

	ALL.4- Elaborato per i rilievi e le indagini
	Rev. 1
	Pag. 1/120

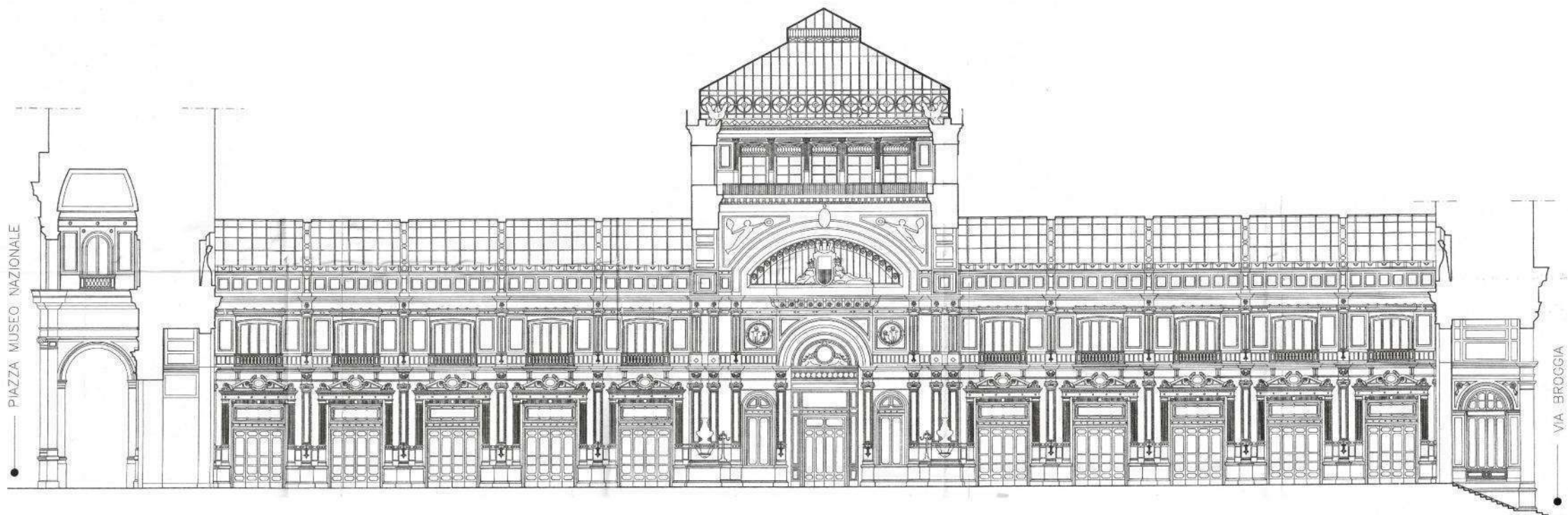
RESTAURO DELLE FACCIATE INTERNE, DELLA PAVIMENTAZIONE E DEI PORTICATI  
DELLA GALLERIA PRINCIPE DI NAPOLI  
**ELABORATO PER I RILIEVI E LE INDAGINI**

	ALL.4- Elaborato per i rilievi e le indagini
	Rev. 1
	Pag. 2/120

Gli elaborati che seguono sono il risultato di rilievi fotogrammetrici e indagini realizzati nel 2018 a seguito di distacchi di intonaci dovuti ad assenza di manutenzione, in particolare, relativamente alla copertura in ferro e vetro ed al sistema di smaltimento delle acque meteoriche.

Compito dei progettisti affidatari dell'incarico, nella prima fase dell'attività, sarà quella di realizzare nuovi elaborati di rilievo anche integrando, completando ed aggiornando quelli di seguito allegati nonché di effettuare tutte le indagini ritenute necessarie per poter redigere la progettazione esecutiva completa di ogni dettaglio che consenta una esecuzione dei lavori priva di imprevisti.





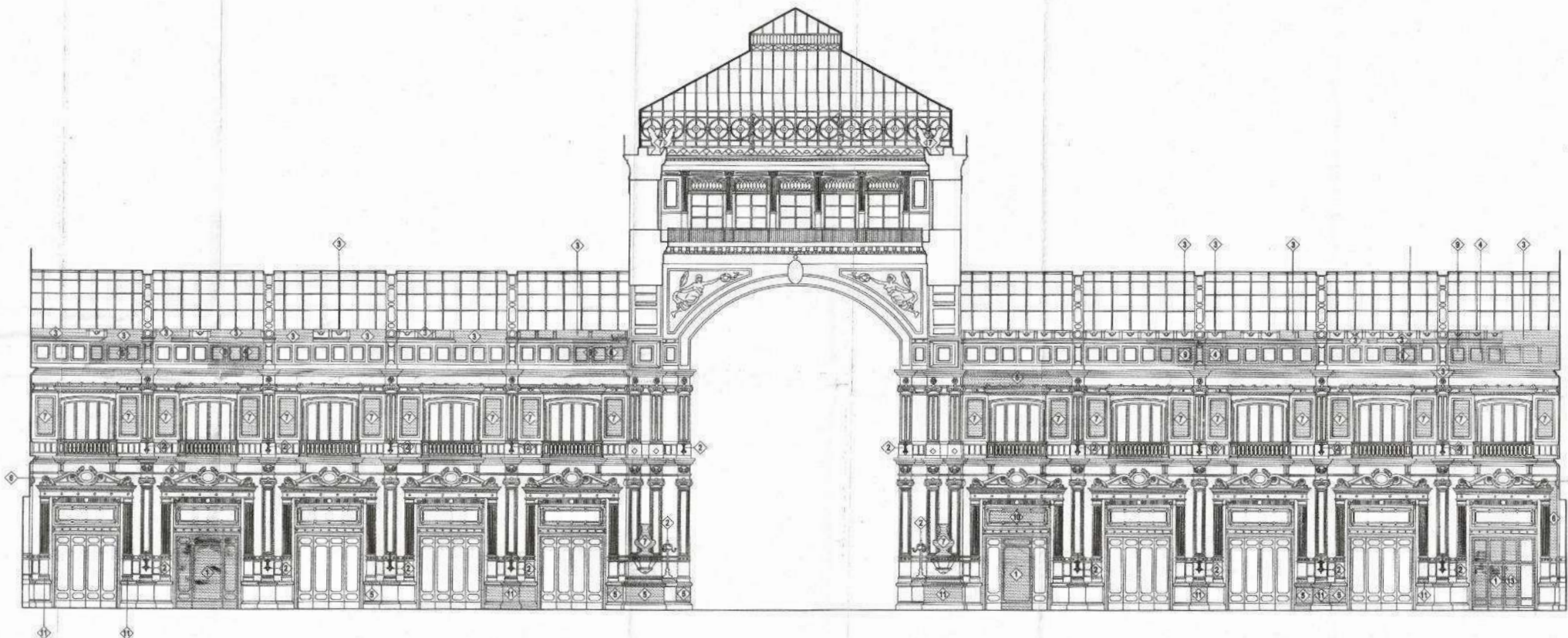
SEZIONE B-B







31.30  
30.00  
26.00  
23.60  
19.15  
17.60  
16.80  
14.55  
12.50  
10.78  
7.88  
5.76  
0.00

