

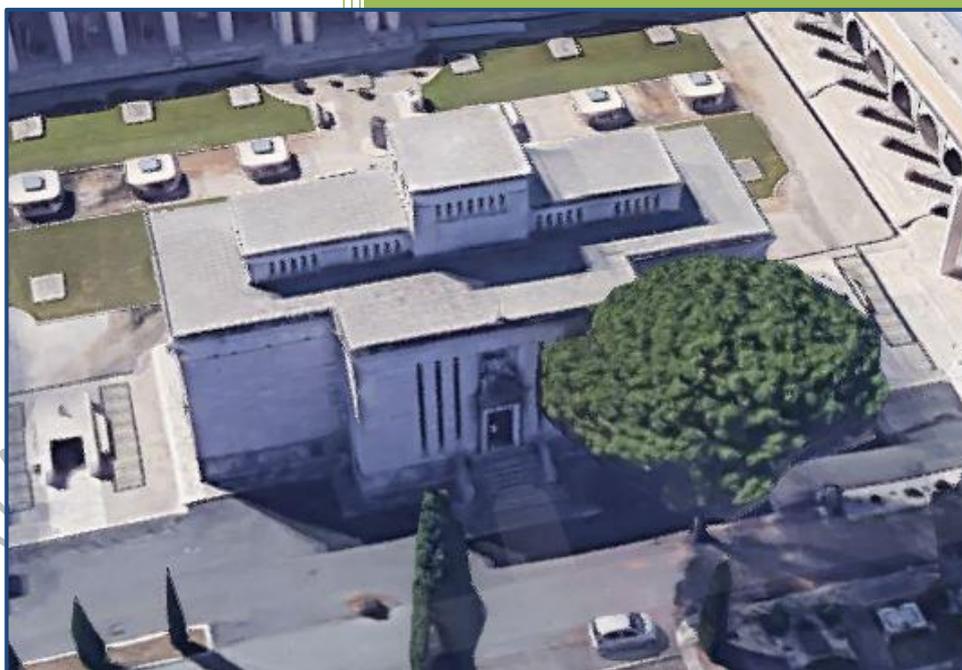
Geom. Claudio Carrozza

OPERATORE PND (TT) CIVILE di LIVELLO 2° NORMA UNI 9712:12

CERTIFICAZIONE BUREAU VERITAS ITALIA S.p.A. N° 17/BO/FA/0181C



REPORT TERMOGRAFICO E ANALISI PROPEDEUTICA AI LAVORI DI RESTAURO CONSERVATIVO DELLE SUPERFICI DI RIVESTIMENTO INTERNE ED ESTERNE DELLA CAPPELLA DELLA VENERABILE ARCICONFRATERNITA DI CARITA' VERSO I TRAPASSATI SITA NEL CIMITERO "CAMPO VERANO"



Via del Giordano 37

00144 ROMA

10/09/2019



RELAZIONE SPECIALISTICA

1. Obiettivi dell'Analisi

La conditio in divenire della Cappella ha reso necessaria, oltre ad interventi specialistici già eseguiti, l'esecuzione di un report termografico per permettere di verificare il grado complessivo di aderenza dei rivestimenti in pietra, esterni ed interni la Cappella. Gli interventi che si dovranno attuare in futuro come prevedibile, riguardano la sostituzione degli elementi gravemente ammalorati, l'integrazione di parti mancanti, l'eliminazione delle infiltrazioni dalle coperture, il miglioramento del grado termometrico ambientale, il fissaggio degli elementi allentati che risultano in normale stato conservativo.

2. Stato di Conservazione

Attualmente lo stato di conservazione della Cappella (interno ed esterno) può definirsi di media compromissione, questo a causa di molteplici elementi che nel tempo hanno prodotto differenti tipologie di degrado come verrà spiegato più avanti. L'analisi e la tipizzazione di questi fattori, prodotti tanto da fenomeni esogeni, quanto da endogeni, ha dato modo di definire in via speditiva alcune indicazioni sulle future procedure d'intervento.

3. Alterazioni Fisiche

In questa categoria che riguarda le alterazioni fisiche vanno ascritte quelle azioni meccaniche, sia di carattere antropico che naturale, che sono state capaci di indurre stress nei materiali.

3.1 Lesioni e Rotture

Questa tipologia di ammaloramenti che fortunatamente rappresenta quella meno estesa, risulta a sua volta divisibile in due categorie principali. La prima è quella della "filatura".

Si tratta di lesioni di carattere superficiale perlopiù prodotte da cedimenti imputabili ai cicli stagionali o comunque alle escursioni termiche (stress termico). La seconda sono le lesioni così dette “passanti” o comunque di una profondità maggiore rispetto all'asse mediano individuato sullo spessore della lastra.

3.2 Aggiunte, inserti a alterazioni cromatiche

Lungo le superfici esterne sono stati riscontrati alcuni inserti metallici. Gli stessi appaiono di epoca recente e non sembrano corrispondere a degli ancoraggi utilizzati per riammorsamenti. Nei rivestimenti interni sono presenti diverse stuccature sulle lastre eseguite per la ricostruzione delle stesse. Le alterazioni chimiche, presenti sui rivestimenti interni, sono il risultato prodotto dalla patina di acqua che si forma quando il livello di umidità ambientale supera determinati valori e soggetta a fenomeni di condensazione superficiale per raggiunto punto di rugiada. Tale circostanza, oltre ad essere stata accertata de visu, è stata accertata attraverso l'installazione di data logger, strumenti in grado di rilevare simultaneamente il grado di temperatura ambientale, umidità relativa e punto di rugiada. L'acqua è l'agente di degrado più importante, non solo perché agisce da solvente e veicola gli inquinanti, ma anche perché partecipa essa stessa attivamente a molte delle reazioni di degrado dei materiali marmorei e in pietra.

3.3 Patine biologiche

Gli elementi biologici a carattere infestante rilevati sono di varia natura, compatibili con le tipologie più comuni per il sito e per materiali utilizzati. Si tratta in prevalenza di muschi inseritisi all'interno delle fessurazioni e/o alveolizzazioni sia naturali che sopraggiunte. Tali fenomeni sono prevalentemente manifesti sul prospetto della Cappella con orientamento a nord e sul perimetro della gronda di copertura dove nel caso specifico si evidenzia il fenomeno della solubilizzazione in quanto l'acqua piovana origina l'acido solforico che è un acido forte ad altissima corrosiva ed ossidante.

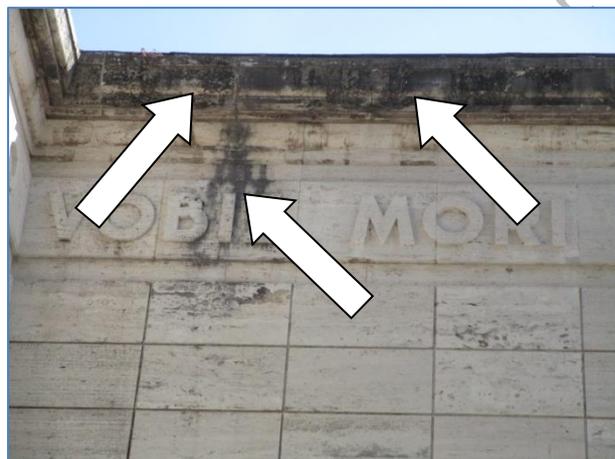
3.4 Croste

Lo strato delle polveri rilevate sulla statua presenta spessori variabili in funzione fondamentalmente della posizione e del dilavamento. Si è infatti potuto notare, nonché rilevare attraverso la termografia, come gli spessori minori diminuiscono verso la parte di statua più protetta dagli agenti atmosferici. Le polveri depositate sono generalmente attribuibili all'azione dei microrganismi che contengono in genere solfati, sali complessi

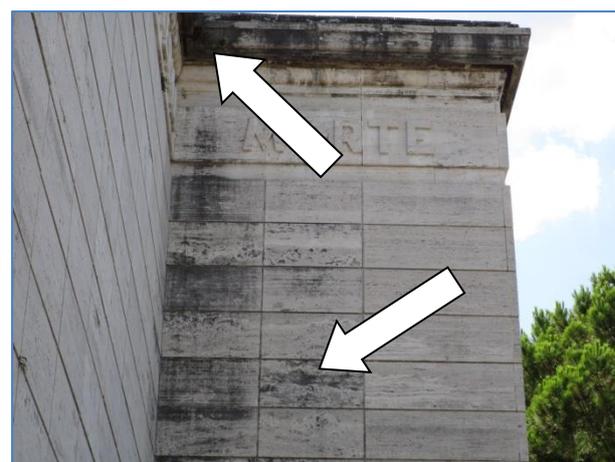
di ferro, polveri naturali e residui metabolici. In atmosfere urbane sono generalmente di colore scuro a causa delle sostanze carboniose depositate dall'aria.

4. Alterazioni dei prospetti esterni

Le diverse forme di alterazioni sono documentate fotograficamente come di seguito:

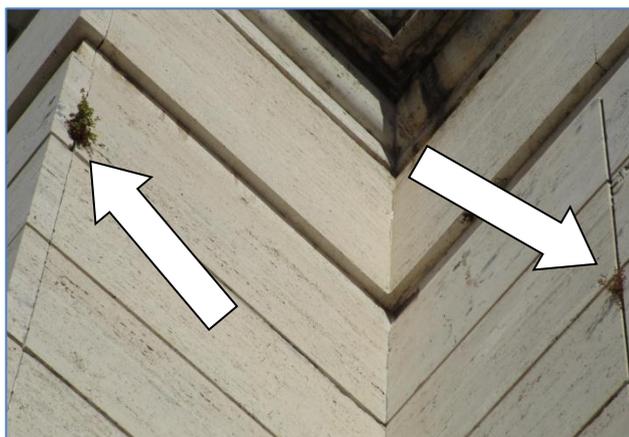


Nelle immagini soprastanti, estratte sul prospetto nord della Cappella, è visivamente apprezzabile la modificazione dello strato superficiale del materiale lapideo e della statua. La crosta rinvenibile sulla statua e sul relativo basamento posto sopra il portone di accesso alla Cappella, nonché su parte delle lastre in travertino, è distinguibile per le caratteristiche morfologiche e per il colore.



Alcune parti delle lastre si presentano disgregate e polverulenti a causa del distaccamento spontaneo della crosta dal substrato. Gli effetti del fenomeno della solubilizzazione è chiaramente evidente all'esterno della gronda perimetrale dove la tracimazione dell'acqua, che avviene per effetto di un non propriamente corretto deflusso

delle acque meteoriche, ha provocato la corrosione e ossidazione della parte superficiale della pietra. Sebbene in modo non invasivo risulta presente in alcuni punti la formazione di vegetazione di tipo erbaceo.



In gran parte delle lastre sono presenti cavità di forma e dimensioni variabili, così detti alveoli, con una distribuzione non uniforme. Nell'immagine di destra è visibile un distacco di una lastra rispetto a quella sottostante. Altresì si rileva un diffuso fenomeno di erosione delle lastre.

5. Alterazioni dei rivestimenti interni alla Cappella

Lo stato manutentivo dei rivestimenti all'intero della Cappella risulta ben più compromesso rispetto a quello dei rivestimenti esterni. La grave situazione termo igrometrica dovuta alla pressoché assenza di aerazione naturale unitamente allo stato di umidità causato dalle infiltrazioni della copertura ha causato e sta causando in maniera esponenziale la degenerazione superficiale delle lastre di rivestimento.

Le diverse forme di alterazioni sono documentate fotograficamente come di seguito:



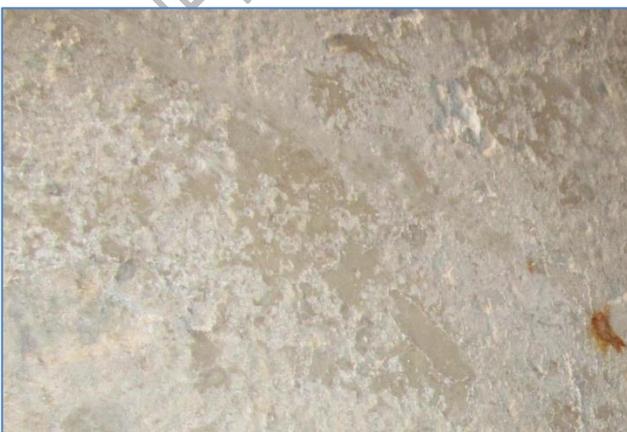
Dalle immagini soprastanti si rileva una decoesione con distaccamento della parte superficiale della pietra in minuti frammenti o sotto forma di polvere. E' presente altresì un'alterazione cromatica causata dalla capillarità dell'acqua penetrata attraverso la superficie esterna dei paramenti. Alla bussatura di alcune lastre si percepisce chiaramente che la parte superficiale è in via di distaccamento.



Piano Terreno



Piano Terreno



Piano S1



Piano S1

Dalle foto soprastanti si individua la formazione di efflorescenze con formazione superficiale di aspetto filamentoso di colore biancastro (solfato di calcio). Ciò è dovuto al deposito dei cristalli di sale creati dalla semplice evaporazione dell'acqua, nella quale risultavano disciolti all'interno del materiale. Tale fenomeno rilevato su diverse lastre al piano terreno della cappella risulta maggiormente accentuato nei piani sotterranei dove risultano interessate intere lastre. Se le efflorescenze superficiali sono solo antiestetiche e possono essere facilmente rimosse, quelle poste sotto lo strato superficiale (sub efflorescenze) è causa dello sgretolamento del materiale. La mancanza di un sistema di ventilazione favorisce la formazione di uno stato di condensazione sui rivestimenti e sulle lapidi con successiva formazione di efflorescenze come sopra rappresentato.

In data 19 Giugno u.s. lo scrivente a seguito di un sopralluogo esperito per i rilievi termografici ha rilevato che al piano S1 era in atto una forte formazione di condensa come di seguito riportato nelle immagini fotografiche.

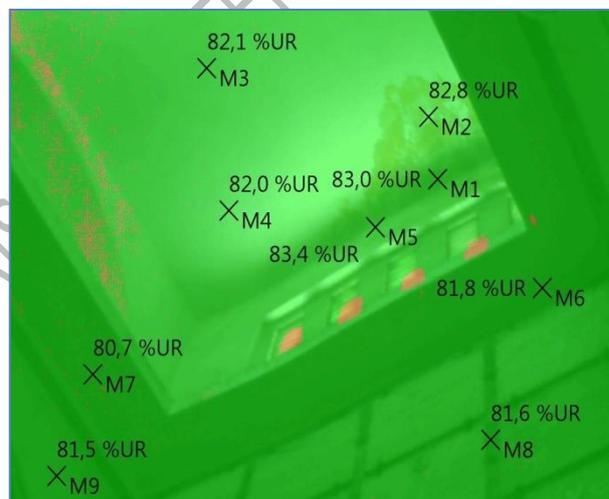
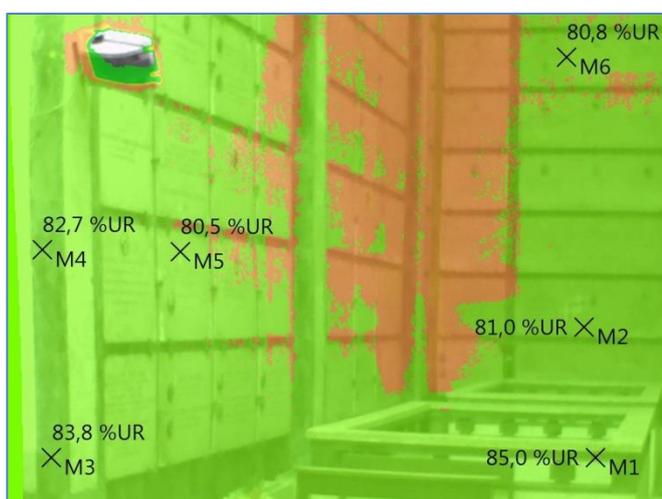


Durante il corso delle successive indagini termografiche, benché il fenomeno non risultava presente, l'umidità relativa risultava attestarsi intorno al 75% rispetto ad una umidità rilevata al piano terreno pari al 57%. E' evidente che la condensazione, nel periodo estivo, avviene a seguito di temperature più alte e quindi con una maggiore produzione di vapore acqueo che va a condensarsi sotto forma di acqua sulle lastre di rivestimento e lapidi che risultano ad una temperatura più bassa. Detta umidità peraltro, ha danneggiato anche gli intonaci posti sul vano scala sul tratto che collega il piano terreno al piano S1 come di seguito documentato.

Di seguito, a titolo esemplificativo, si riporta l'estratto di un rilevamento eseguito con l'ausilio di un data logger in grado di rilevare simultaneamente ogni 10 minuti la

temperatura ambiente, l'umidità relativa e il punto di rugiada. Lo stesso fu posizionato al piano terreno della Cappella ad Ottobre 2018.

DATA	TEMP. AMBIENTALE	UMIDITA' RELATIVA	DEW POINT
11/10/2018 19:23	21,2	84,0 %	18,4
11/10/2018 19:33	21,2	84,0 %	18,4
11/10/2018 19:43	21,1	84,0 %	18,3
11/10/2018 19:53	21,1	84,0 %	18,3
11/10/2018 20:03	21,1	84,1 %	18,3
11/10/2018 20:13	21,1	84,3 %	18,3
11/10/2018 20:23	21,1	84,0 %	18,3
11/10/2018 20:33	21,1	84,4 %	18,4
11/10/2018 20:43	21,1	84,1 %	18,3
11/10/2018 20:53	21,1	83,5 %	18,2
11/10/2018 21:03	21,1	83,9 %	18,3



I termogrammi soprastanti simulano lo stato di umidità dei rivestimenti e degli intonaci nelle condizioni grometriche riportate in tabella. Si sono inseriti nei termogrammi il valore di umidità relativa 84,3 e temperatura ambiente 21,1 ° C. Per la verifica dello stato di umidità dei rivestimenti si è utilizzata un'isoterma di colore verde con intervallo di temperatura compreso tra 80 e 86 % di Umidità superficiale. Come si può vedere quasi tutte le superfici che allo stato dello scatto presentavano una temperatura media di 21,0 ° C presenterebbero una significativa umidità superficiale.



