

T09-C03 – *Fasi costruttive del complesso;*

T09-C03 – *Fasi costruttive del complesso;*

T10-C04 – *Fasi costruttive del complesso;*

T11-C05 – *Fasi costruttive del complesso;*

T12-D01 – *Rilievo aerofotogrammetrico;*

T13-A01 – *Analisi strutturale e interventi;*

T14-A02 – *Analisi strutturale e interventi;*

T15-A03 – *Analisi strutturale e interventi;*

T16-A04 – *Analisi dei degradi e interventi;*

T17-A05 – *Analisi dei degradi e interventi;*

T18-A06 – *Analisi dei degradi e interventi;*

T19-A07 – *Analisi dei degradi e interventi;*

T20-P01 – *Comparativa del complesso;*

T21-P02 – *Museo - Padiglione 1;*

T22-P03 – *Museo - Padiglione 1;*

T23-P04 – *Museo - Padiglione 1;*

T24-P05 – *Museo – Padiglione 2;*

T25-P06 – *Museo – Padiglione 2;*

T26-P07 – *Museo – Padiglione 2;*

T27-P08 – *Museo – Padiglione 3;*

T28-P09 – *Museo – Padiglione 3;*

T29-P10 – *Museo – Padiglione 3;*

T30-P11 – *Museo – Padiglione 4;*

T31-P12 – *Museo – Padiglione 4;*

T32-P13 – *Museo – Padiglione 4;*

T33-P14 – *Soluzione ricettiva – Piano terra;*

T34-P15 – *Soluzione ricettiva – Piano 1;*

T35-P16 – *Soluzione ricettiva – Piano 2;*

T36-P17 – *Soluzione ricettiva;*

T37-R01 – *Proposta di retrofit 1;*

T38-R02 – *Proposta di retrofit 1;*

T39-R03 – *Proposta di retrofit 1;*

T40-R04 – *Proposta di retrofit 2;*

T41-R05 – *Proposta di retrofit 2;*

T42-R06 – *Proposta di retrofit 2;*

T43-R07 – *Proposta di retrofit 3;*

T44-R08 – *Proposta di retrofit 3;*

T45-R09 – *Proposta di retrofit 3;*

T46-U01 – *Proposta di nuovi percorsi;*