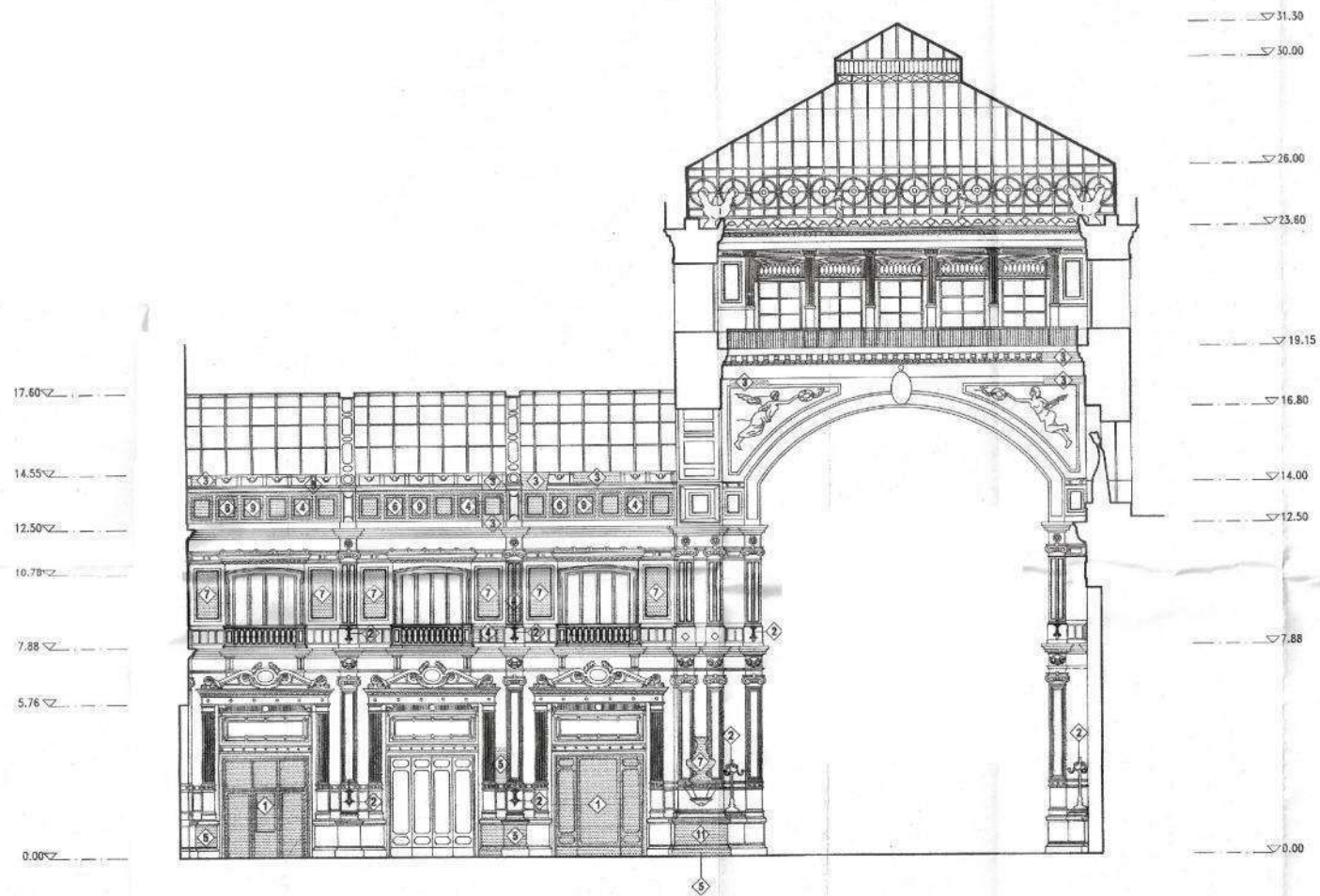


PROSPETTO 2



LEGENDA:

- |   |                                 |                            |                                    |
|---|---------------------------------|----------------------------|------------------------------------|
| 1) MODIFICA INFISSO   | 4) RIGONFIAMENTO INTONACO       | 8) UMIDITA' ASCENDENTE     | 12) GRATE IN FERRO                 |
| 2) LANTERNE NON FUNZIONANTI E DANNEGGIATE   | 5) DISTACCO INTONACO            | 9) INFILTRAZIONI D'ACQUA   | 13) VANO MURATO                    |
| 3) PARTI SALIENTI MANCANTI DEGLI ELEMENTI SCULTOREI E/O DEGLI ELEMENTI DECORATIVI | 6) DEPOSITO ELEMENTI VEGETATIVI | 10) VETRI ROTTI O MANCANTI | 14) DEGRADO SUPERFICI DI CALPESTIO |
|   | 7) DEPOSITO AGENTI ATMOSFERICI  | 11) GRAFFITI E/O VERNICI   |                                    |