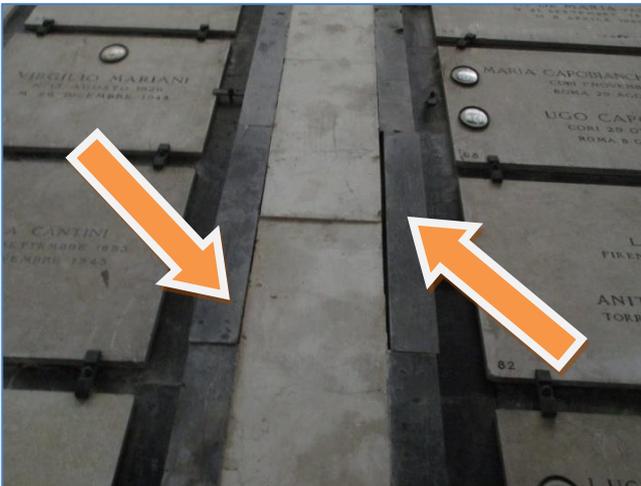
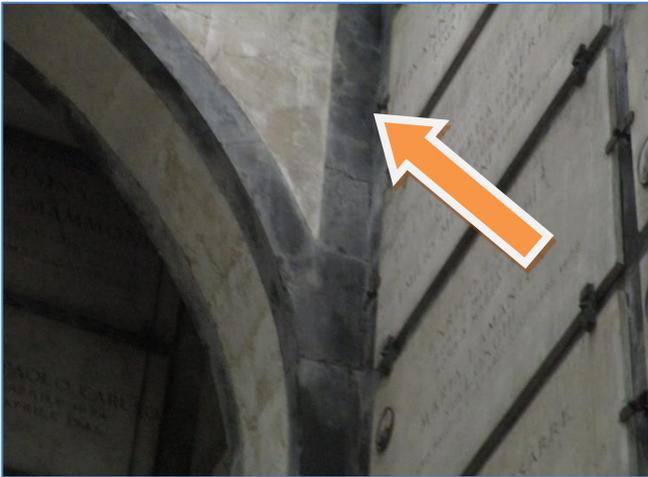
Oltre a quanto sopra rappresentato si è accertato la fratturazione del materiale che ha implicato lo spostamento reciproco delle parti. Tale circostanza è stata rinvenuta sulle arcate del piano terreno che peraltro costituisce uno stato di pericolo per i visitatori. Le lastre costituite da marmo di tipo coreno e i fianchi di chiusura in marmo di tipo bardiglio presentano delle variazioni cromatiche localizzate sulla superficie e causate principalmente dal deposito dell'acqua sulla loro superficie. Al piano S1 in corrispondenza dell'Altare l'angolo compreso tra le lapidi e l'arcata principale, costituito da un angolare in marmo bardiglio risulta frantumato e distaccato dal supporto retrostante.



Piano S1 frattura della cornice angolare



Particolare frattura e infiltrazione



Piano Terra spostamento dei materiali

Piano Terra Lesione e spostamento

Relativamente allo stato delle coperture ed in particolare alla parte intradossale si sono accertati visivamente sia fenomeni infiltrativi pregressi sia fenomeni infiltrativi in atto. Si fa presente altresì che in parte l'ammaloramento degli intonaci è dovuto al pessimo stato igrometrico riscontrato durante le rilevazioni strumentali che favorisce la risalita del vapore acqueo con conseguente condensazione sul solaio e sulle pareti intonacate perimetrali. Evidente è l'ammaloramento della cornice perimetrale interna dove in alcuni punti l'intonaco risulta in via di distacco. Da quanto appurato attraverso l'indagine termografica ampie zone di intonaco, posto sulle pareti perimetrali e sui soffitti risultano in via di distacco.



6. Indagine termografica

L'indagine termografica è avvenuta mediante l'ausilio di termocamera **Testo 882** con annesso sensore wireless per la determinazione istantanea della temperatura e grado di umidità relativo. Il rilievo è stato eseguito campionando diversi rivestimenti interni della Cappella sia in modalità passiva che attiva con l'ausilio di un cannone ad aria calda da 33 kw. Per quanto attiene ai rilievi eseguiti sui prospetti esterni gli stessi sono stati condotti in parte in modalità stazionaria in parte in modalità dinamica. Relativamente alla determinazione dei risultati ottenuti si suggerisce di effettuare delle bussature a campione nelle zone maggiormente a rischio.

Con le termografie sono state generate delle mappe in falsi colori, rappresentative delle zone indagate e indice di eventuali anomalie sulla distribuzione delle temperature, che denunciano diversità di strutture e/o problematiche in atto sull'edificio.



SPECIFICHE TECNICHE:

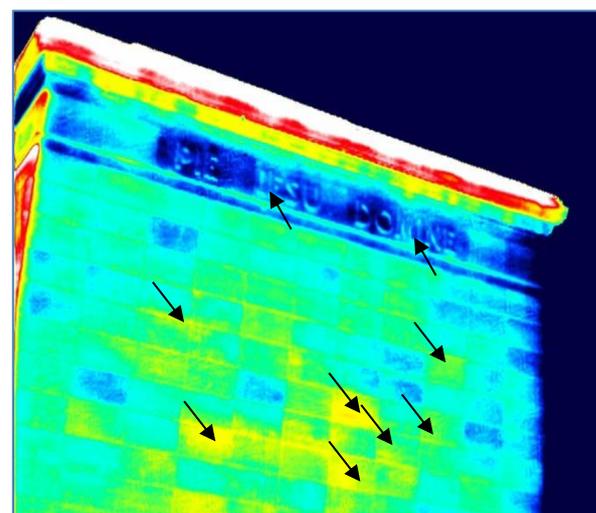
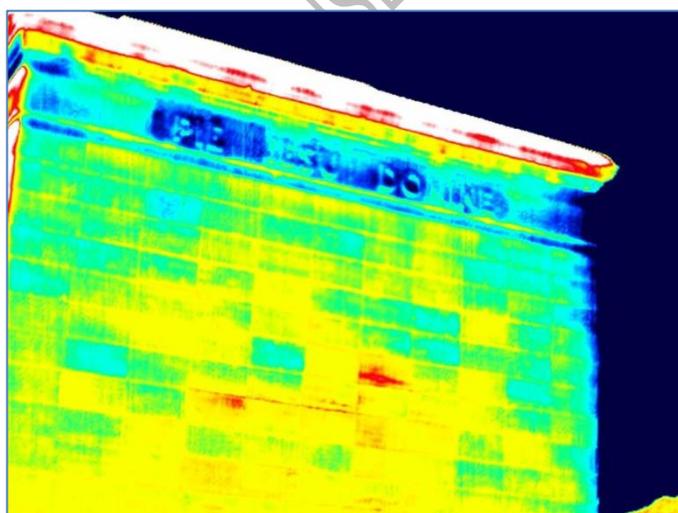
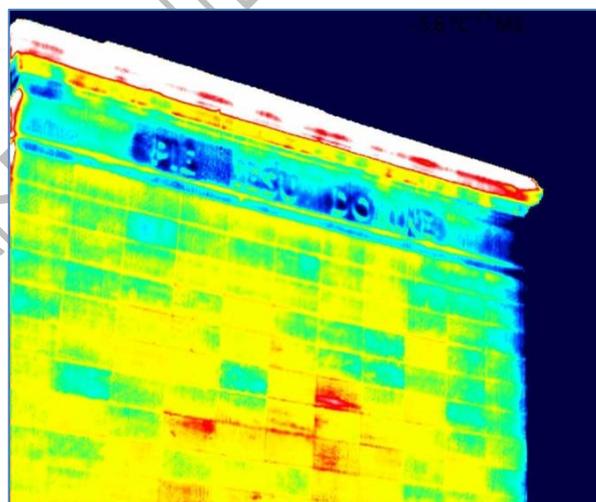
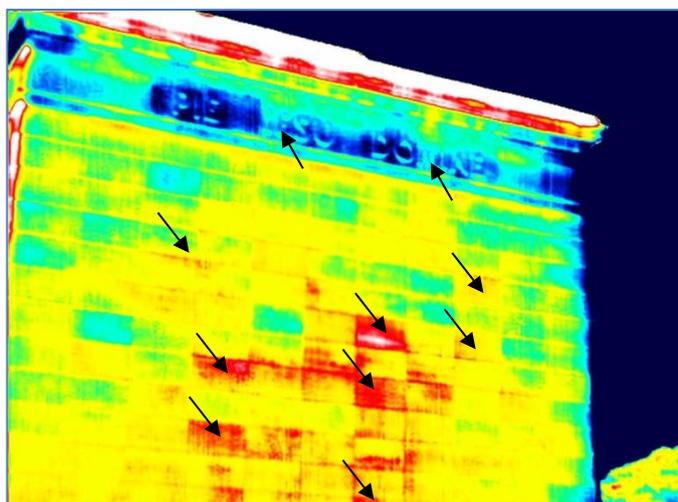
Dimensione sensore 320 x 240 pixel
Risoluzione spaziale 1.7 mrad
Sensibilità termica < 0,06 ° C
Superisoluzione 640 x 480 pixel
Risoluzione Spaziale 1.1. mrad
Campo visivo 32° x 23° / 0.2 m
Sensore wireless temp. e umidità
Taratura Febbraio 2018

effettuate sui prospetti esterni

7. **Analisi termografiche**

I prospetti esterni della cappella che presentano un'altezza alla gronda di circa 9 ml. sono rivestiti con lastre in travertino di spessore circa 5 cm. e dimensioni 1.00 m x 0.50 m. Le stesse risultano posate in linea e ammorsate alla muratura con malta di calce.

PROSPETTO
EST

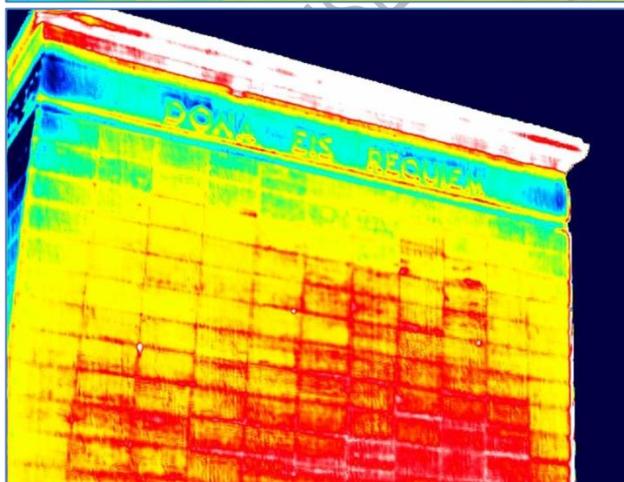
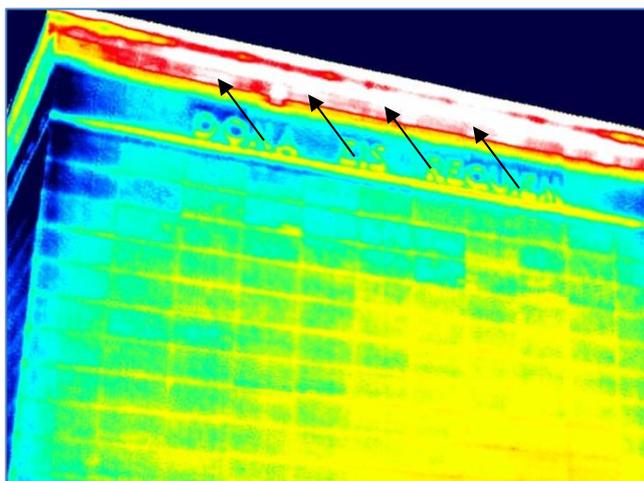


I termogrammi soprastanti sono stati ripresi in modalità dinamica ed in rilascio termico. Da quanto analizzato complessivamente non si rilevano particolari anomalie ad eccezione

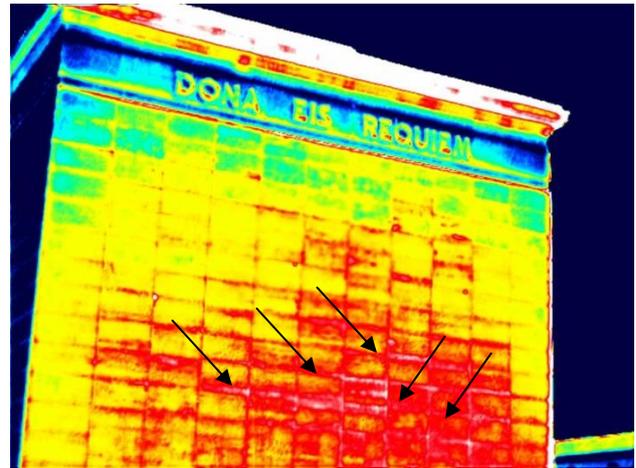
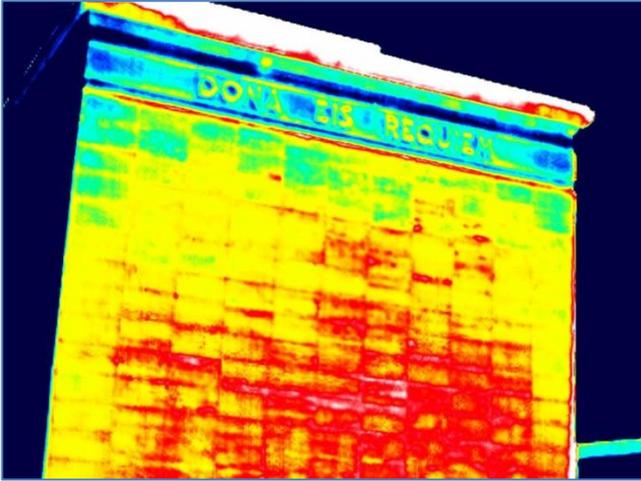
di alcune lastre che potrebbero essere disancorate dal supporto retrostante. Anche alcune lettere poste sulla fascia sommitale perimetrale sono meritevoli di attenzioni. Le erosioni presenti sulle lastre risultano più calde e tale circostanza rientra nella norma tenuto presente della minore inerzia termica della lastra nei punti interessati.



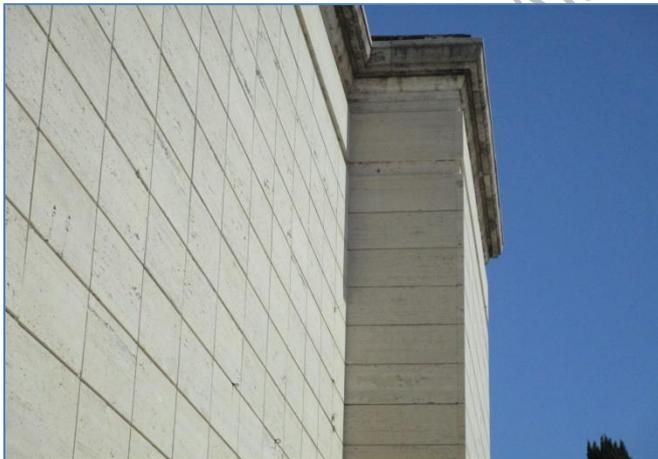
**PROSPETTO
OVEST**



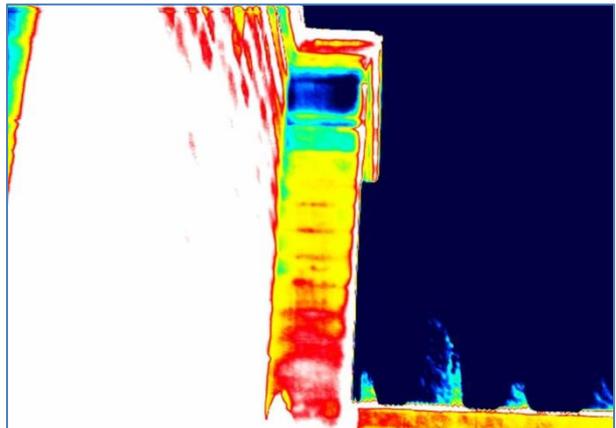
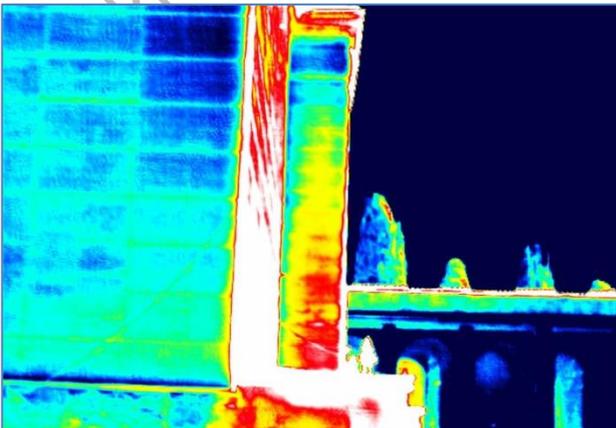
ISPEZIONITERMOGRAFICHE

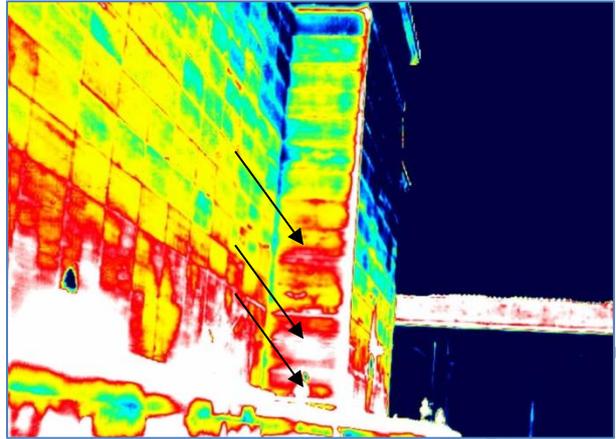
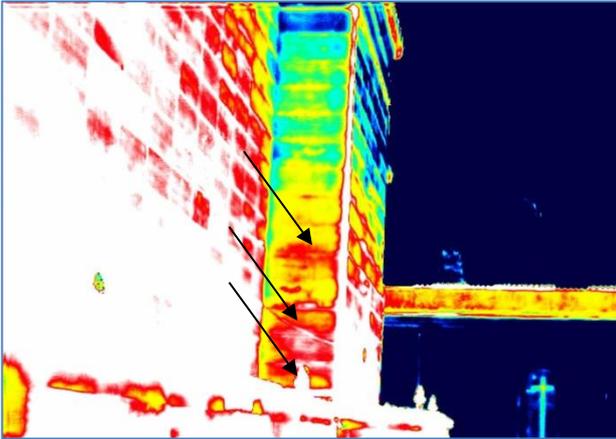


I termogrammi soprastanti sono stati ripresi in modalità dinamica ed in progressione termica in fase di riscaldamento solare. Da quanto analizzato si rileva su buona parte del prospetto una significativa asimmetria termica tale da essere attenzionata per la probabile presenza di vuoti tra le lastre e la muratura retrostante. Sono presenti sul prospetto e sulla fascia sommitale posta al di sopra delle lettere degli inserti metallici. Le erosioni presenti sulle lastre risultano più calde e tale circostanza rientra nella norma tenuto presente della minore inerzia termica della lastra nei punti interessati. Anche l'esterno della gronda potrebbe presentare un distacco superficiale della pietra.



**PROSPETTO LATERALE
OVEST**

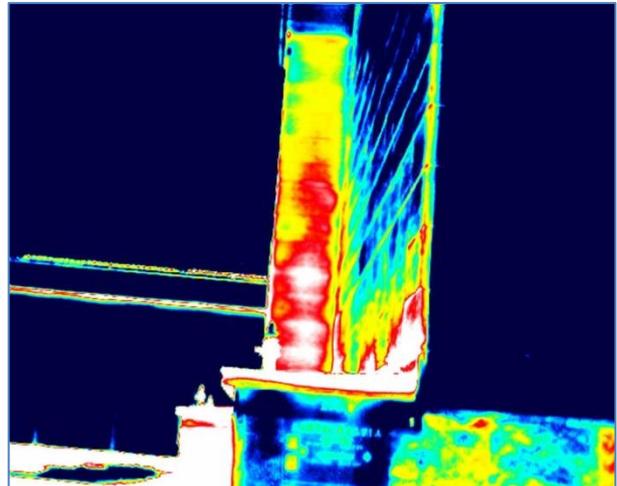
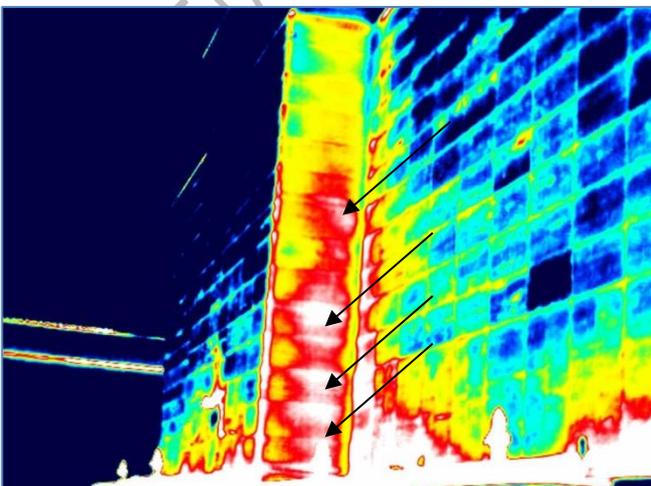


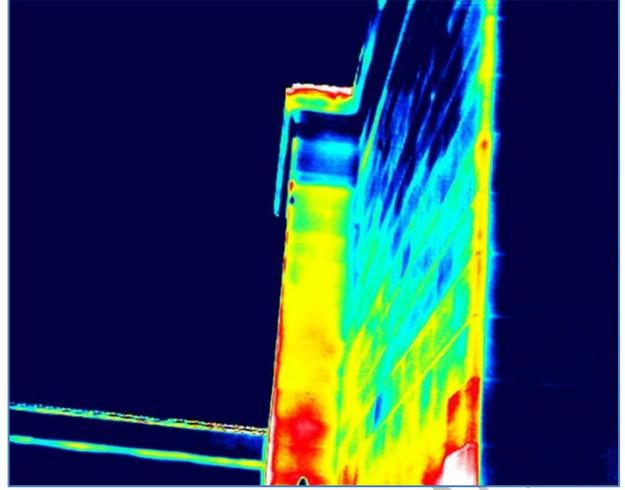
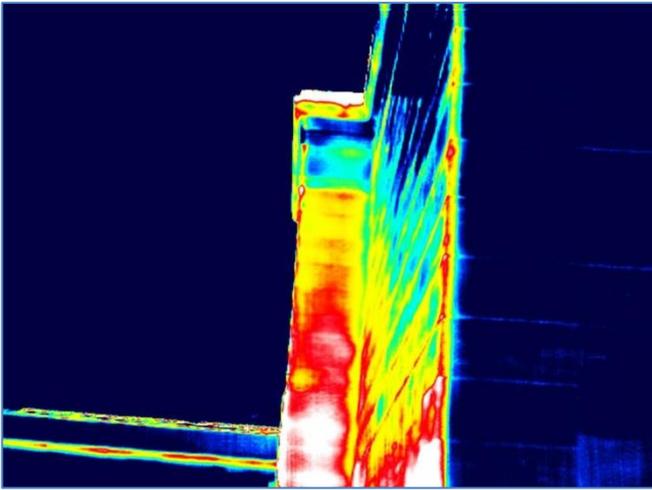


I termogrammi soprastanti sono stati ripresi in modalità dinamica ed in progressione termica in fase di riscaldamento solare. Da quanto analizzato si rilevano significative asimmetrie termiche in corrispondenza delle giunzioni angolari e orizzontali delle lastre. Alcune presentano crescita di vegetazione spontanea. Particolari asimmetrie termiche rilevate sulle prime due lastre probabilmente sono riconducibili in parte alla radiazione della copertura della lapide esterna ed in parte al distacco dal supporto retrostante.



PROSPETTO LATERALE
EST

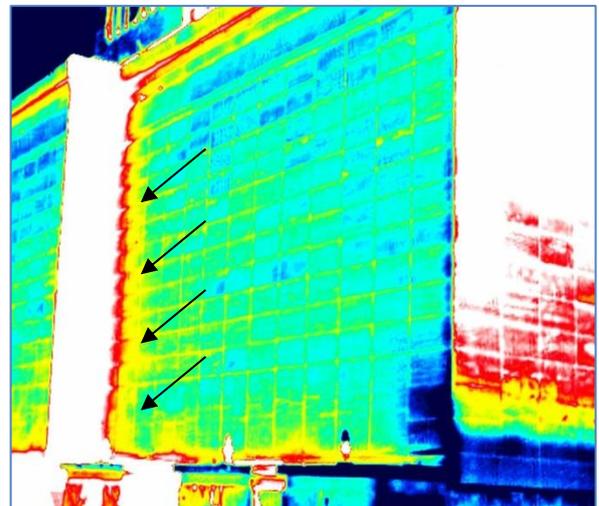
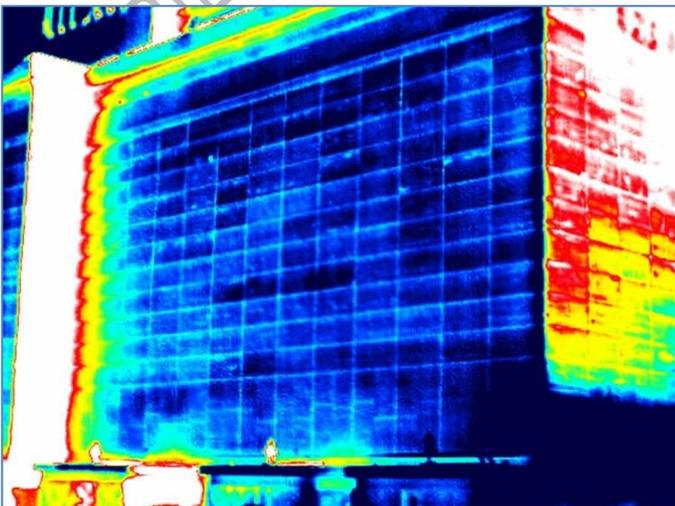


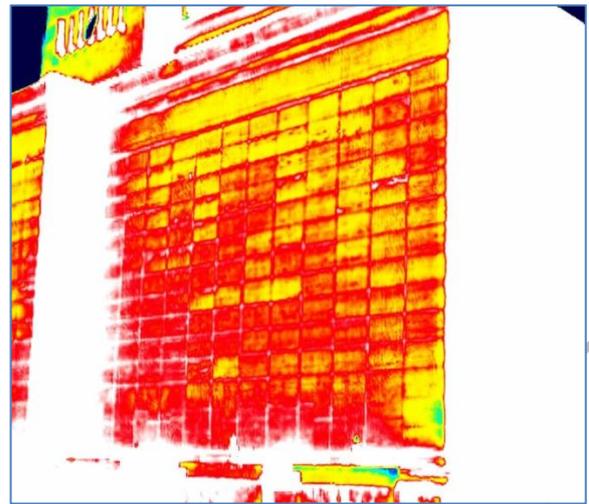
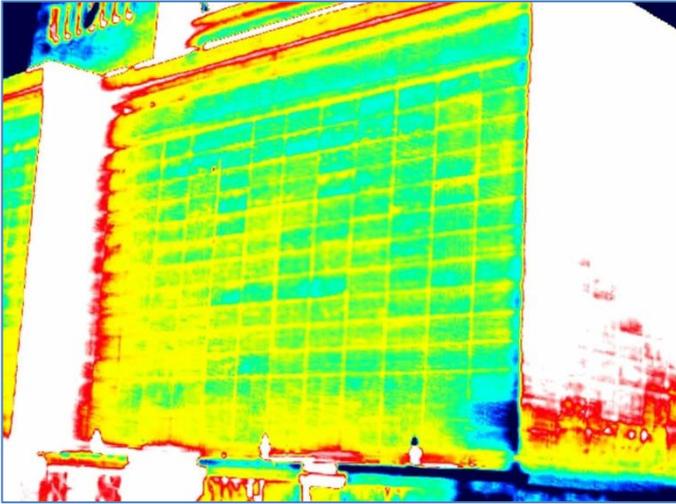


I termogrammi soprastanti sono stati ripresi in modalità dinamica ed in fase di rilascio termico. Analogamente al prospetto precedente si rilevano significative asimmetrie termiche in corrispondenza delle giunzioni angolari e orizzontali delle lastre. Alcune presentano crescita di vegetazione spontanea. Si rilevano significative asimmetrie termiche rilevate su buona parte delle lastre probabilmente riconducibili al distacco dal supporto retrostante.

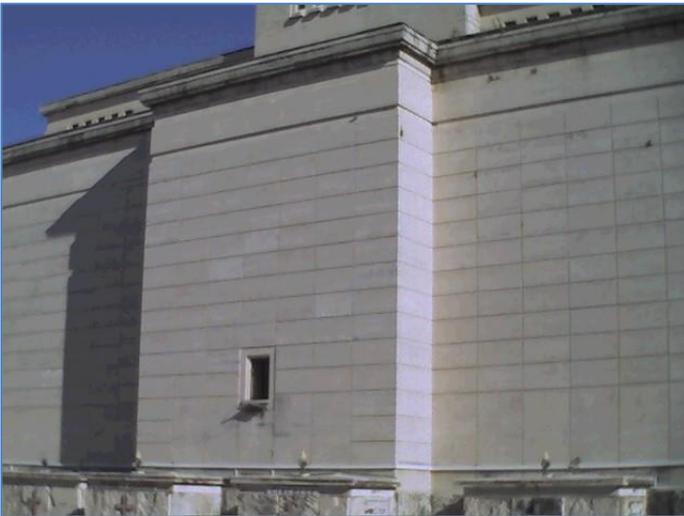


**PROSPETTO RETRO
LATO SUD EST**

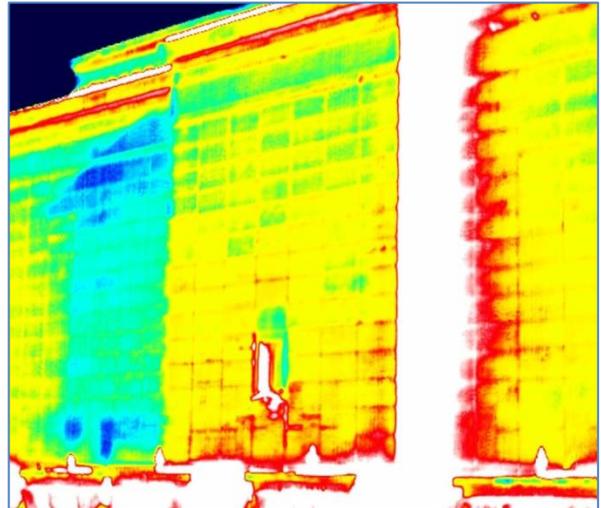
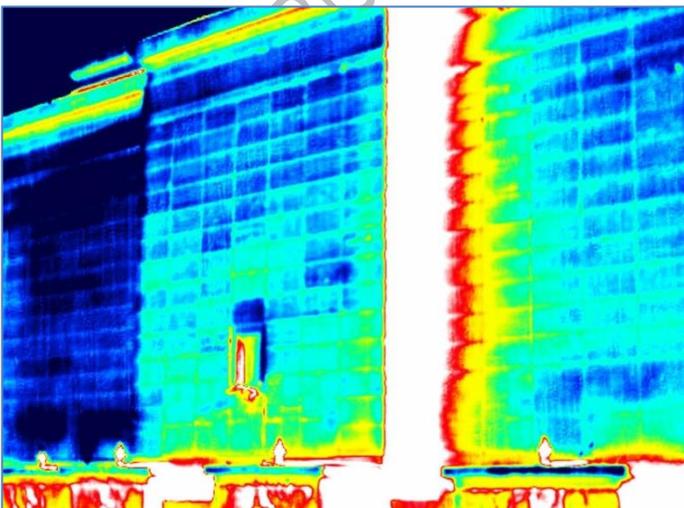


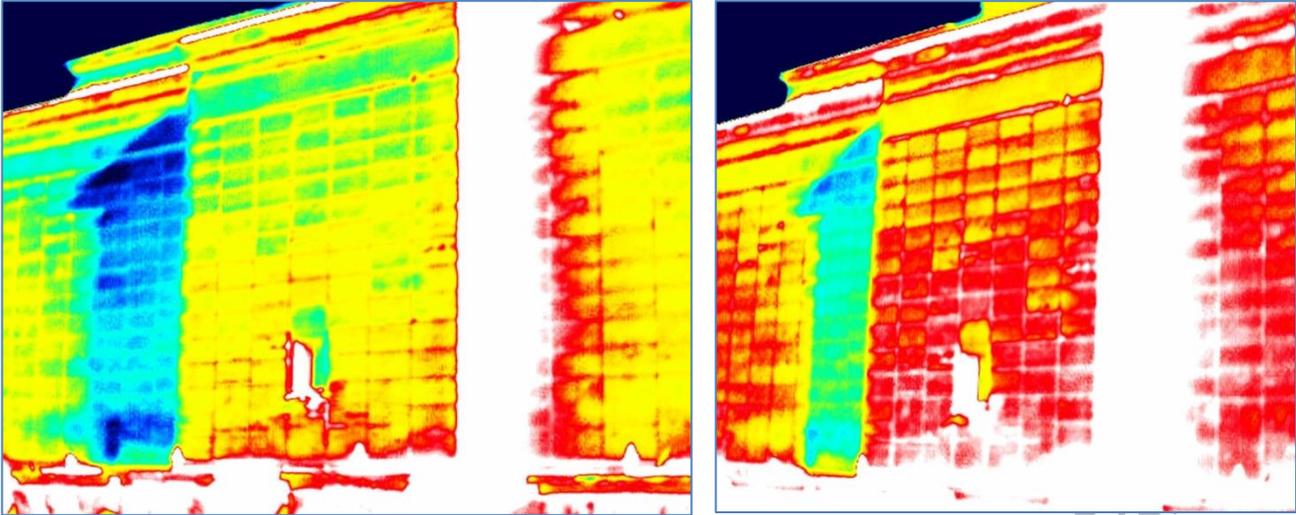


I termogrammi soprastanti sono stati ripresi in modalità dinamica ed in progressione termica in fase di riscaldamento solare. Si rilevano asimmetrie termiche diffuse e le più significative in corrispondenza dell'angolo con il prospetto laterale EST.

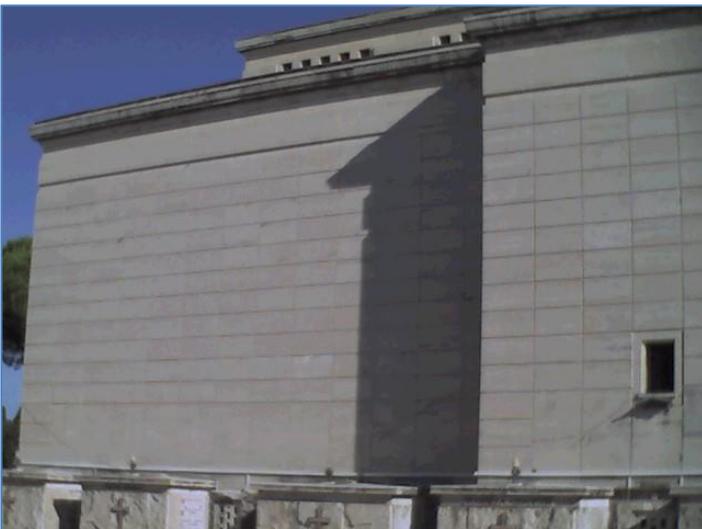


PROSPETTO RETRO
LATO SUD

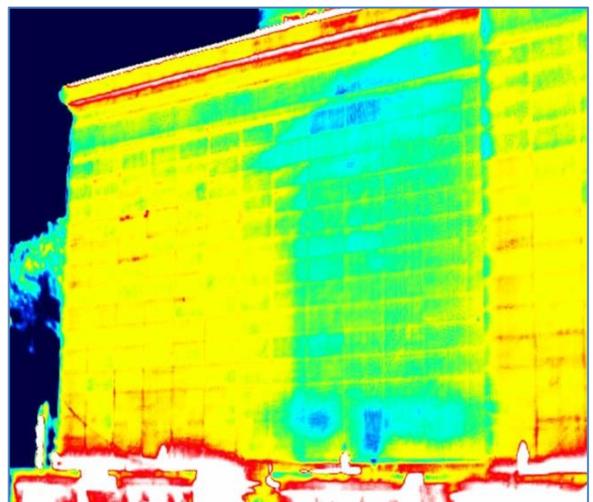
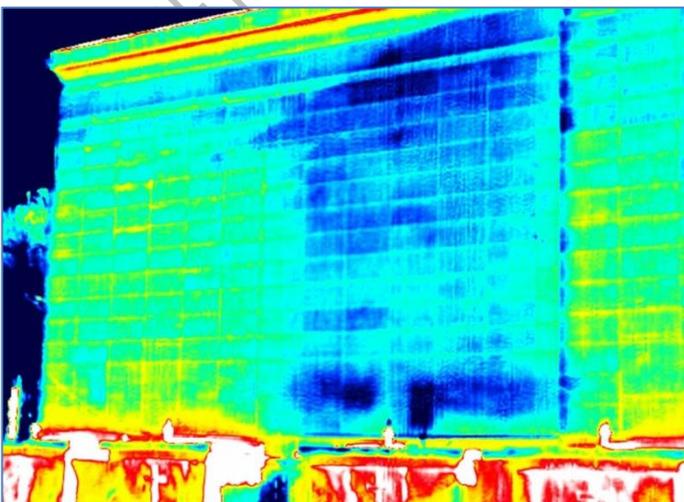


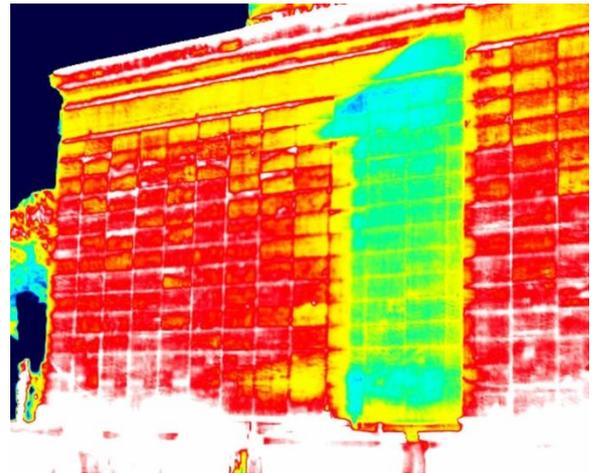
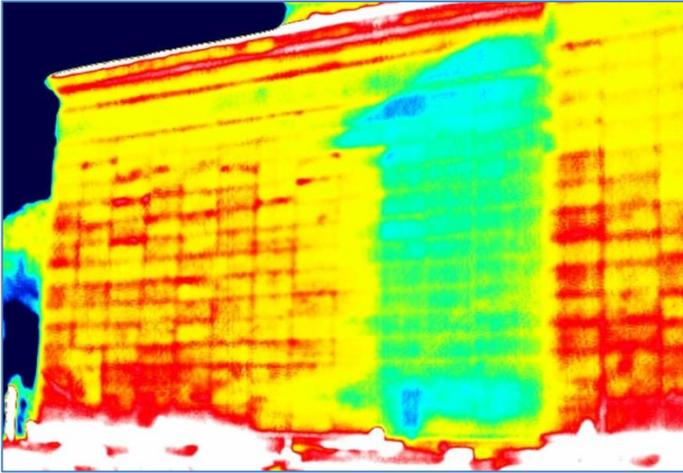


I termogrammi soprastanti sono stati ripresi in modalità dinamica ed in progressione termica in fase di riscaldamento solare. Analogamente al prospetto precedente si rilevano diffuse asimmetrie termiche sul prospetto e le più significative sulle lastre poste alla base dello stesso.