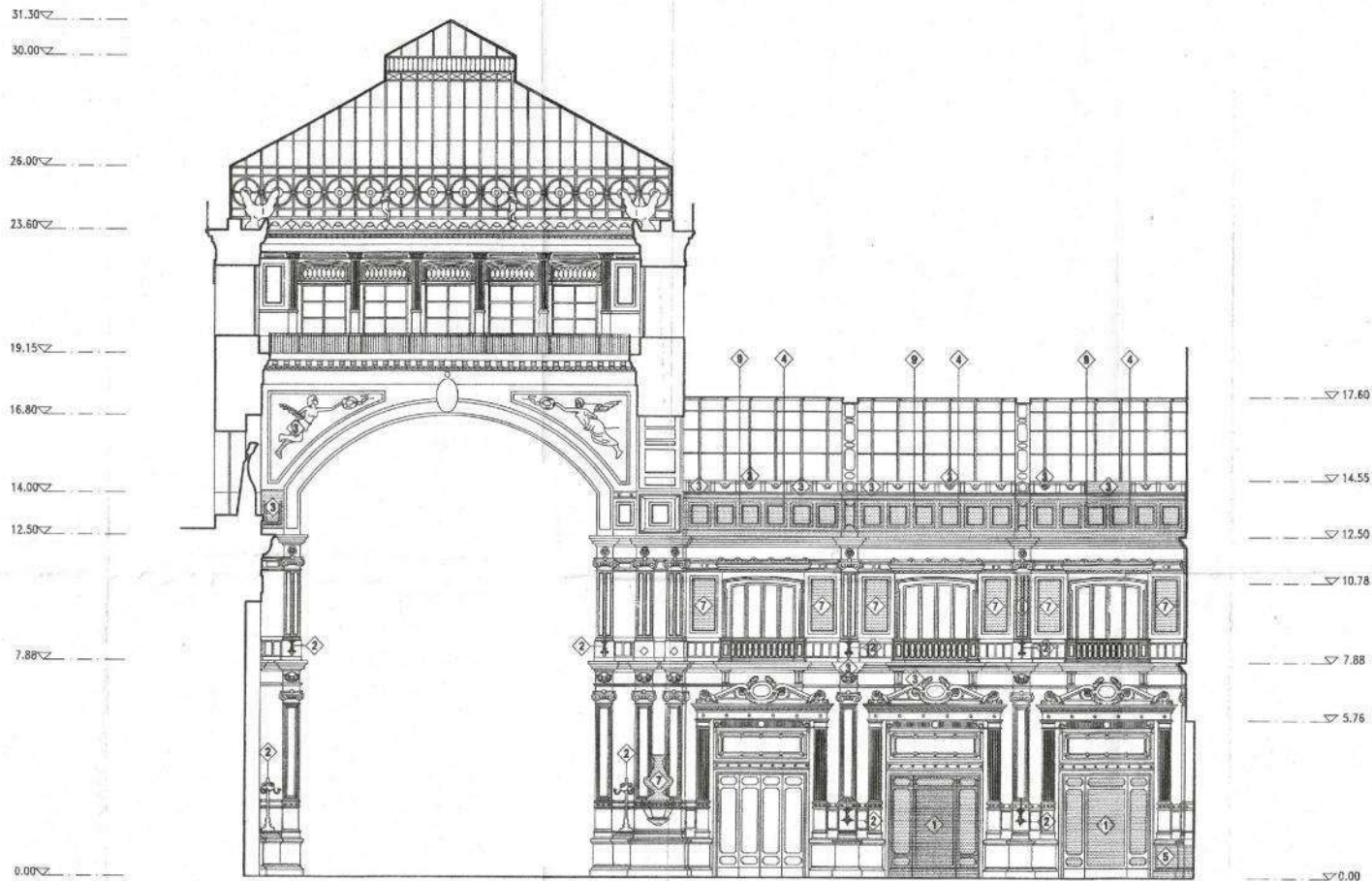


PROSPETTO 3



LEGENDA:

- |   |                                 |                            |                                    |
|---|---------------------------------|----------------------------|------------------------------------|
| 1) MODIFICA INFISSO   | 4) RICONFIAMENTO INTONACO       | 8) UMIDITA' ASCENDENTE     | 12) GRATE IN FERRO                 |
| 2) LANTERNE NON FUNZIONANTI E DANNEGGIATE   | 5) DISTACCO INTONACO            | 9) INFILTRAZIONI D'ACQUA   | 13) VANO MURATO                    |
| 3) PARTI SALIENTI MANCANTI DEGLI ELEMENTI SCULTOREI E/O DEGLI ELEMENTI DECORATIVI | 6) DEPOSITO ELEMENTI VEGETATIVI | 10) VETRI ROTTI O MANCANTI | 14) DEGRADO SUPERFICI DI CALPESTIO |
|   | 7) DEPOSITO AGENTI ATMOSFERICI  | 11) GRAFFITI E/O VERNICI   |                                    |



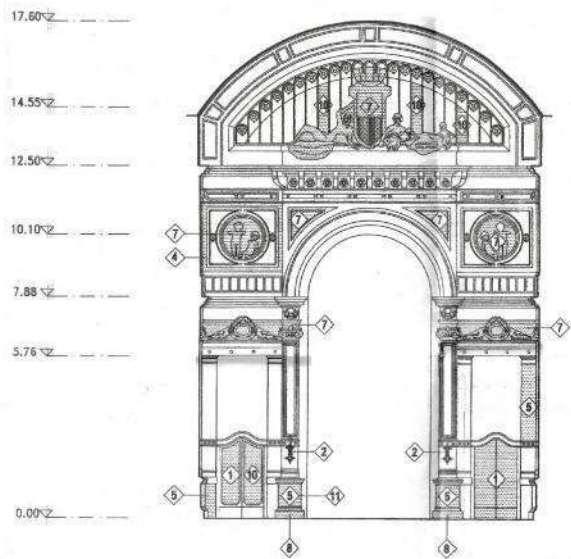
PROSPETTO 4



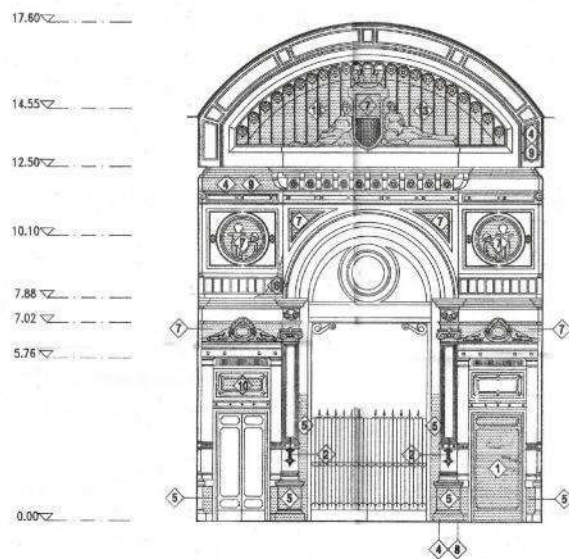
LEGENDA:

- |   |                                 |                            |                                     |
|---|---------------------------------|----------------------------|-------------------------------------|
| 1) MODIFICA INFISSO   | 4) RIGONFIAMENTO INTONACO       | 8) UMIDITA' ASCENDENTE     | 12) GRATE IN FERRO                  |
| 2) LANTERNE NON FUNZIONANTI E DANNEGGIATE                                       | 5) DISTACCO INTONACO            | 9) INFILTRAZIONI D'ACQUA   | 13) VANGI MURATI                    |
| 3) PARTI SALIENTI MANCANTI DEGLI ELEMENTI SCULTOREI E/O DEGLI ELEMENTI DECORATI | 6) DEPOSITO ELEMENTI VEGETATIVI | 10) VETRI ROTTI O MANCANTI | 14) DEGRADO SUPERFICIE DI CALPESTIO |
|   | 7) DEPOSITO AGENTI ATMOSFERICI  | 11) GRAFFITI E/O VERNICI   |                                     |

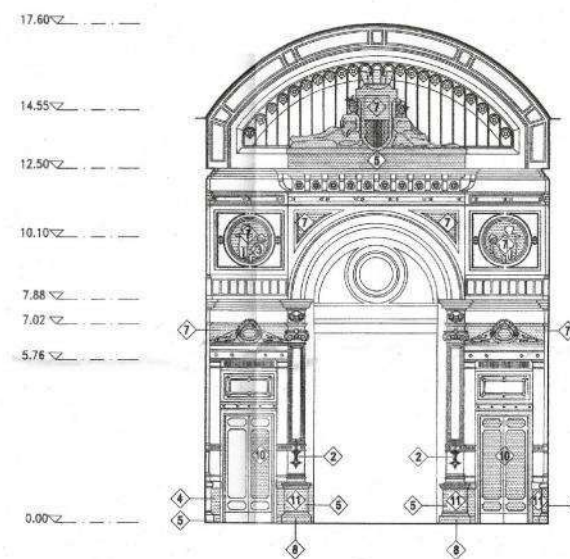




PROSPETTO 5



PROSPETTO 6

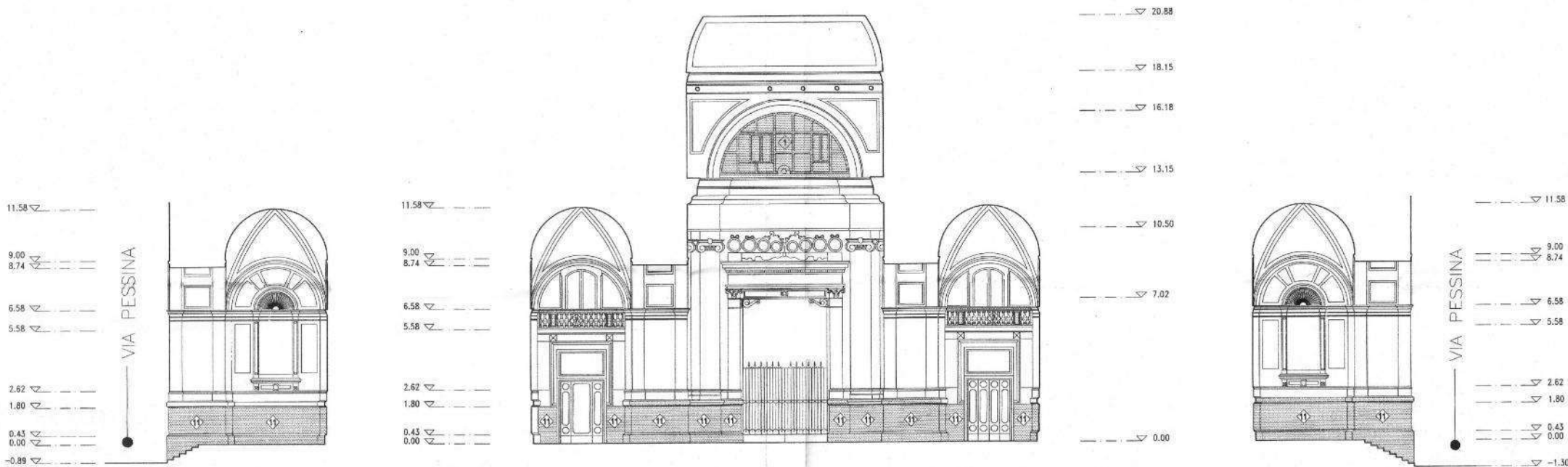


PROSPETTO 7



LEGENDA:

- |   |                                 |                            |                                    |
|---|---------------------------------|----------------------------|------------------------------------|
| 1) MODIFICA INFISSO   | 4) RIGONFIAMENTO INTONACO       | 8) UMIDITA' ASCENDENTE     | 12) GRATE IN FERRO                 |
| 2) LANTERNE NON FUNZIONANTI E DANNEGGIATE   | 5) DISTACCO INTONACO            | 9) INFILTRAZIONI D'ACQUA   | 13) VANO MURATO                    |
| 3) PARTI SALIENTI MANCANTI DEGLI ELEMENTI SCULTOREI E/O DEGLI ELEMENTI DECORATIVI | 6) DEPOSITO ELEMENTI VEGETATIVI | 10) VETRI ROTTI O MANCANTI | 14) DEGRADO SUPERFICI DI CALPESTIO |
|   | 7) DEPOSITO AGENTI ATMOSFERICI  | 11) GRAFFITI E/O VERNICI   |                                    |



PROSPETTO 8

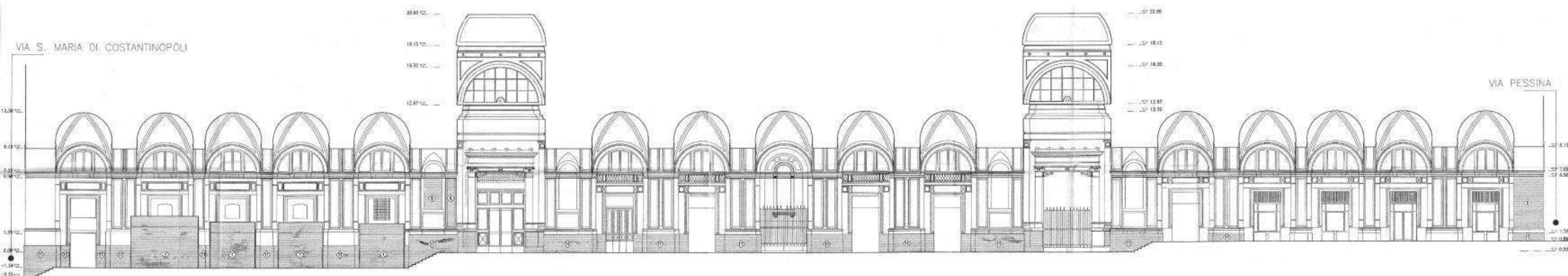
PROSPETTO 9

PROSPETTO 10



LEGENDA:

- |   |                                 |                            |                                    |
|---|---------------------------------|----------------------------|------------------------------------|
| 1) MODIFICA INFISSO   | 4) RIGONFIAMENTO INTONACO       | 8) UMIDITA' ASCENDENTE     | 12) GRATE IN FERRO                 |
| 2) LANTERNE NON FUNZIONANTI E DANNEGGIATE   | 5) DISTACCO INTONACO            | 9) INFILTRAZIONI D'ACQUA   | 13) VANO MURATO                    |
| 3) PARTI SALIENTI MANCANTI DEGLI ELEMENTI SCULTOREI E/O DEGLI ELEMENTI DECORATIVI | 6) DEPOSITO ELEMENTI VEGETATIVI | 10) VETRI ROTTI O MANCANTI | 14) DEGRADO SUPERFICI DI CALPESTIO |
|   | 7) DEPOSITO AGENTI ATMOSFERICI  | 11) GRAFFITI E/O VERNICI   |                                    |