PROSPETTO RETRO
PARETE SUD OVEST

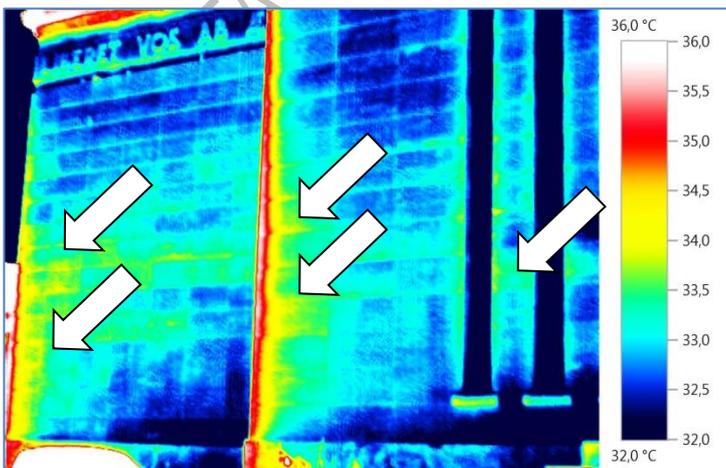




I termogrammi soprastanti sono stati ripresi in modalità dinamica ed in progressione termica in fase di riscaldamento solare. Analogamente al prospetto precedente si rilevano diffuse asimmetrie termiche sul prospetto e le più significative sulle lastre poste alla base dello stesso.

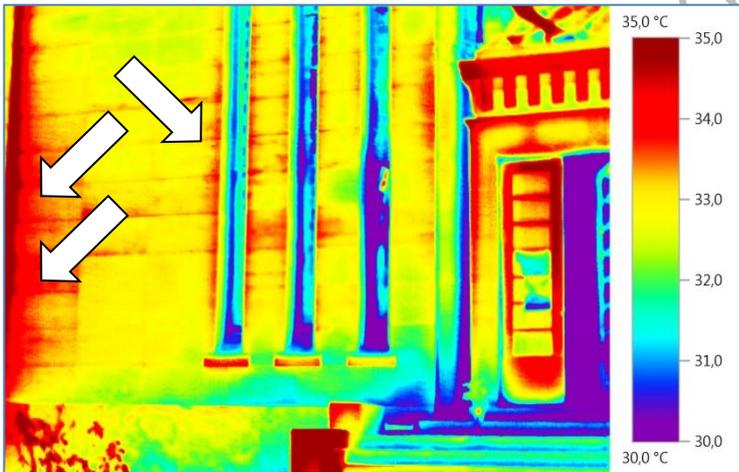


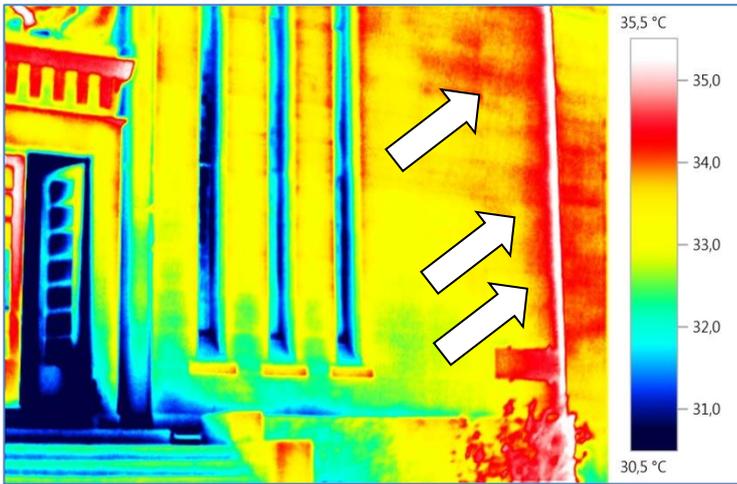
PROSPETTO PRINCIPALE
NORD EST



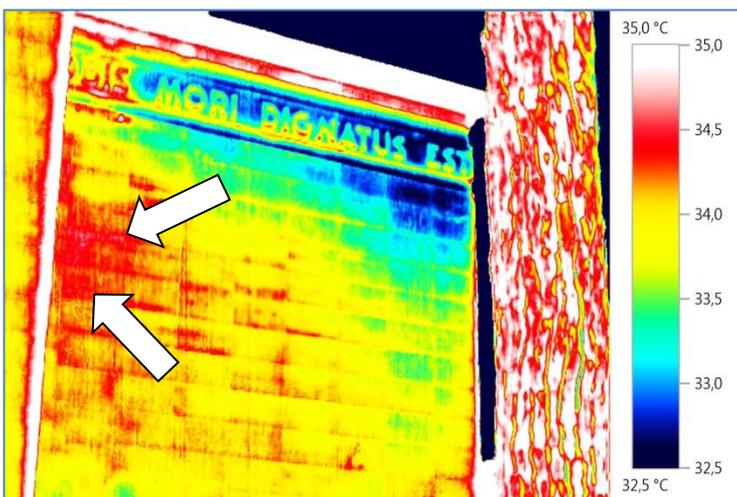


Si rileva che per il prospetto in oggetto le termografie sono state eseguite nel primo pomeriggio per dar modo alle pareti indagate di assorbire quanto più calore possibile atteso il mancato irradiazione solare diretto sulle stesse. I risultati ottenuti lasciano intravedere nei due termogrammi sopra riportati diverse zone critiche che dovranno essere attenzionate in fase di un eventuale restauro.





Si rileva che per il prospetto in oggetto le termografie sono state eseguite nel primo pomeriggio per dar modo alle pareti indagate di assorbire quanto più calore possibile per il mancato irradiazione solare diretto sulle stesse. Anche per i termogrammi sopra riportati i risultati ottenuti lasciano intravedere diverse zone critiche che dovranno essere attenzionate in fase di un eventuale restauro.



7.1 Conclusioni

Per quanto sopra accertato con metodo indiretto è consigliabile eseguire la bussatura delle lastre classificate attraverso il rilievo termografico. In via speditiva gli interventi da effettuare consistono nel riempimento delle cavità tra le lastre e in alcuni casi dietro le stesse. Queste aree possono rappresentare un problema per la tenuta dei rivestimenti in quanto, vista la permeabilità del travertino all'acqua, seppur considerato il discreto spessore delle lastre, l'eventuale permeazione di acqua nella parte retrostante le lastre può causare la polverizzazione del travertino e della malta di ancoraggio. Pertanto per tali ambiti di intervento si dovranno prevedere delle iniezioni localizzate di resina espandente da realizzarsi tramite iniezione. Si dovrà altresì provvedere all'eliminazione della

vegetazione attraverso un'operazione di tipo chimico-meccanico. Attraverso l'uso di biocida da utilizzarsi preferibilmente a pennello per evitare la solubilizzazione nell'aria e con l'uso di cesoie per la rimozione delle essenze vegetali. Per la sigillatura delle fessurazioni può essere previsto l'utilizzo di una malta che risulti il più possibile simile al colore e componenti della materia originaria (una parte di grassello e calce idraulica e due parti di polvere di travertino e sabbia gialla); il risarcimento delle parti mancanti potrà essere effettuato con inserti in travertino simile in colore e qualità a quello originario. Per quanto attiene alle concrezioni formatesi sul travertino e sulla statua potranno essere utilizzate argille per la preparazione dell'impacco (bentonite, spiolite e attapulgate) acqua deionizzata, idropulitrice, e risciacquo finale di acqua deionizzata con impianto di nebulizzazione. terminate le operazioni di risanamento e ripulitura, limitatamente alla statua presente, è consigliabile l'applicazione di uno strato di soluzione filmogena protettiva biocompatibile per la protezione contro l'assorbimento dei fattori patogeni.

8. Analisi termografiche effettuate in interno

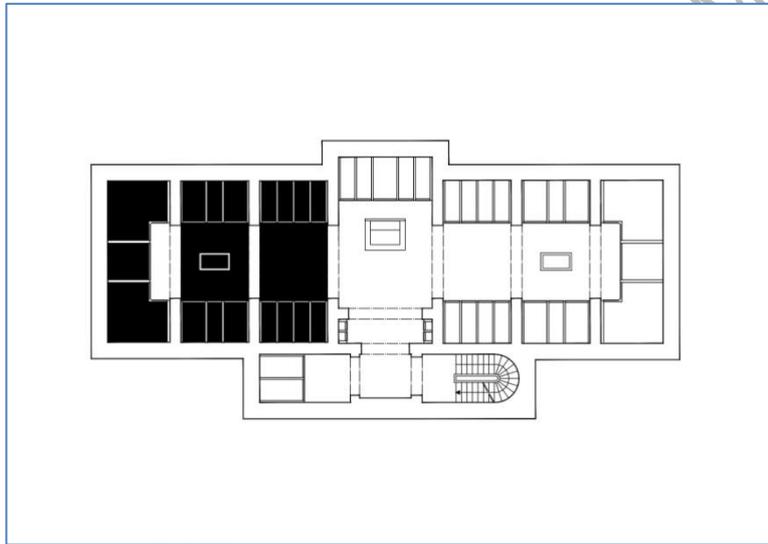
Le ispezioni termografiche sono state effettuate in più fasi e sono iniziate nell'autunno del 2018. Sono state eseguite sia in modalità passiva sia in modalità attiva, quest'ultima con utilizzo di cannone ad aria calda alimentato a gas. Scopo dell'analisi era quello della verifica del grado di ammorsamento dei rivestimenti marmorei e lo stato conservativo degli intonaci con verifica della presenza di eventuali infiltrazioni. Unitamente al rilievo termografico è stato eseguito un rilievo termo igrometrico con l'utilizzo di "data logger". Le strumentazioni hanno rilevato dati per diversi giorni e ciò ha consentito di stabilire con precisione il grado di umidità relativa presente negli ambienti, il grado di temperatura e il conseguente punto di rugiada.

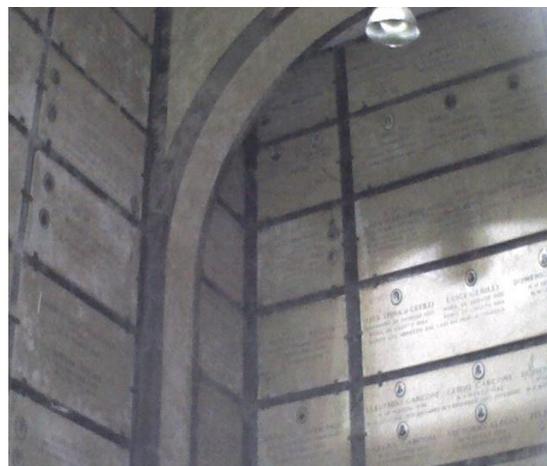
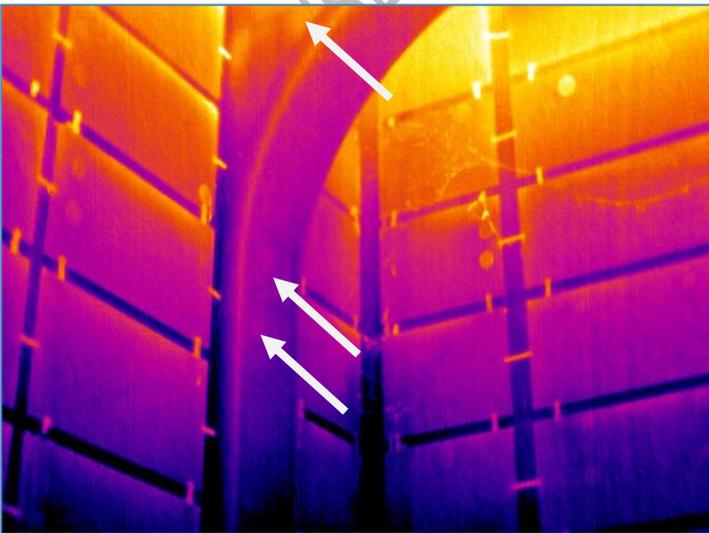
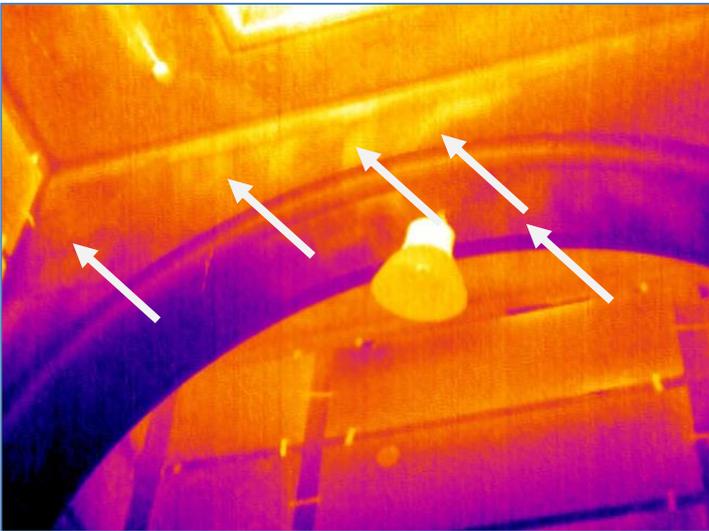
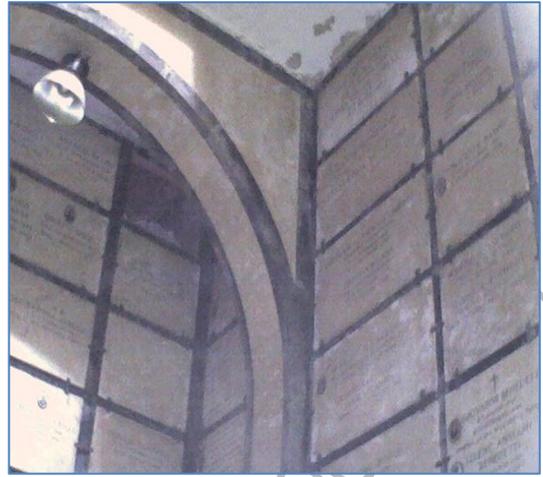
8.1 Analisi dei rivestimenti al piano S1

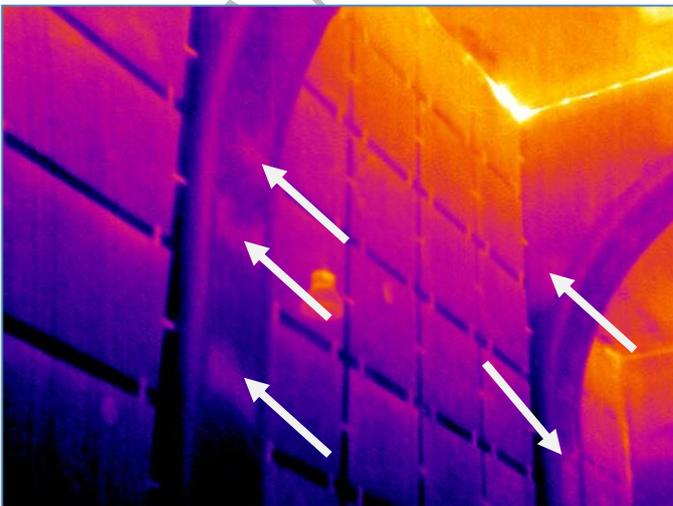
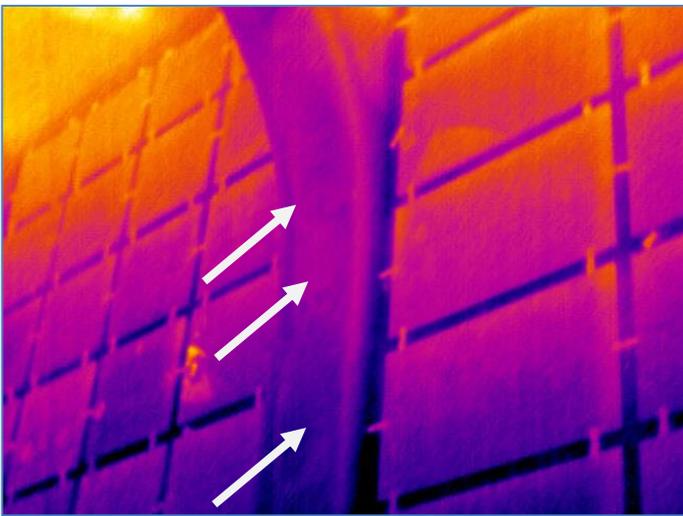
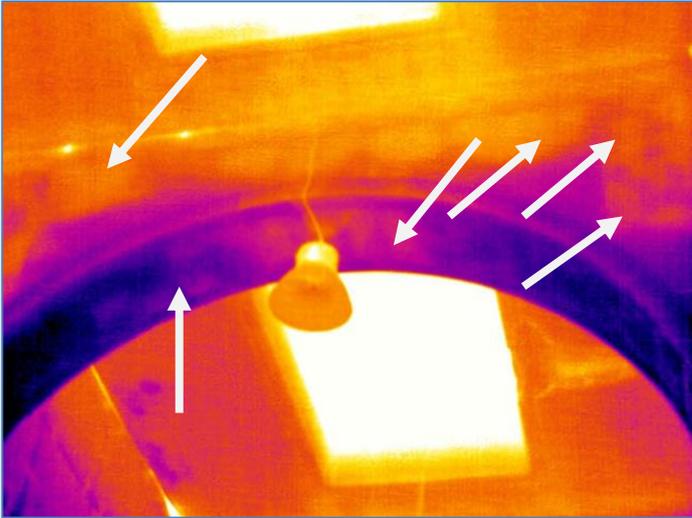