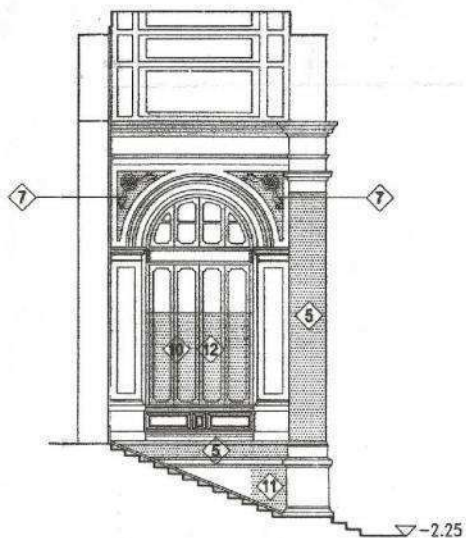
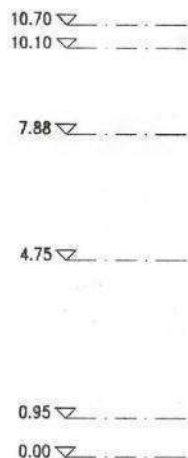


PROSPETTO 11

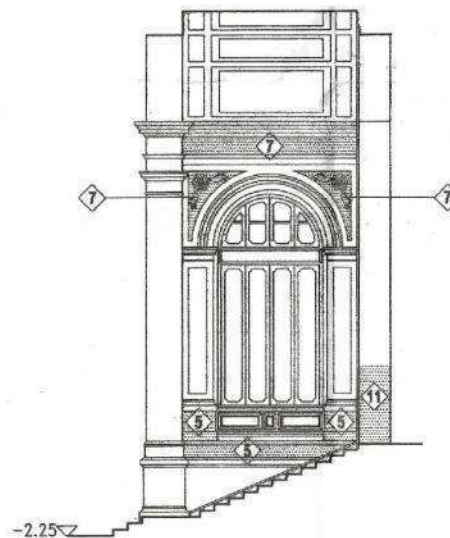
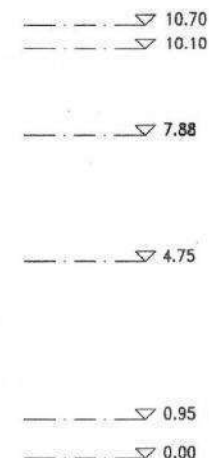


LEGENDA

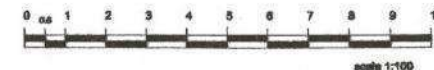
- |   |                                 |                            |   |
|---|---------------------------------|----------------------------|---|
| 1) MURICIA FISSA  | 4) RICOPIAMENTO INTORNO         | 8) GRADITA ASCENDENTE      | 12) GRATE IN FERRO                      |
| 2) LENTINE NON FUNZIONANTI E SERRAMENTI   | 5) DISTACCO INTORNO             | 9) INFILTRAZIONI D'ACQUA   | 13) MURO MURATO                         |
| 3) PAVI SANSATI MANCANTI DEGLI ELEMENTI SCULTOREI L/O DEGLI ELEMENTI DECORATIVI | 6) DEPOSITO ELEMENTI VEGETATIVI | 10) VETRI ROTTI O MANCANTI | 14) DECORAZIONE SUPERFICIE DI CALPESTIO |
|   | 7) DEPOSITO AGENTI ATMOSFERICI  | 11) GRATTI L/O VERNICI     |   |



PROSPETTO 12



PROSPETTO 13



**LEGENDA:**

- |   |                                 |                            |                                    |
|---|---------------------------------|----------------------------|------------------------------------|
| 1) MODIFICA INFISSO   | 4) RIGONFIAMENTO INTONACO       | 8) UMIDITA' ASCENDENTE     | 12) GRATE IN FERRO                 |
| 2) LANTERNE NON FUNZIONANTI E DANNEGGIATE   | 5) DISTACCO INTONACO            | 9) INFILTRAZIONI D'ACQUA   | 13) VANO MURATO                    |
| 3) PARTI SALIENTI MANCANTI DEGLI ELEMENTI SCULTOREI E/O DEGLI ELEMENTI DECORATIVI | 6) DEPOSITO ELEMENTI VEGETATIVI | 10) VETRI ROTTI O MANCANTI | 14) DEGRADO SUPERFICI DI CALPESTIO |
|   | 7) DEPOSITO AGENTI ATMOSFERICI  | 11) GRAFFITI E/O VERNICI   |                                    |





# Istemi

diagnostica, controlli e monitoraggi  
per l'Ingegneria, l'Ambiente ed i Beni Culturali

---

## RELAZIONE TECNICA

---

### Indagini diagnostiche presso la Galleria Principe di Napoli

---

*Committente*

Napoli Servizi Spa

---



---

*Direttore Tecnico*

ing. Nicolino Messuti






ISO 9001  
BUREAU VERITAS  
Certification



Istemi s.a.s.  
C.so Umberto I, 19 - 84085 Mercato S. Severino (SA)  
Tel. +39 089 890390 - Fax +39 089 8422173  
www.istemi.it - info@istemi.it  
p.i. 04629350655





## INDICE

1. INTRODUZIONE .....	5
2. ANAMNESI E PIANO DELLE INDAGINI.....	5
3. METODOLOGIE DI INDAGINE STRUMENTALE E RILIEVI .....	7
INDAGINE SONICA SU MURATURA.....	7
DESCRIZIONE DELLA STRUMENTAZIONE.....	8
INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI .....	8
RILIEVO CON AEROMOBILE A PILOTAGGIO REMOTO (DRONE).....	9
DESCRIZIONE DELLA STRUMENTAZIONE.....	9
INDAGINE TERMOGRAFICA.....	10
RISULTATI DELL'INDAGINE.....	11
4. ANALISI DEL DEGRADO .....	12
5. CONCLUSIONI.....	21
6. ALLEGATI .....	24

Istemi s.a.s.  
C.so Umberto I, 19 - 84085 Mercato S. Severino (SA)  
Tel. +39 089 890390 - Fax +39 089 8422173  
www.istemi.it - info@istemi.it  
P.I. 04629350655



**istemi**  
diagnostica, controlli e monitoraggi  
per l'Ingegneria, l'Ambiente ed i Beni Culturali

---

## 1. INTRODUZIONE

La società **Istemi s.a.s.** è stata incaricata dalla **Napoli Servizi spa**, di eseguire una campagna di indagini diagnostiche al fine di verificare lo stato di alterazione e degrado della Galleria Principe di Napoli sita in Napoli in via Ettore Bellini n.1. **Le indagini sono state eseguite il 15 – 19 – 20 – 21 – 25 – 26 – 28 - 30 giugno.**



Figura 1 - Inquadramento territoriale ed ubicazione del fabbricato oggetto delle indagini

## 2. ANAMNESI E PIANO DELLE INDAGINI

Scopo delle indagini è stato quello di riprodurre la rappresentazione della distribuzione spaziale, qualitativa e quantitativa, dei fenomeni di alterazione e degrado individuati sulle superfici del fabbricato, a seguito dei distacchi di intonaci verificatosi in corrispondenza dell'ingresso prospiciente piazza Museo.



Figura 2 – Frammenti di intonaco distaccatisi





Alla luce del sopralluogo preventivo effettuato e delle finalità sopra accertate, le indagini pianificate, concordate ed eseguite sono:

- **Attività di rilievo indiretto:**
  - ✓ rilievo fotogrammetrico con aeromobile a pilotaggio remoto (Drone);
  - ✓ indagine termografica diffusa (ad ausilio dell'esame autoptico e di rilievo);
- **Attività di rilievo diretto:**
  - ✓ esame autoptico (o esame visivo);
- **Indagini strumentali:**
  - ✓ prove soniche;
  - ✓ indagine mediante battitura manuale.

Tali indagini sono state ritenute indispensabili per la mappatura del degrado degli intonaci e delle decorazioni della Galleria Principe di Napoli.

La metodologia utilizzata per l'ottenimento della mappa del degrado è stata la seguente. Si è proceduto in via preliminare all'esecuzione di rilievo fotogrammetrico ottenuto da drone, costituente una base grafica per una spedita (così come richiesto dalla Committenza) mappatura dei degradi materici e dei dissesti. La fase dei rilievi è stata completata altresì, da rilievo mediante termocamera.

Terminata la fase dei rilievi indiretti si è proceduto alla fase dei rilievi diretti. Tale fase è costituita da analisi autoptica (esame visivo) condotta lungo tutte le superfici con il supporto di trabattello per le quote fino a 5 metri e con cestello elevatore per le quote superiori e fino al piano di imposta degli archi.

Durante la fase autoptica, a supporto della stessa, sono state effettuate misure auscultazione mediante battitura manuale e nei punti più dubbi si è provveduto all'esecuzione anche di prove soniche.

Si riporta la planimetria generale con la nomenclatura delle pareti esaminate alla quale fare riferimento nei paragrafi successivi e nelle tavole allegate della mappatura del degrado.

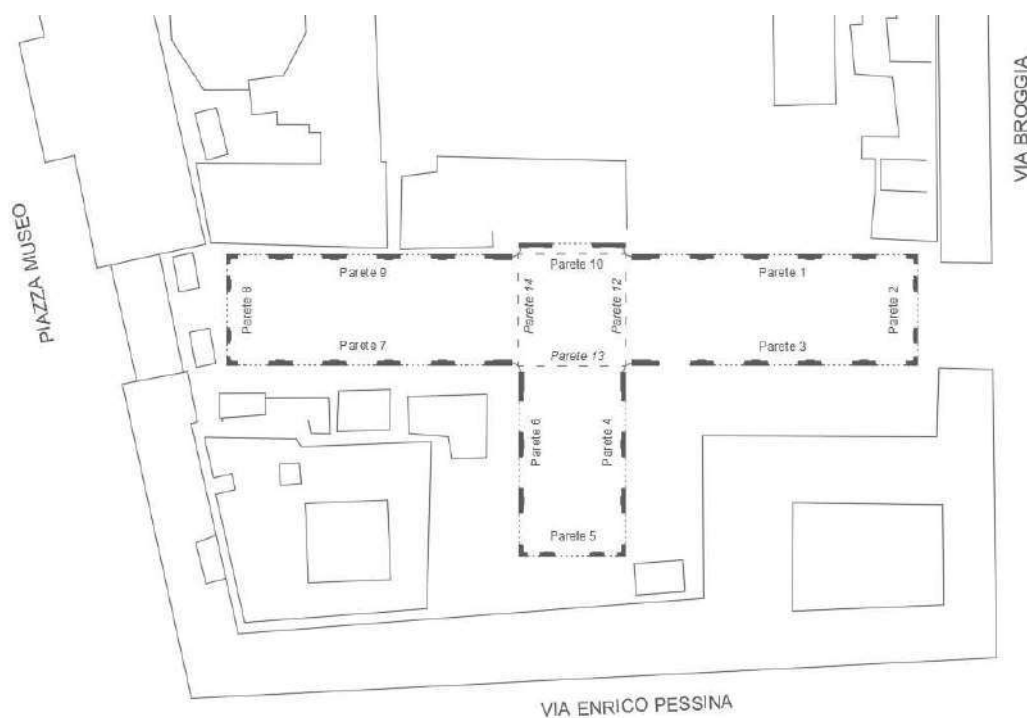


Figura 3 – Planimetria generale dell'area di intervento

### 3. METODOLOGIE DI INDAGINE STRUMENTALE E RILIEVI INDAGINE SONICA SU MURATURA

Il metodo consiste nel propagare dei treni di impulsi nel campo delle frequenze 15÷200 kHz, emessi da una sonda posta a contatto col materiale, misurando il tempo di transito necessario per raggiungere la sonda ricevente posta ad una distanza nota. Analizzando i tempi di arrivo degli impulsi si può valutare qualitativamente lo stato di omogeneità del materiale, localizzare le discontinuità superficiali ed interne, misurarne la loro distanza e dimensione, quindi lo stato di degrado del materiale.

Per l'esecuzione delle prove è stato adottato il metodo indiretto (riferimento alle norme **UNI EN 583-1,2,3,4,5,6: 2004**) con le sonde, trasmittente e ricevente, posizionate sul medesimo lato dell'elemento strutturale da indagare.



Figura 4 – Taratura della strumentazione      Figura 5 - Esecuzione delle indagini soniche su muratura

**Descrizione della strumentazione**

L'apparecchiatura utilizzata è la **I-SONIC della MAE**, costituita da una centralina di acquisizione dati, da un sistema di trasmissione ultrasonico con sonda trasmittente e da un ricevitore piezoelettrico.



Figura 6 - Strumentazione ad ultrasuoni utilizzata

**Interpretazione dei risultati**

I valori di velocità di attraversamento dell'impulso, ricavati tramite l'indagine sonica, devono essere confrontati con quelli disponibili in letteratura. Per le murature i valori di velocità **V<1000 m/s**: individuano murature fortemente danneggiate con presenza di grossi vuoti interni. Pertanto, si è operato analogo assunto per la misura di quegli intonaci già individuati, attraverso esame visivo e battitura manuale, come potenziali elementi non aderenti al supporto e quindi, in fase di distacco.



## RILIEVO CON AEROMOBILE A PILOTAGGIO REMOTO (DRONE)

Il metodo in esame consiste nel rilievo fotogrammetrico di aree o manufatti eseguiti con drone e con l'ausilio di personale specializzato autorizzato per l'esecuzione di riprese aeree.

I dati acquisiti durante il volo saranno poi opportunamente elaborati con restituzione grafica ed analitica.



Figura 7 – Aeromobile a pilotaggio remoto



Figura 8 – Restituzione dell'immagine acquisita su display

### Descrizione della strumentazione

L'apparecchiatura utilizzata è il drone Matrice 210 della DJI. Si tratta di un quadricottero professionale in grado di montare una fotocamera sia inferiormente che superiormente, ed in grado di acquisire video e foto ad elevata risoluzione.