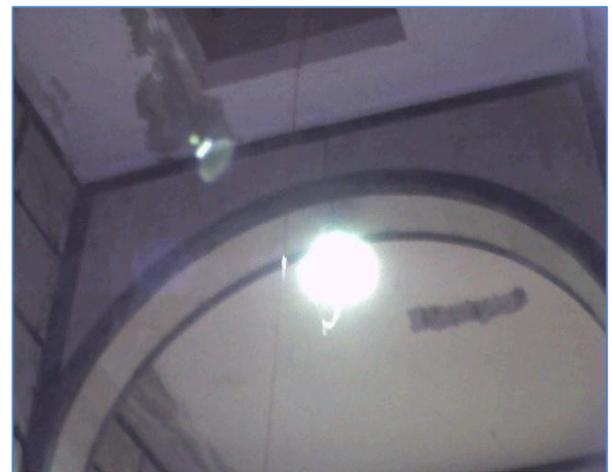
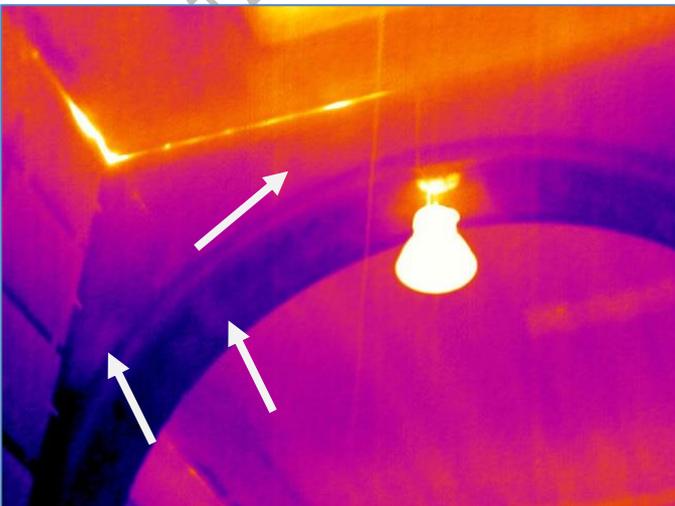
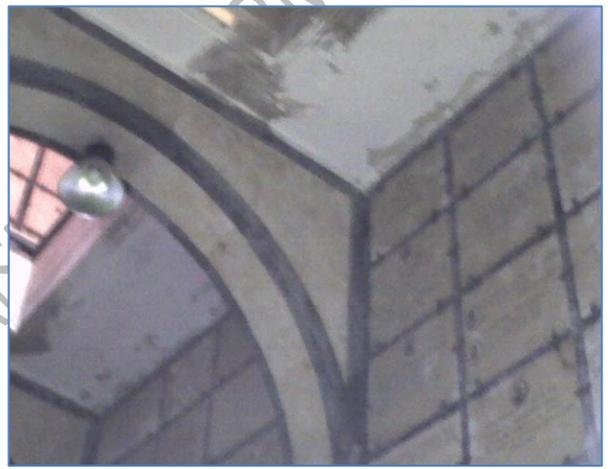
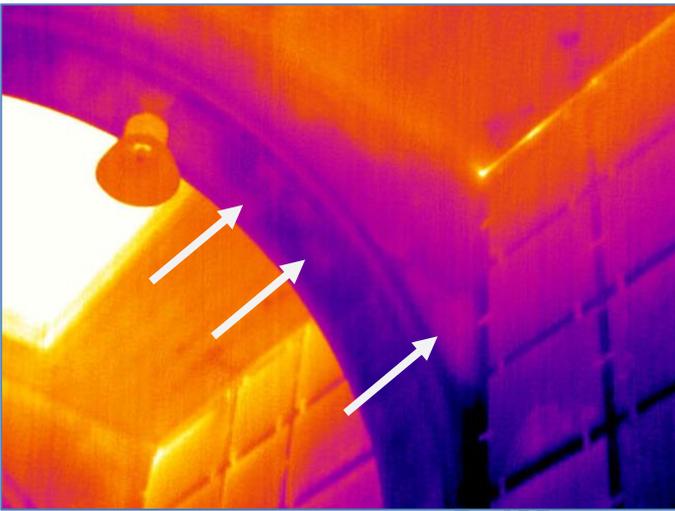
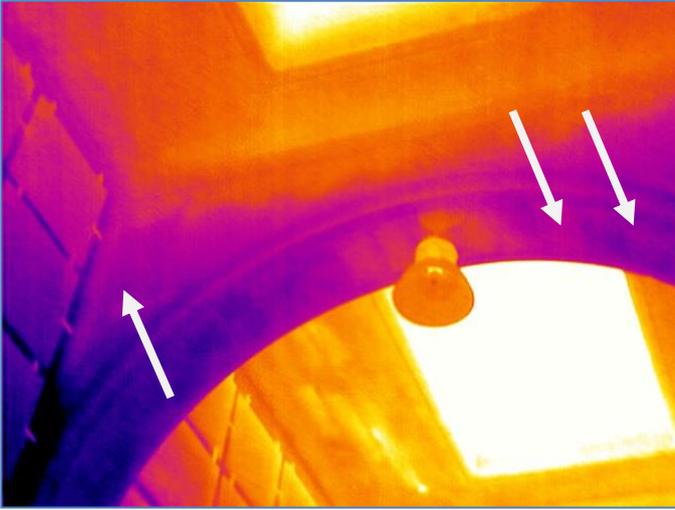
LATO SINISTRO
Modalità Attiva

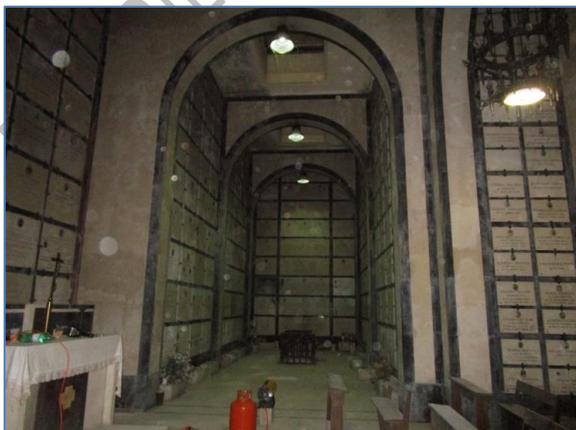
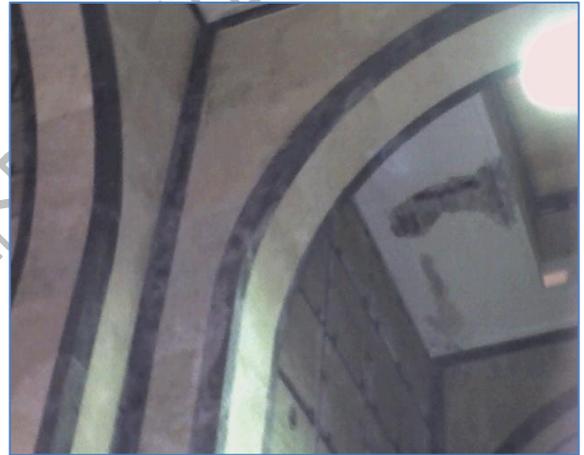
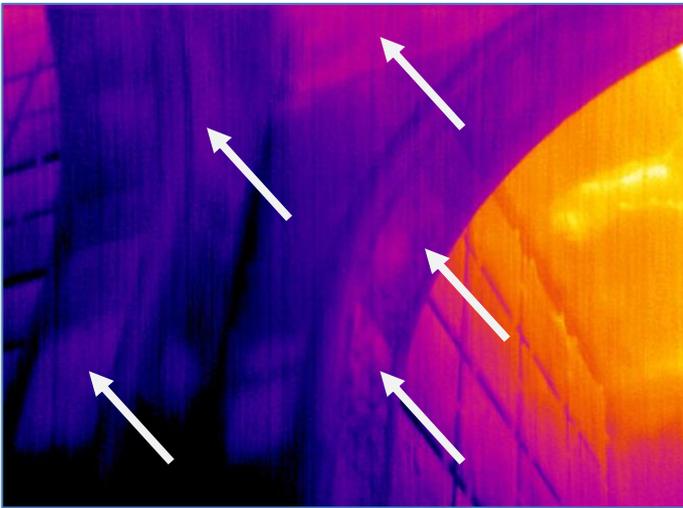
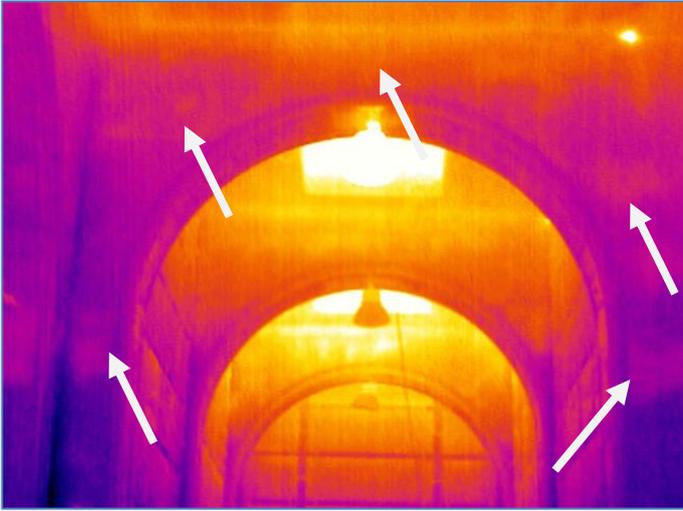
Planimetria piano S1 – zona ispezionata





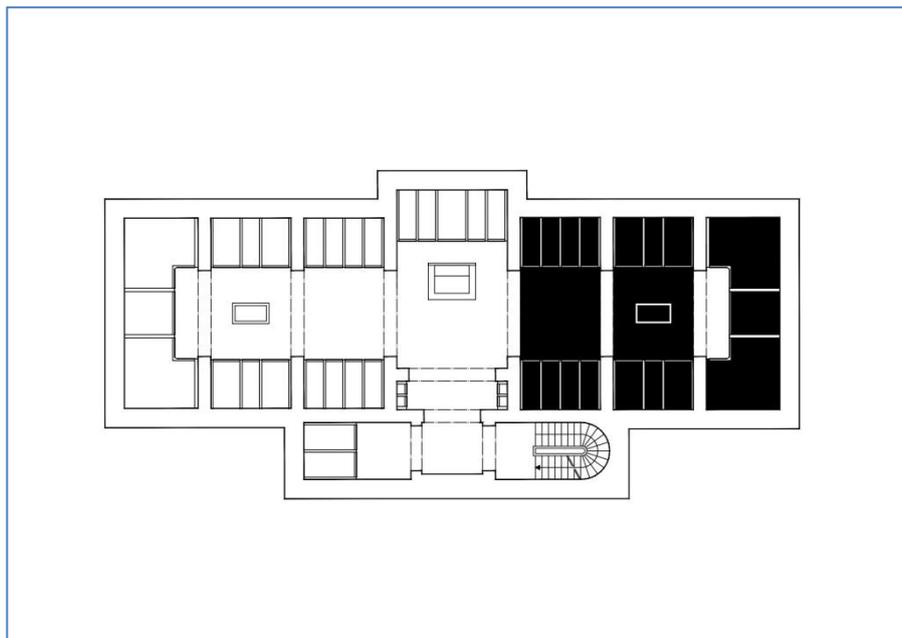






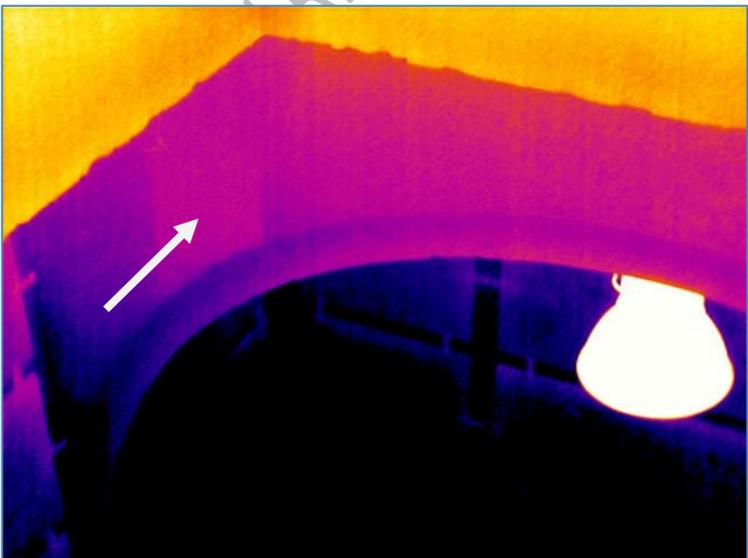
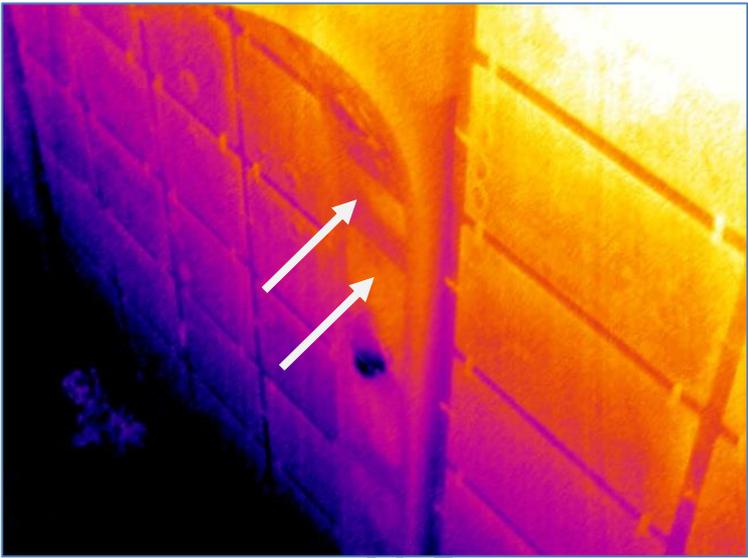
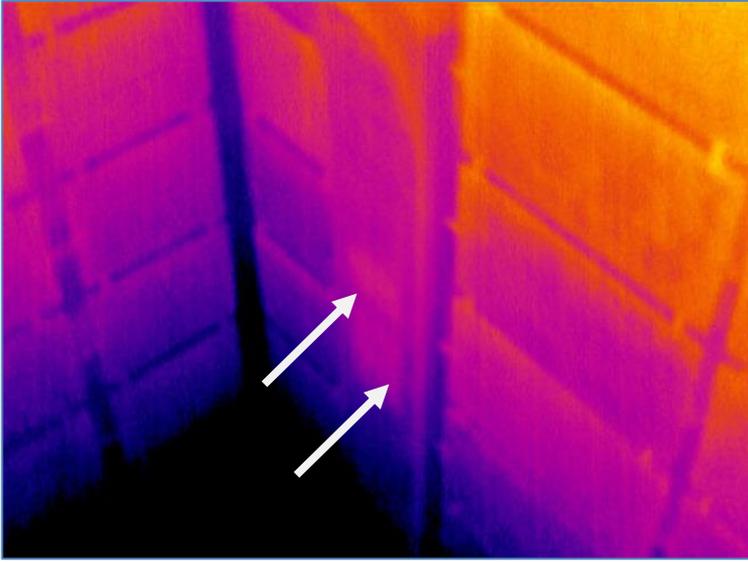
LATO DESTRO
Modalità Attiva

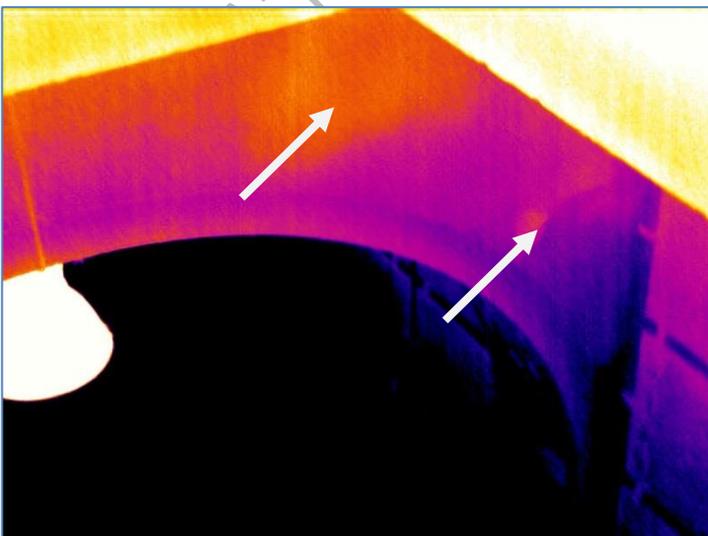
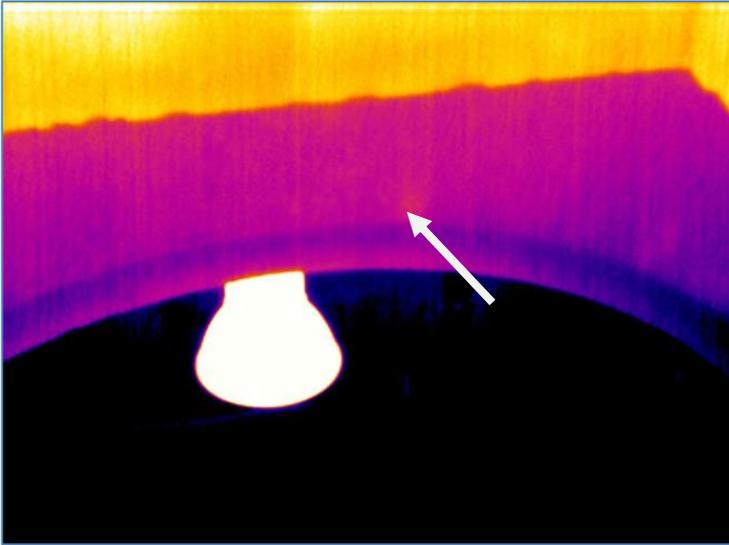
Planimetria Piano S1 - zona ispezionata

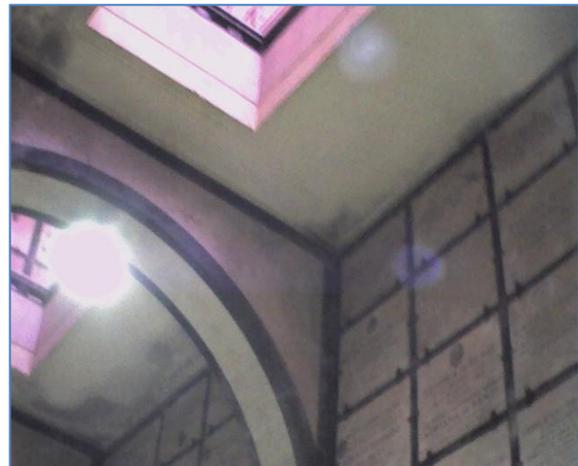
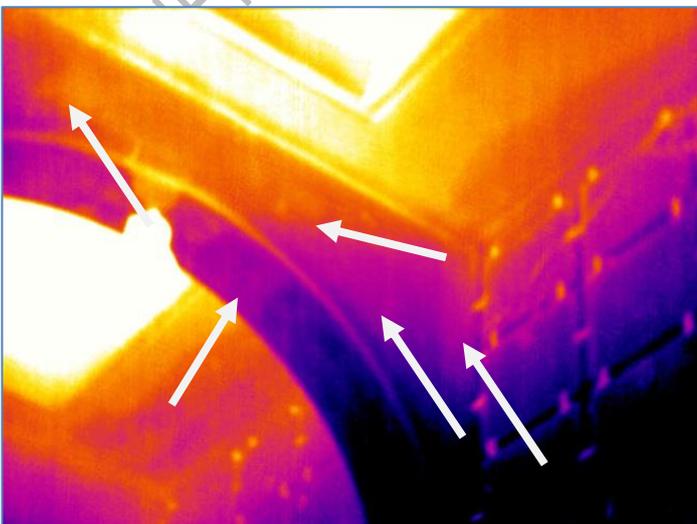
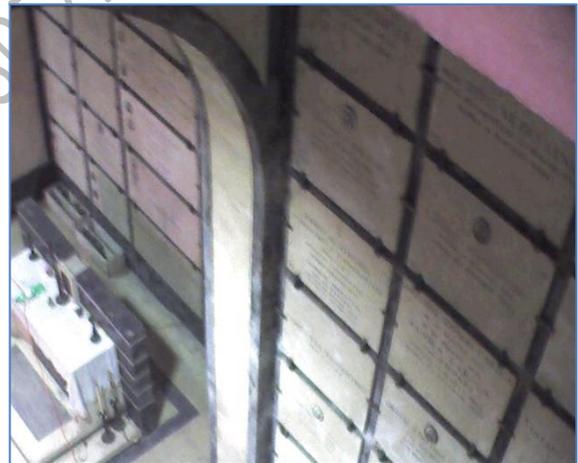
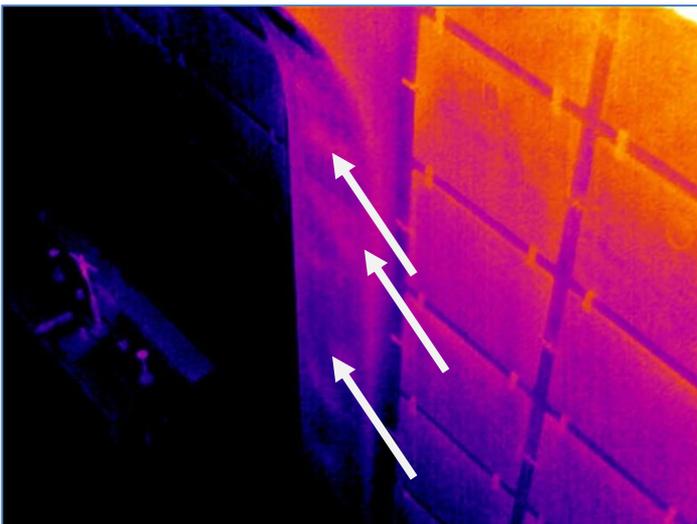
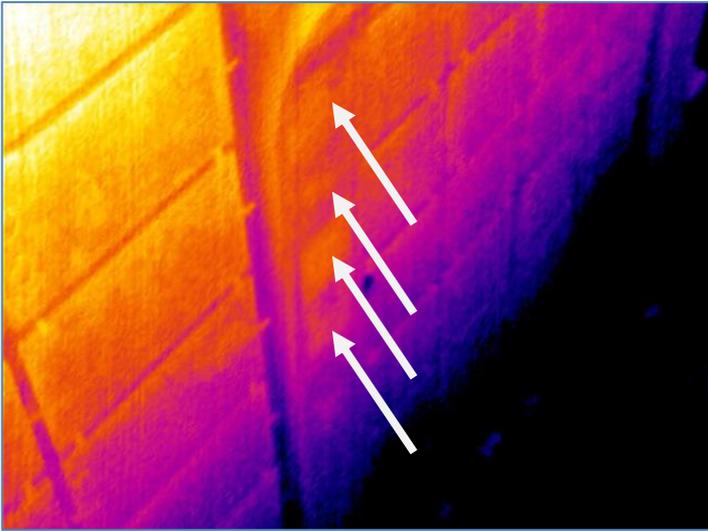