L'aeromobile è controllato da un pilota specializzato a terra tramite un radiocomando dotato di monitor sul quale sono visualizzate le immagini acquisite dalla fotocamera.



Figura 9 – Drone DJI Matrice 210





## INDAGINE TERMOGRAFICA

La termografia è una tecnica diagnostica completamente non distruttiva che, misurando per il tramite di una termocamera la radiazione infrarossa emessa da un corpo, è in grado di determinarne la sua temperatura superficiale. Analizzando la temperatura dell'intera area indagata, viene generata una immagine termica (foto in falsi colori) dell'intera area inquadrata, associando ad ogni temperatura rilevata un colore corrispondente. La mappatura della temperatura superficiale è fondamentale per poter valutare lo stato di conservazione dei materiali stessi e poter individuare irregolarità nell'emissione dell'energia e quindi, a parità di emissività, di anomalie termiche.



Figura 10 – Indagine Termografica



Figura 11 – Restituzione del report termografico acquisito

## Descrizione della strumentazione

Per l'indagine termografica è stata utilizzata una termocamera tipo **FLIR T420BX** caratterizzata da:

- Campo visivo: 25°×19°;
- Distanza minima di messa a fuoco: 0,40 m;
- Sensibilità termica: da 0,045 °C a +30 °C
- Risoluzione IR: 320×240 pixel;
- Intervallo di temperatura: da -20 °C a +350 °C



Figura 12 – Termocamera FLIR T420BX



### Risultati dell'indagine

La termografia, come detto, ha permesso di determinare lo stato di conservazione dei materiali. I risultati dell'indagine sono riportati nella tavola grafica (Allegato B).

### ESAME VISIVO E INDAGINE MEDIANTE BATTITURA MANUALE

L'esame visivo è volto al riconoscimento delle aree sottoposte a fenomeni di degrado materico. Durante l'esame visivo, si è supportato il riconoscimento delle aree degradate, mediante operazione di battitura. L'operazione di "battitura" di opportune aree circoscritte, viene eseguita per il tramite di martello con punta di plastica rigida, al fine di evidenziare eventuali zone dal caratteristico suono "a vuoto".



Figure 13 / 14 – Battitura con punta di plastica rigida

### Risultati dell'indagine

L'esame visivo e la contemporanea indagine di battitura manuale ha permesso l'individuazione di zone di "vuoto" che sono riferibili ad un potenziale distacco dell'intonaco dal paramento murario con possibile espulsione dello stesso. I risultati hanno contribuito a dare un quadro completo alla mappatura del degrado esposta nelle tavole allegate.



#### 4. ANALISI DEL DEGRADO

Con il termine “degrado” s’intende il processo di deterioramento chimico-fisico dei materiali e delle strutture del costruito, dovuto all’azione di agenti naturali e ambientali contingenti o non, che determinano una modificazione parziale o totale della condizione originaria. All’origine dei fenomeni di degrado possono celarsi diverse cause che possono suddividersi in cause naturali e non naturali:

##### Cause naturali

- cause naturali ad azione prolungata intrinseche: carenze tecniche e tecnico costruttive quali umidità di costruzione e componenti reattivi,
- cause naturali ad azione prolungata estrinseche: azione dell’acqua per invasione e per infiltrazione, azione del vento, escursioni termiche (gelo-disgelo), agenti atmosferici, umidità di condensazione, umidità di risalita capillare, variazioni morfologiche.
- cause naturali ad azione occasionale: sisma, frana, marea, alluvione, fiume.

##### Cause non naturali

- cause non naturali intrinseche come l’inadeguatezza progettuale tecnica, tecnologica, di posizionamento e di dimensionamento,
- cause non naturali estrinseche come le azioni dell’uomo e le alterazioni dello stato d’equilibrio per diverse sollecitazioni.

#### **Modalità di esecuzione delle rilevazioni**

Al fine di poter definire lo stato di conservazione della struttura, sono stati effettuati esami ravvicinati delle superfici mediante esame autoptico ed impiego di piattaforma aerea, capace di consentire un’analisi ravvicinata anche nelle zone non facilmente raggiungibili, permettendo di catturare fotografie di dettaglio. Ai fini di un più agevole riconoscimento delle parti a rischio distacco e caduta e delle aree interessate da degrado superficiale, è stata realizzata una legenda che partendo dal lessico Normal 1/88 è stata riadattata al caso in esame (si veda figura seguente).



**Figura 15 – Legenda utilizzata per la documentazione grafica**

### **Risultati dell'indagine**

Dall'analisi delle facciate della Galleria Principe di Napoli si sono riscontrati numerosi fenomeni di degrado e dissesto, relativi alle diverse componenti materiche che le compongono.

Si sono individuati puntualmente sulla facciata i materiali oggetto di degrado, andandone a stabilirne la concretezza fisica e morfologica. Di seguito si riportano, parete per parete, le analisi e le possibili cause del degrado delle facciate analizzate. Il dettaglio grafico è riportato nelle tavole (Allegato C) alla presente relazione che ne costituiscono parte sostanziale.





**Figura 16 – Parete 1**

### **Parete 1**

La facciata è interamente intonacata. La maggior parte della superficie esaminata presenta aree di “vuoto” associate a distacchi di intonaco, riscontrate dall’indagine mediante battitura. La mancata manutenzione della copertura ha indotto in alcune zone la rottura e il distacco degli elementi vetrati che la compongono. Ciò ha permesso il passaggio delle precipitazioni provocando il conseguente degrado delle strutture orizzontali manifestando ampie zone soggette a patina superficiale, focalizzate maggiormente nella parte superiore. La parte inferiore, contrariamente, non evidenzia zone interessate da fenomeni di degrado. La somma delle principali cause come gli agenti chimici, la pioggia, il soleggiamento e l’assenza di manutenzione ha portato nel tempo alla comparsa di organismi vegetali e sostanze organiche lungo la parte superiore della facciata.

Gli elementi decorativi non presentano particolari criticità a meno di piccoli ammaloramenti superficiali. Si riscontrano inoltre svariate lesioni profonde, con potenziale distacco di materiale, nonché lesioni superficiali di minor importanza.





Figura 17 – Parete 2

### Parete 2

La facciata è interamente intonacata e non presenta particolari criticità a meno di piccole zone di “vuoto” e distacco di intonaco nella parte perimetrale superiore ed in corrispondenza del singolo elemento decorativo destro. L'intradosso è soggetto a potenziali zone di distacco d'intonaco e lesioni profonde.