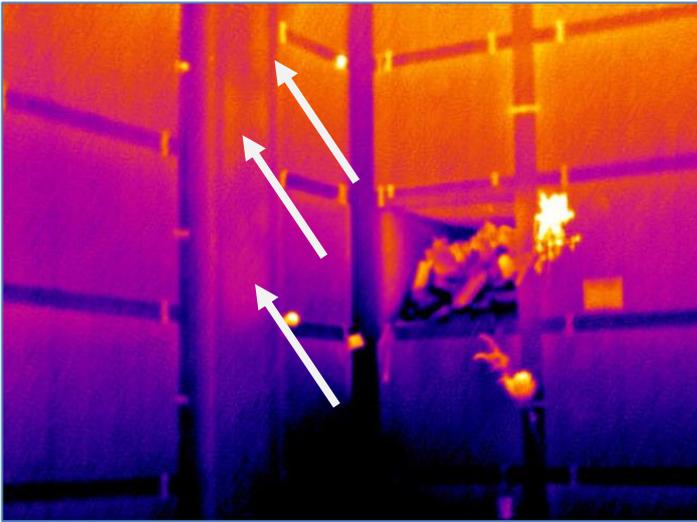
PROPRIETA

AFICHE
FEZIONTE

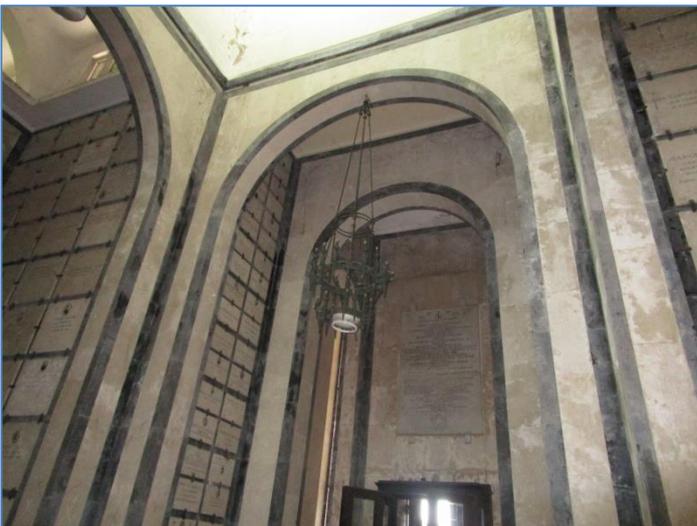






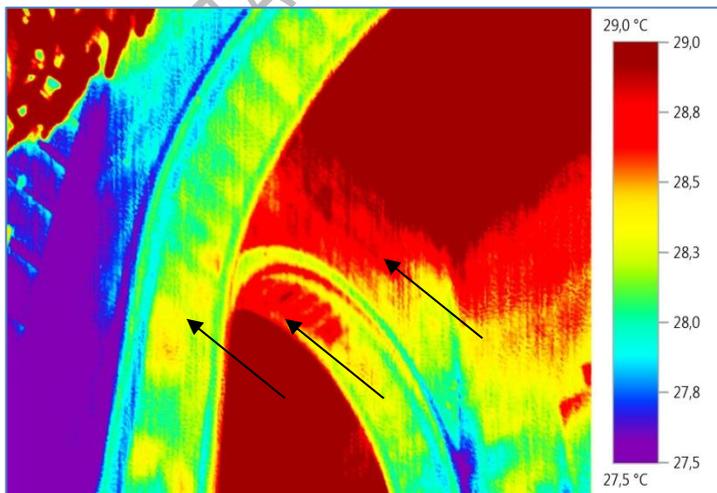
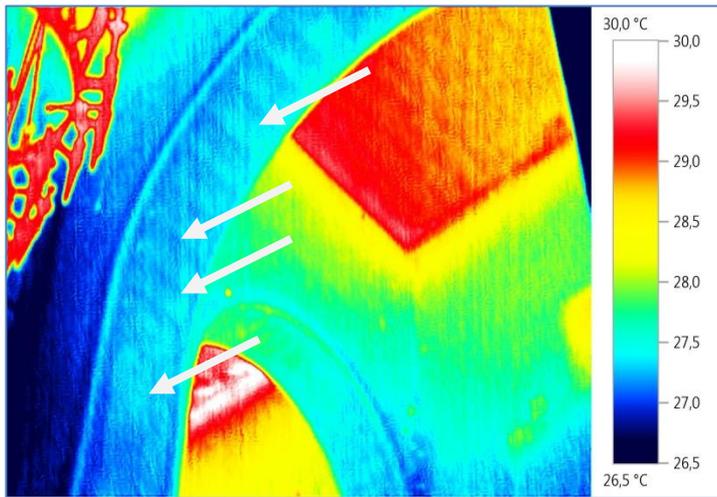
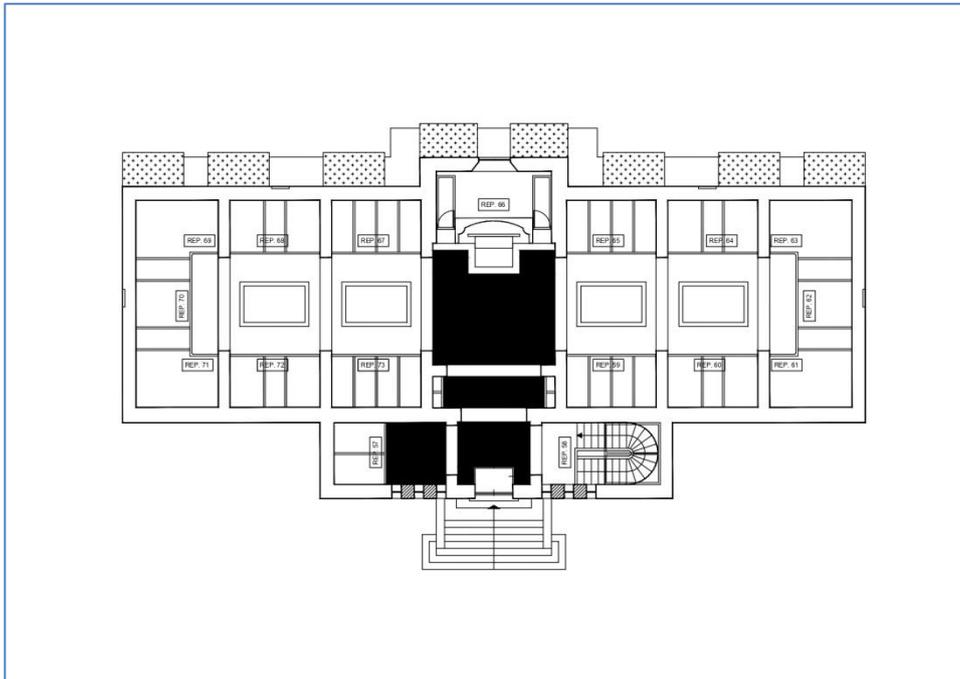


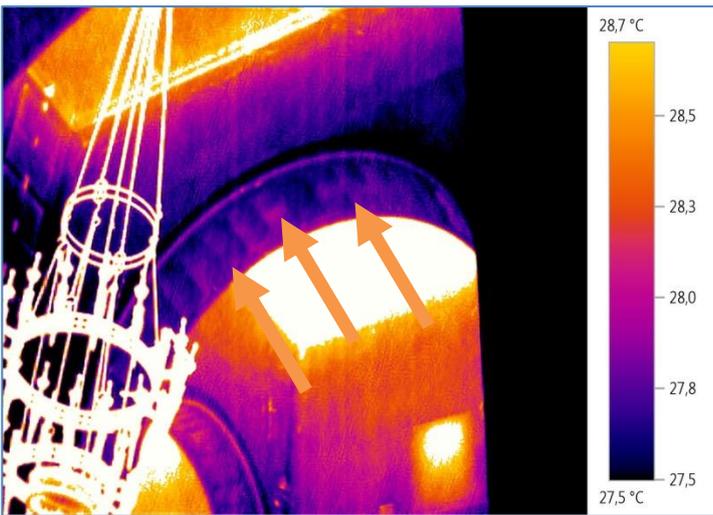
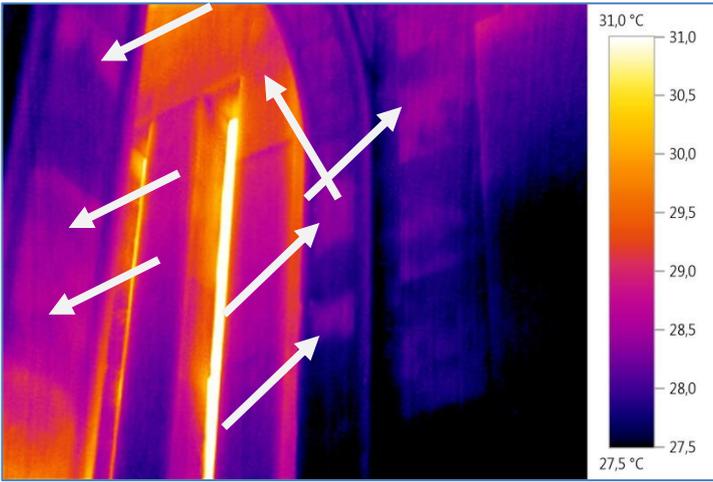
8.2 Analisi dei rivestimenti al piano terra



SETTORE CENTRALE
Piano terra
Modalità Attiva

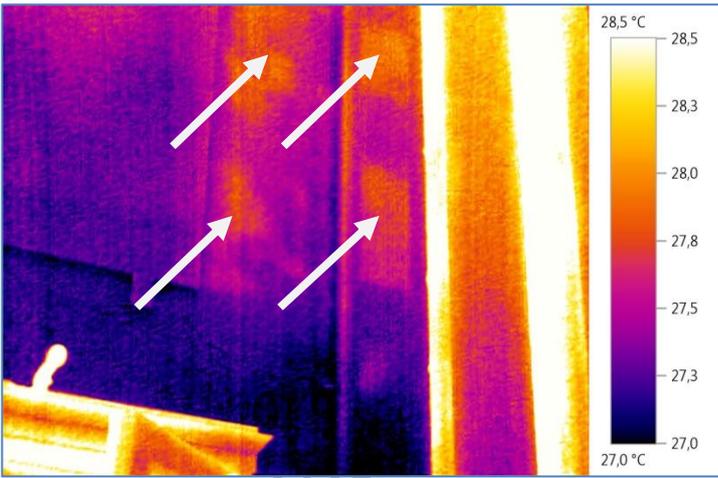
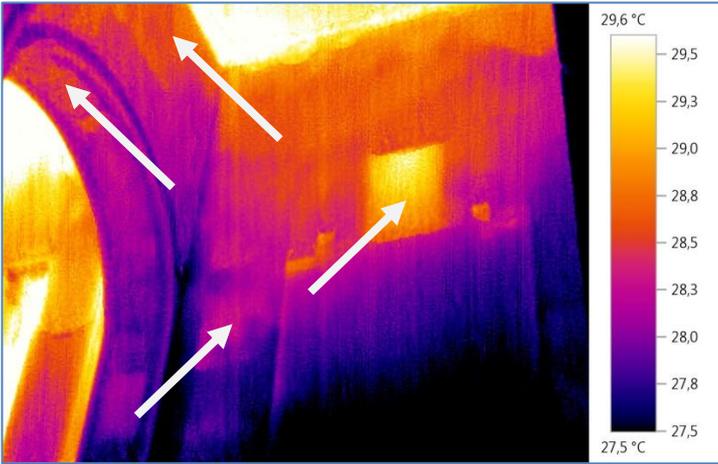
Planimetria Piano Terra – zona ispezionata

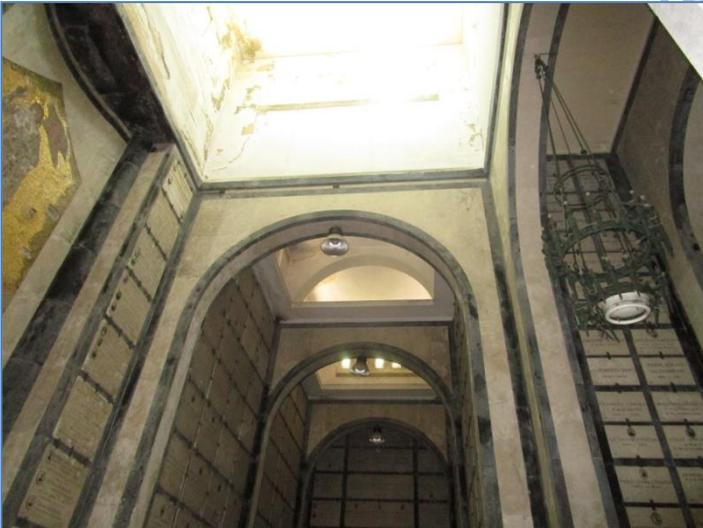
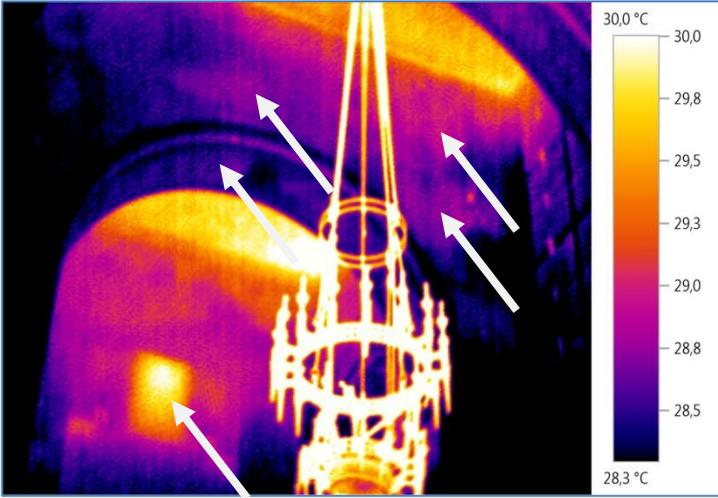




PREZIONITERMOGH

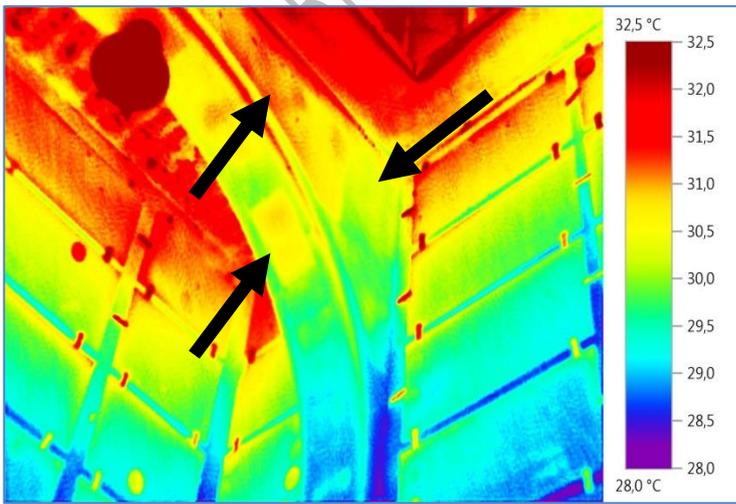
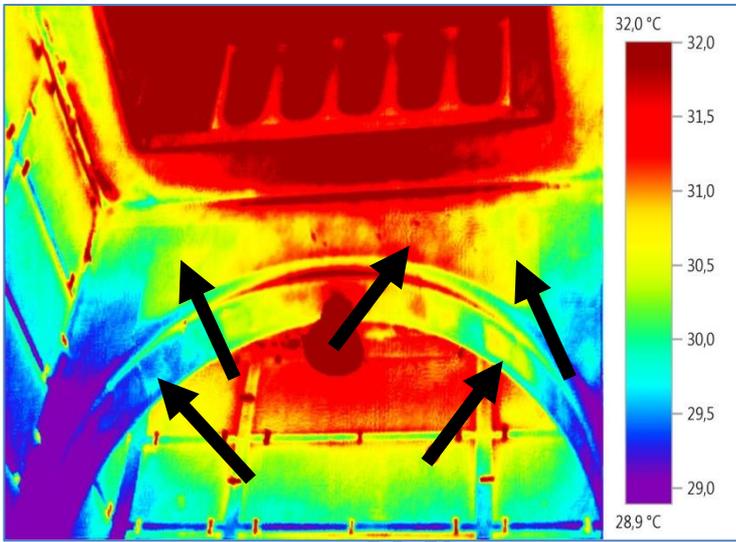
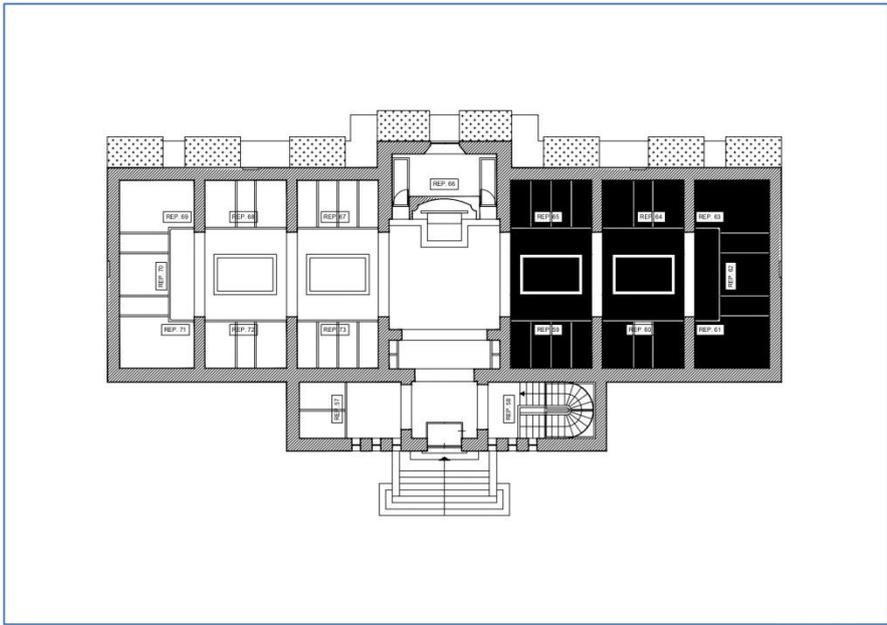
RIETA

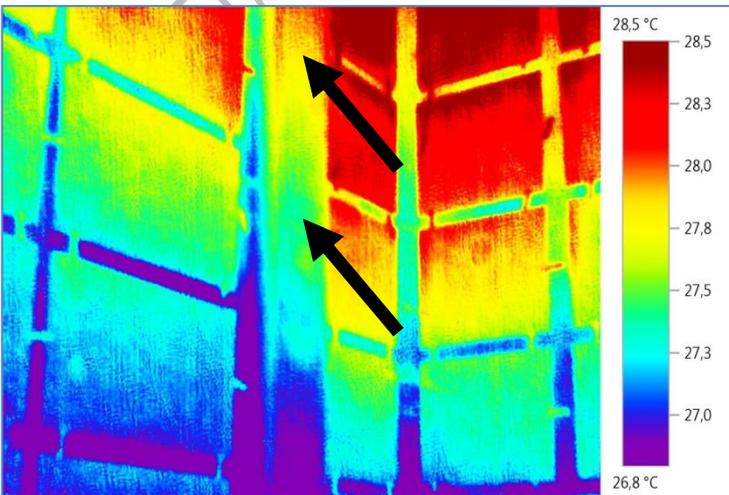
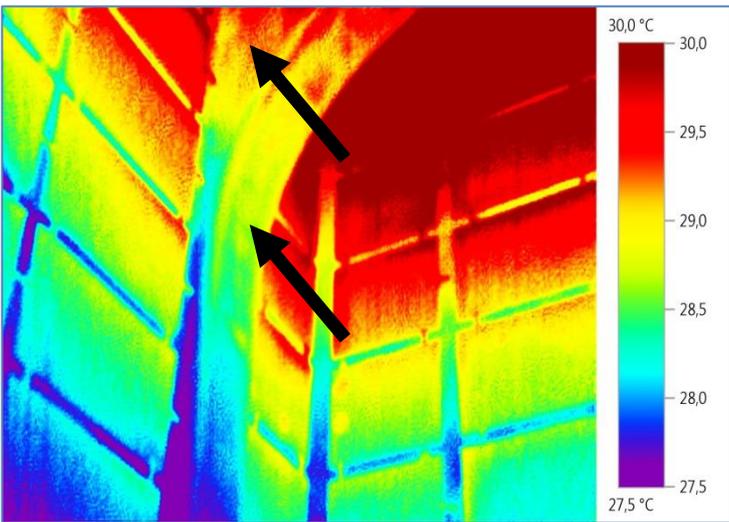
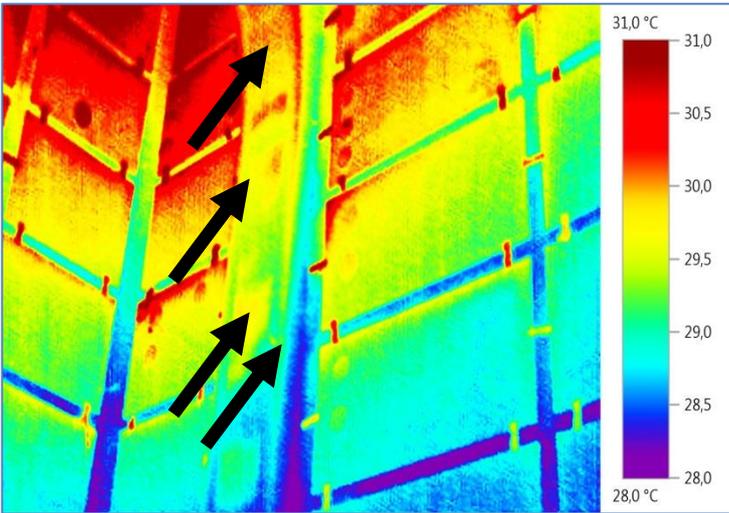


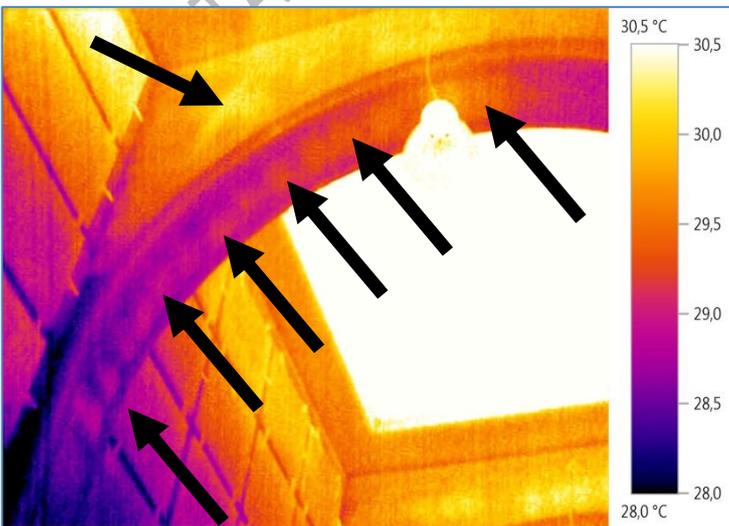
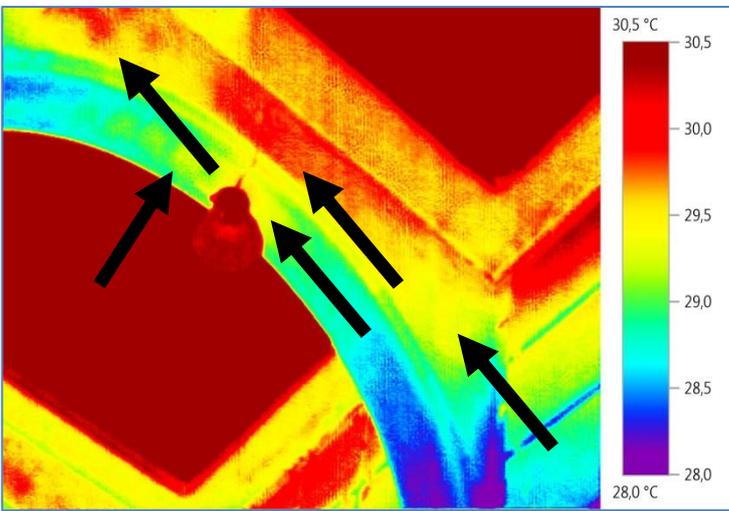
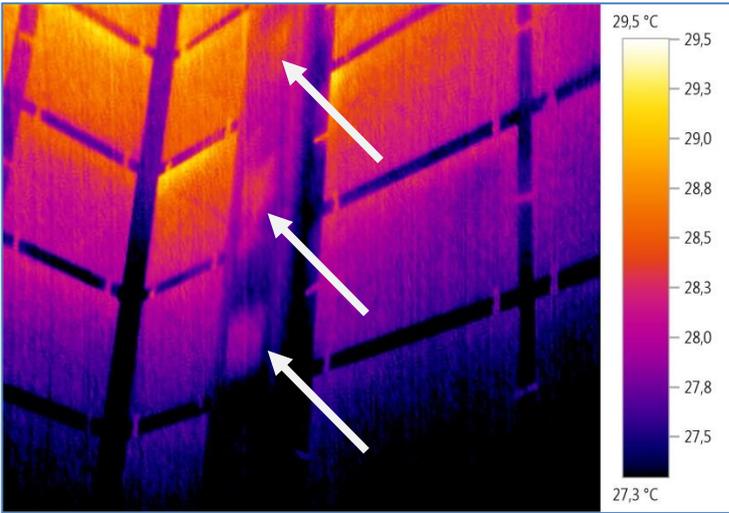


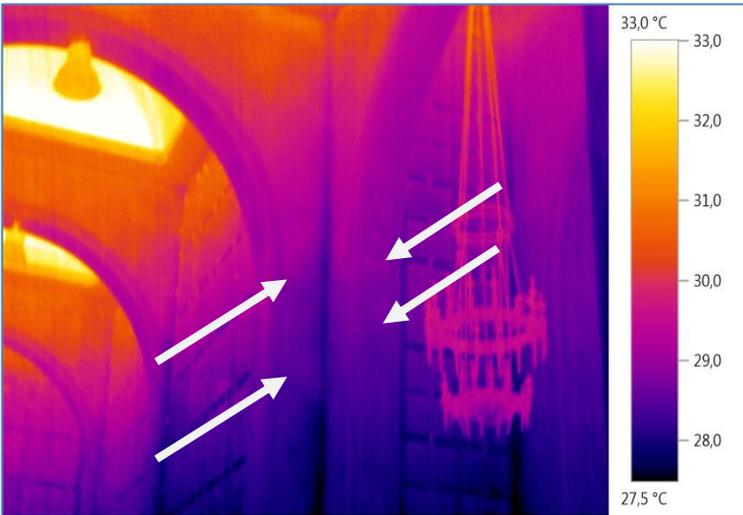
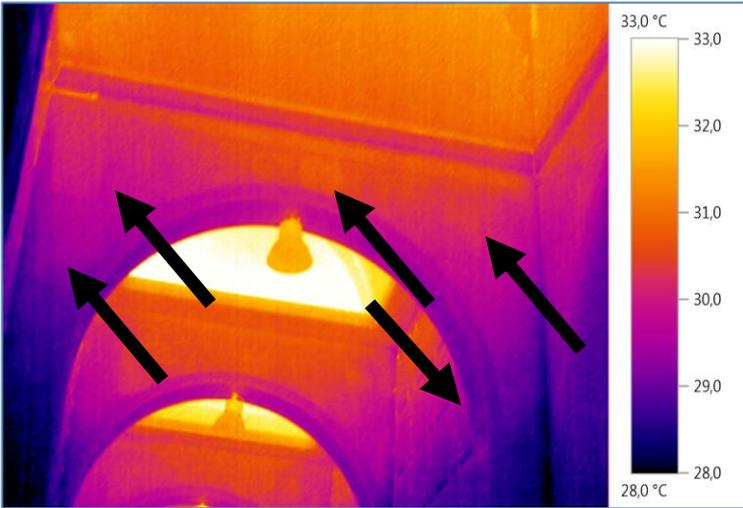
SETTORE LATERALE DX
PIANO TERRA
Modalità Attiva

Planimetria Piano Terra – zona ispezionata



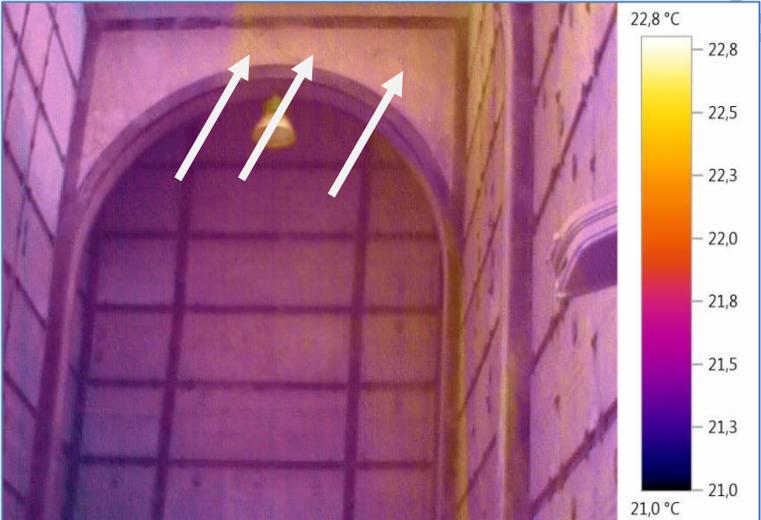
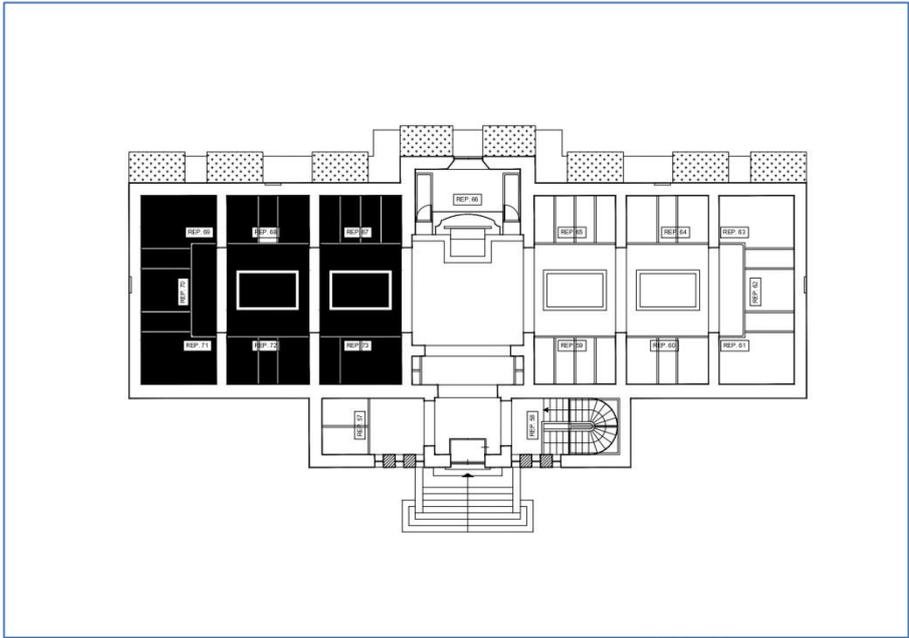






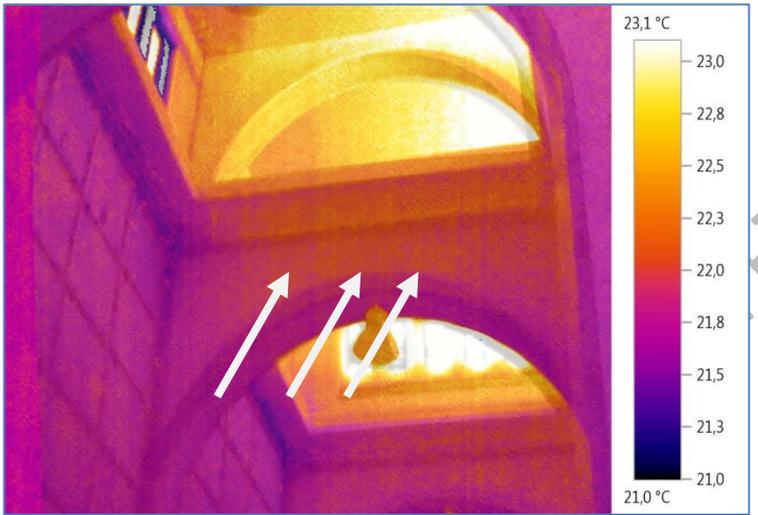
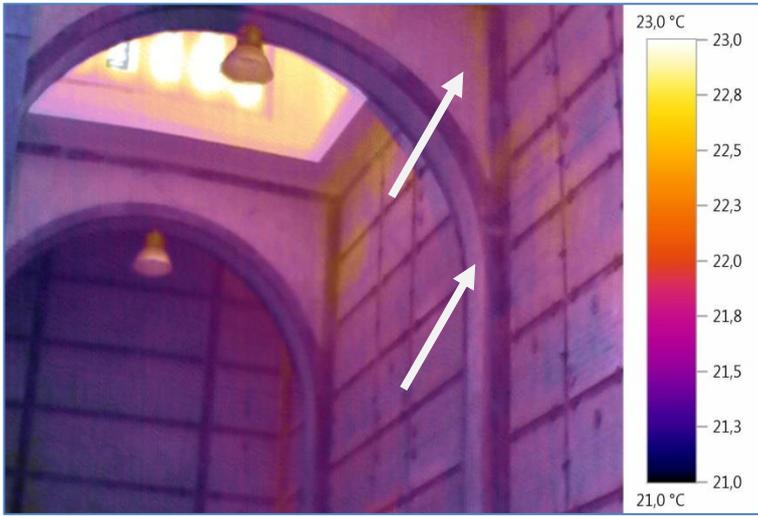
SETTORE LATERALE SX
PIANO TERRA
Modalità Passiva

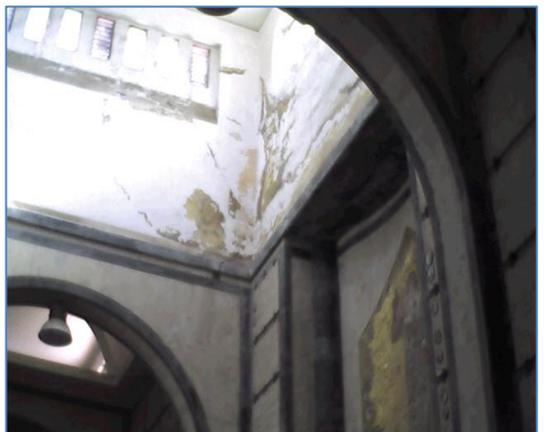
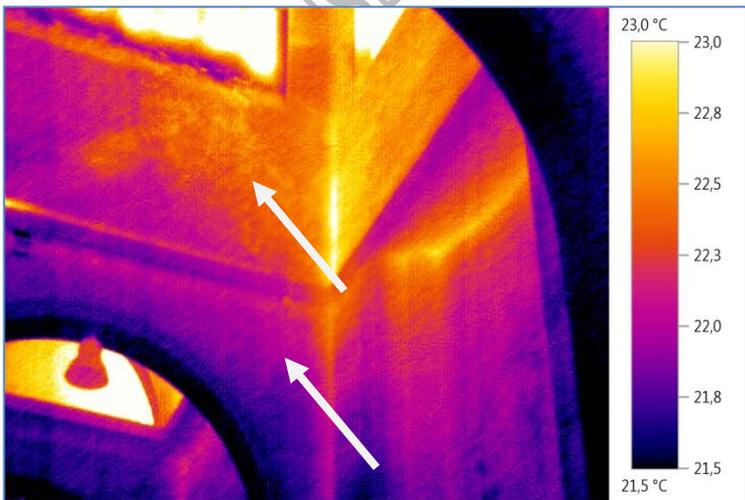
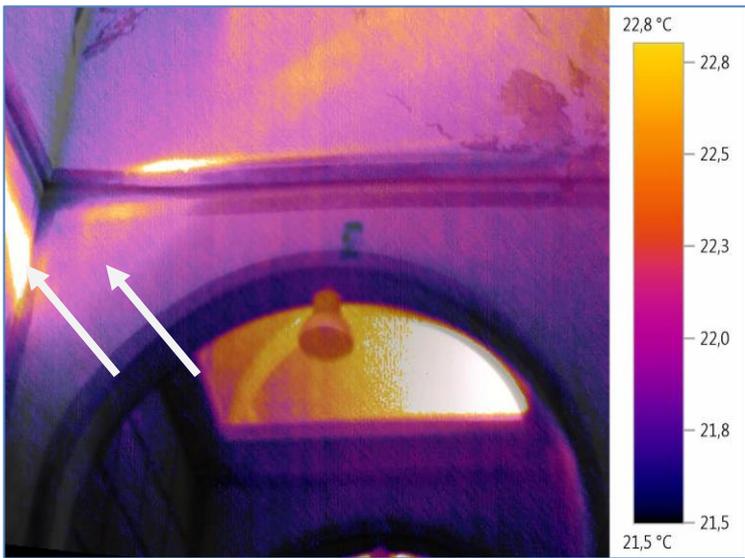
Planimetria Piano terra – zona ispezionata

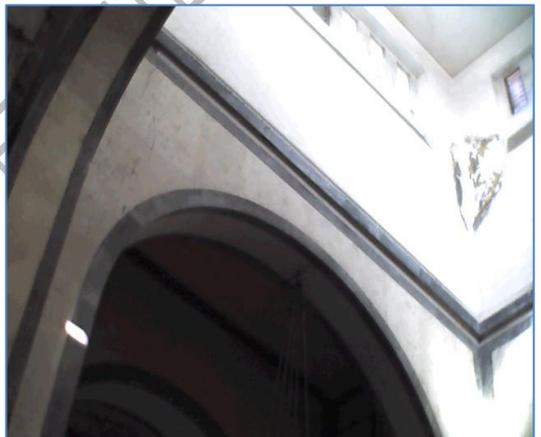
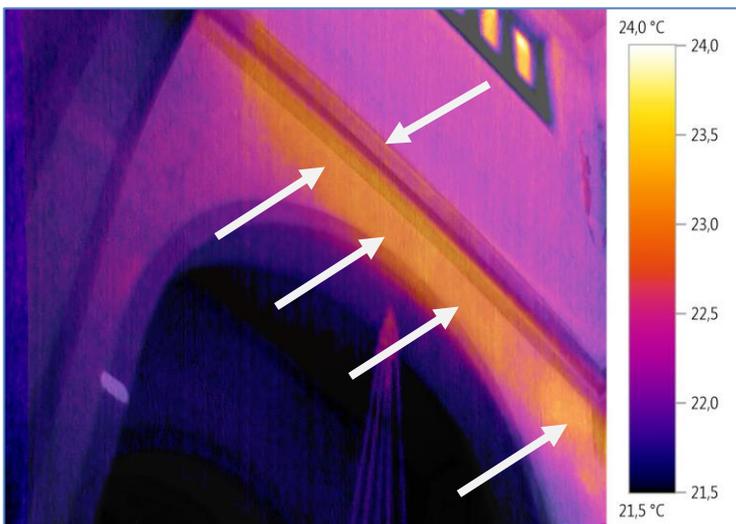
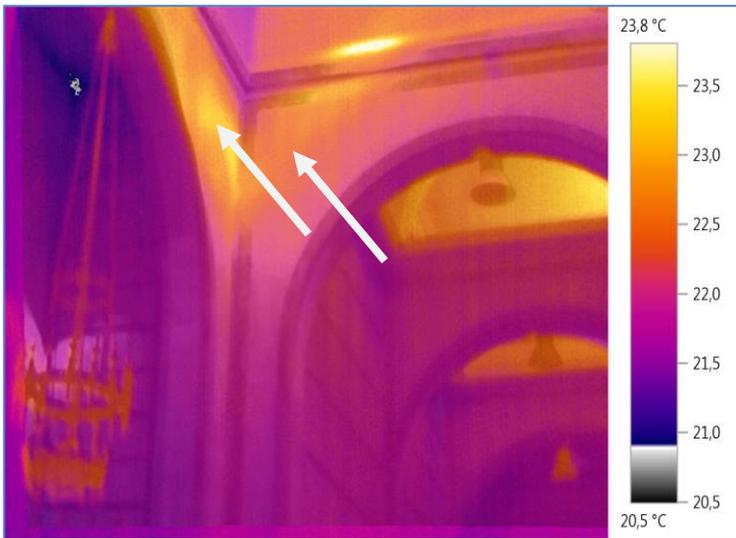


PROPRIETA

TRAFFICHE
EZIONI





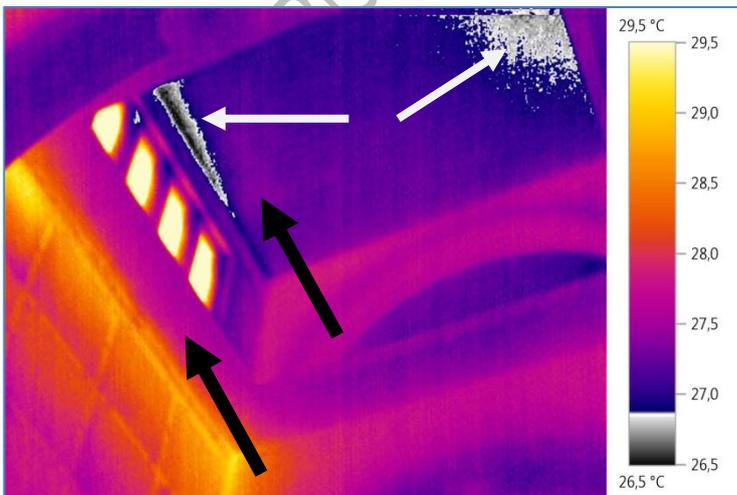
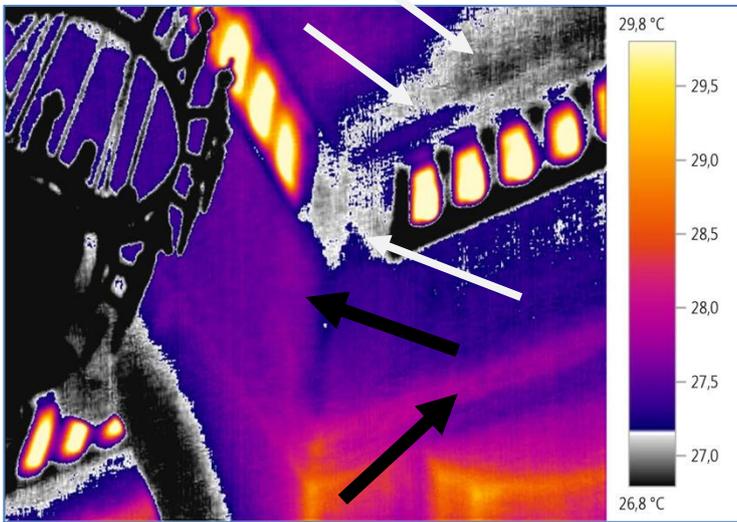
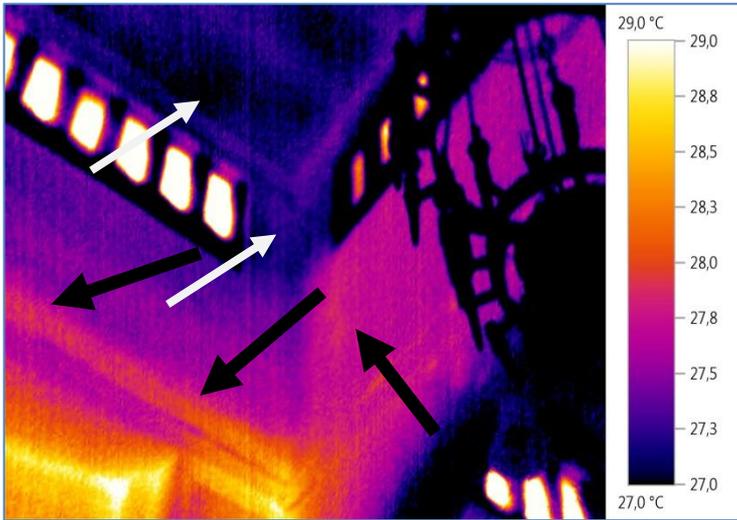


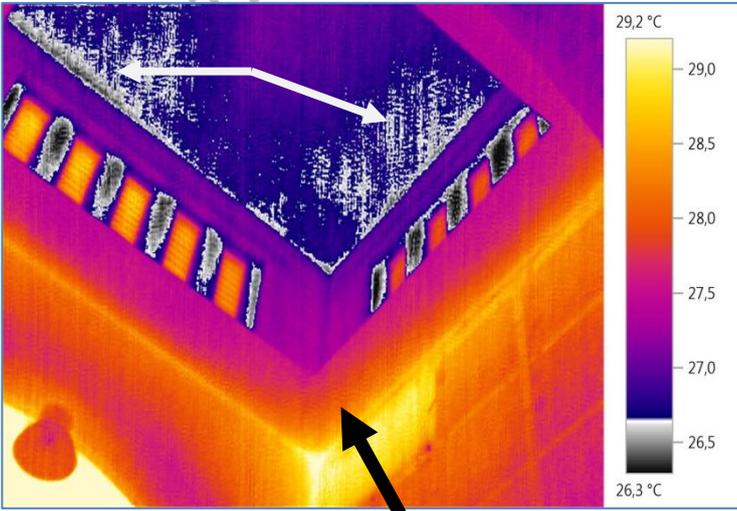
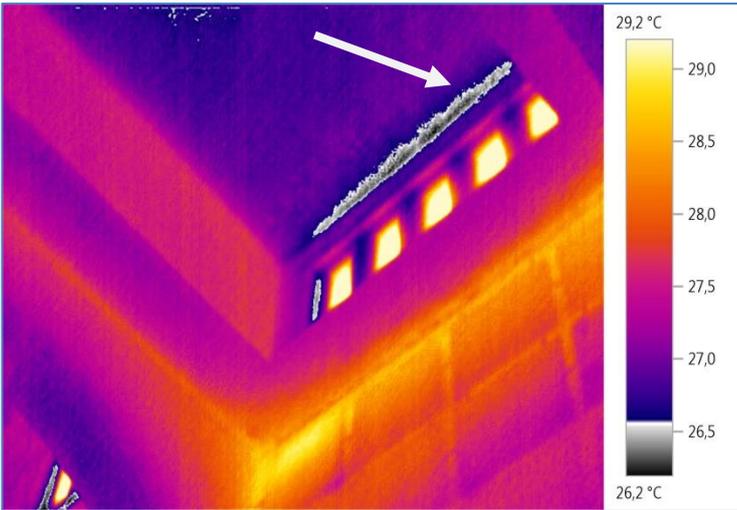
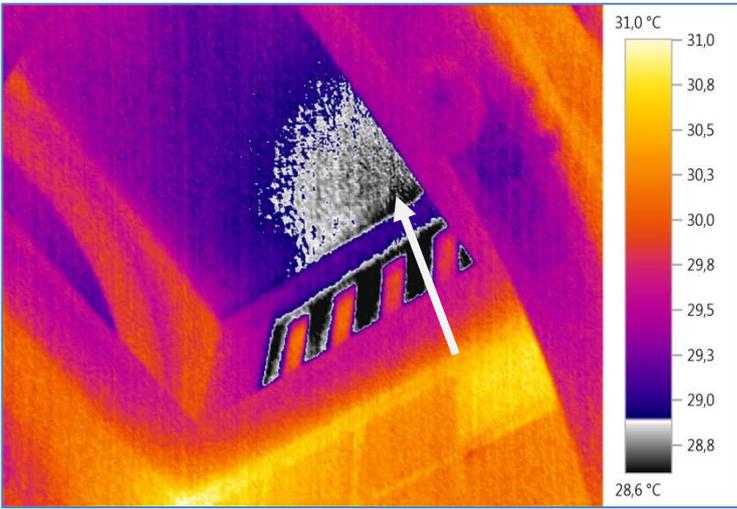
8.3 Conclusioni relative alle indagini effettuate sui rivestimenti e ipotesi di risanamento

Le indagini termografiche eseguite in modalità attiva e passiva non solo confermano quanto già rilevato attraverso la bussatura dei rivestimenti posti al piano terreno e al piano S1, ma hanno fatto rilevare allentamenti di ulteriori porzioni di rivestimento non precedentemente classificati. Tale circostanza fa intuire che risulta in atto una progressiva degenerazione della malta retrostante alle lastre con conseguente perdita di coesione tale da non garantire più la dovuta stabilità delle stesse. Pertanto dall'analisi termica si sono accertate potenziali condizioni di rischio nella parte intradossale degli archi e in alcune parti di rivestimento a parete dove anche visivamente sono apprezzabili gli eccessivi distacchi. Si rileva altresì, dai risultati termografici, che non risultano presenti tassellature di ancoraggio. I degradi superficiali rilevati sono ascrivibili alle pessime condizioni igrotermiche (umidità dell'aria e insufficiente aerazione) rilevate nei vari piani

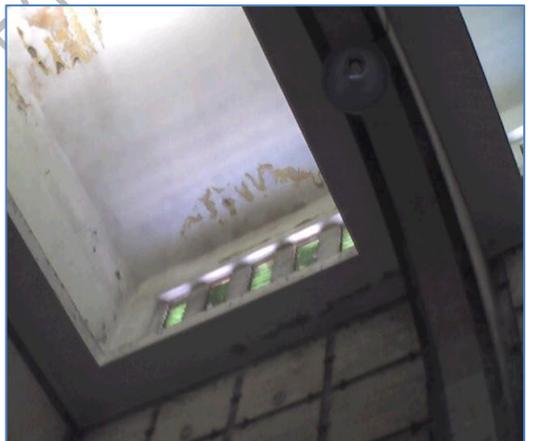
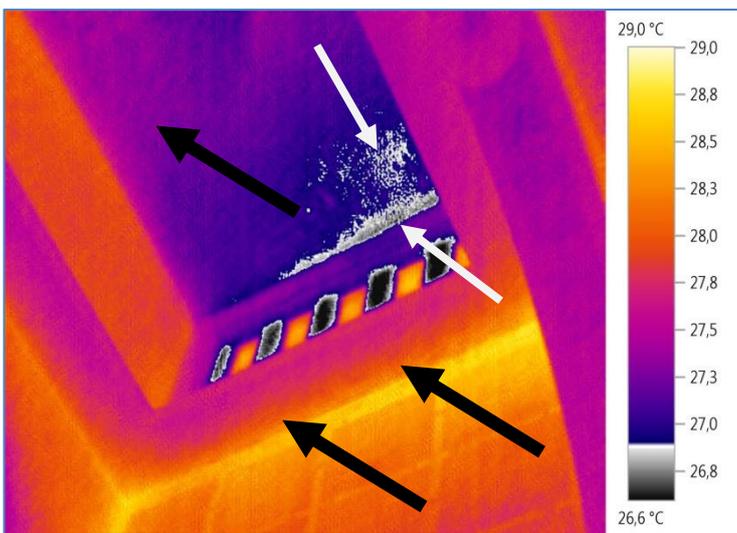
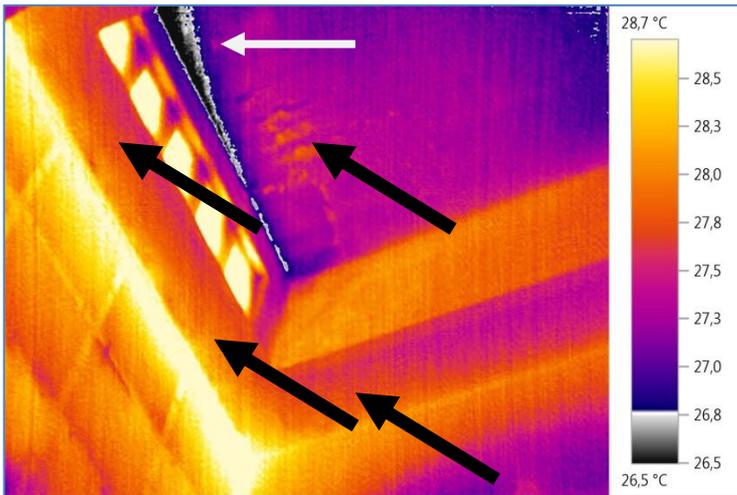
della Cappella. L'aria immota e l'alto tasso di umidità relativa, accertato strumentalmente, favoriscono all'acqua di condensarsi su gran parte dei rivestimenti. Tale fenomeno, più accentuato al piano S1 e sul vano scala di collegamento tra i piano Terra- S1 e S2, sta determinando il degrado dei rivestimenti con conseguente disgregazione degli strati superficiali e formazione di sub efflorescenze. Si rileva altresì anche la presenza di infiltrazioni sulla parte sommitale del piano S1, in corrispondenza dell'Altare, probabilmente ascrivibili alla mancata tenuta degli innesti tra le arche e i rivestimenti di facciata. Per tali motivi i primi interventi da attuare si dovranno concentrare nell'eliminazione di tutte le infiltrazioni provenienti dall'esterno e la realizzazione di un idoneo sistema di aerazione naturale in grado di ristabilire un adeguato equilibrio igrometrico. Un sistema di aerazione naturale dovrà essere previsto anche per l'intercapedine perimetrale al fine di eliminare sia lo stato di condensazione interno derivante dall'umidità di risalita muraria dalla fondazione sia attenuare l'umidità di risalita stessa. Per quanto concerne i rivestimenti interni si dovrà prevedere l'ancoraggio di tutte le lastre distaccate dal supporto retrostante intervenendo preliminarmente con il consolidamento delle lastre maggiormente degradate dai sali, polverizzate o scagliate. Solo successivamente a detto consolidamento sarà possibile inserire le barre filettate in acciaio inox fino al raggiungimento della muratura previa iniezione di resina epossidica bi componente con funzione di calzante per il successivo inserimento della barra. Il progettista dovrà stabilire in base alle dimensioni e pesi delle lastre il dimensionamento dei perni d'ancoraggio. In relazione all'analisi termografica eseguita, la percentuale dei rivestimenti da ammorsare prudenzialmente può essere stimata nel 40% della complessiva superficie del piano terra, primo interrato e vano scala. Si dovrà comunque prevedere nella fase progettuale una percentuale di sostituzione delle lastre non recuperabili, ovvero che presentano una riduzione della resistenza meccanica, che in via prudenziale si possono stimare nel 10% della superficie totale.

9 Stato manutentivo delle coperture





TA' RISERVA
 FENOTERMOGRAFIA



9.1 Conclusioni sulle indagini effettuate all'intradosso delle coperture

La situazione dei soffitti e rivestimenti intonacati si può definire di grave compromissione. Oltre gli stati infiltrativi rilevati e causati dalla non più efficiente impermeabilizzazione delle coperture e dalla mancata tenuta dei telai degli infissi, si rilevano ampie zone d'intonaco in fase di distacco che costituiscono serio pericolo. Con le frecce bianche sono state evidenziate le zone colpite da infiltrazioni, con le frecce di colore nero le zone d'intonaco in via di distacco. E' necessario pertanto attuare interventi di risanamento tesi alla ricostituzione del manto impermeabile su tutta la copertura con particolare attenzione ai risvolti verticali tra pavimentazione e pareti, valutare la sostituzione dei telai degli infissi e successivamente procedere alla demolizione di tutte le zone d'intonaco in via di

distacco. Analogamente al livello sottostante dovrà essere previsto un sistema di aerazione in grado di ristabilire un equilibrio igrometrico.

Ciò è quanto si può rassegnare in adempimento all'incarico ricevuto.

Roma lì 10 Settembre 2019

L'operatore Termografico
Geom. Claudio Carrozza

PROPRIETA' RISERVATA ROMAISPEZIONITERMOGRAFICHE