Figura 18 – Parete 3

### Parete 3

La facciata è interamente intonacata. Così come per la parete 1 anche in questo caso si accerta la presenza di aree di “vuoto” associate a distacchi di intonaco affiancate da ampie zone sottoposte a patina



superficiale concentrate in maggior modo lungo il lato destro. Nella parte superiore della facciata si notano delle mancanze di cornicioni ed elementi decorativi. Si riscontrano svariate lesioni profonde, con potenziale distacco di materiale, nonché lesioni superficiali di minor importanza.



Figura 19 – Parete 4

#### Parete 4

La facciata è interamente intonacata. La parte superiore è caratterizzata dalla presenza di aree di “vuoto” con discreto distacco di intonaco. Si notificano lesioni profonde su tutta la superficie concentrate in maggior modo lungo gli architravi delle aperture.



Figura 20 – Parete 5



### Parete 5

La facciata è interamente intonacata e non presenta particolari criticità a meno di piccole zone di “vuoto” e distacco di intonaco caratterizzanti anche l'intradosso. Le aperture sono caratterizzate da architravi in legno che non costatano particolari criticità. Si visionano inoltre, lesioni profonde e superficiali, nonché piccole mancanze nella parte inferiore.



Figura 21 – Parete 6

### Parete 6

La facciata è interamente intonacata e non presenta particolari criticità a meno di piccole zone di “vuoto” con associato distacco di intonaco nella parte superiore. Si riscontrano lesioni profonde e superficiali, piccoli ammaloramenti su elementi decorativi. La zona inferiore non rileva particolari segni di degrado.



Figura 22 – Parete 7





### **Parete 7**

La facciata è interamente intonacata. Tutta la superficie è interessata interamente da zone sparse di “vuoto” con associato distacco di intonaco, mancanze e ammaloramenti suddivise tra elementi lapidei e parti di elementi decorativi. Si riscontrano lesioni sia profonde che superficiali. Inoltre, si individuano elementi metallici in fase di distacco.



**Figura 23 – Parete 8**

### **Parete 8**

La facciata è interamente intonacata ed interessata da piccole zone di “vuoto” presenti maggiormente nella parte superiore. Si accertano ammaloramenti di elementi decorativi e lesioni profonde che interessano la decorazione presente sulla parte sinistra della facciata. L'intradosso è caratterizzato da un'ampia zona con intonaco distaccato affiancata da lesioni profonde che seguono l'andamento ad arco.



Figura 24 – Parete 9

### Parete 9

La facciata è interamente intonacata. Si notificano zone sparse di “vuoto”, mancanze e ammaloramenti suddivise tra elementi lapidei e parti di elementi decorativi. Si riscontrano lesioni sia profonde che superficiali. Inoltre si individuano elementi in ferro in fase di distacco.



Figura 25 – Parete 10





## Parete 10

La facciata è interamente intonacata con problematiche di degrado che si concentrano in maggior modo sulla parte superiore della stessa. Si notificano zone di “vuoto” e ammaloramenti suddivise tra elementi lapidei e parti di elementi decorativi, nonché ampie lesioni profonde con potenziale distacco di intonaco.



Figura 26 – Parete 11 – 12 - 13

## Intradossi e pareti 11, 12 e 13

La zona centrale della galleria, costituita dalle pareti 11, 12 e 13 e dagli intradossi degli archi e degli elementi aggettanti è caratterizzata da zone di “vuoto” con associato distacco di intonaco, ammaloramenti su elementi decorativi ed ampie lesioni profonde che seguono il regolare perimetro definito dall'unione delle pareti in esame. Si individuano elementi in ferro (staffe) in fase di distacco. Inoltre, il piano d'imposta dell'arco definito dalla parete 11 è contrassegnato da fenomeni di patina superficiale. Gli intradossi di tutte le superfici analizzate sono risultate soggette a possibili distacchi di intonaco.



## 5. CONCLUSIONI

Il quadro generale riguardante l'analisi del degrado della Galleria Principe di Napoli, ha evidenziato ampie zone di potenziale distacco di intonaco dal paramento murario e di elevato rischio di caduta e perdita di porzioni di materiale, che accomunano tutti i prospetti esaminati.

Il degrado riscontrato è riconducibile, in linea generale, all'assenza di una manutenzione costante e corretta, che ha contribuito ad aggravare lo stato di conservazione della stessa galleria, amplificando fenomeni di distacco degli elementi decorativi e dell'intonaco, favorendo la crescita di vegetazione e la formazione di una patina superficiale biancastra caratterizzata da polverizzazione.

Una delle principali cause di degrado delle superfici della struttura, è da ricondursi al **percolamento di acqua piovana**: la mancata manutenzione della copertura vitrea e l'azione di agenti atmosferici, hanno indotto alla rottura ed al distacco degli elementi vitrei di cui si compone la volta, permettendo in tal modo, all'acqua di infiltrarsi all'interno e di contribuire al progressivo deterioramento delle superfici. La presenza di acqua contribuisce a generare processi di degrado sia di tipo fisico che chimico. L'azione fisica è da relazionarsi prevalentemente ad interazioni di tipo meccanico (stress) indotte dai processi di imbibizione e asciugatura capaci di generare porosità e disgregazioni superficiali, nonché di contribuire al distacco di porzioni di materiale generando ed accentuando i fenomeni fessurativi. Ulteriore fenomeno fisico è probabilmente da ricondursi all'azione dei Sali solubili trasportati dall'acqua. Si precisa, ai fini diagnostici, che il solo esame autoptico, sebbene condotto in modo ravvicinato, non è in grado di individuare la presenza di Sali. Pertanto, senza ulteriori contributi analitici, tale assunto rimane soltanto ipotizzabile. La collocazione dell'edificio in una zona del centro città caratterizzata da un'alta densità veicolare, sottopone, inoltre, le superfici all'azione chimica degli inquinanti atmosferici che, reagendo con l'acqua, interferiscono con la corretta conservazione dei materiali. In particolare, è stato evidenziato un probabile processo di solfatazione in atto, caratterizzante la maggior parte delle aree esposte all'azione dell'acqua. Il fenomeno è attribuibile alla reazione dell'acqua piovana con gli inquinanti (anidride solforica e solforosa) ed in particolare all'azione dell'acido solforico, capace di reagire con il carbonato di calcio presente negli intonaci e di formare solfato di calcio, solubile in acqua e quindi, facilmente dilavabile. Tale processo contribuisce alla progressiva perdita di materiale nonché all'indebolimento delle superfici. Tutte le aree soggette a percolamento, si caratterizzano, infatti, per la presenza di patine biancastre polverulente ascrivibili a probabili processi di solfatazione. È probabile inoltre, che l'intenso traffico veicolare, al contorno, possa presentare ulteriori effetti dannosi in quanto capace di generare continue vibrazioni per la presenza di discontinuità ed irregolarità del manto stradale.



Figura 27 –Zona interessata da degrado generato dal percolamento di acqua dal soffitto



Figura 28– Decorazione a stucco interessata da probabile processo di solfatazione

In corrispondenza delle aree decorate a rilievo (decorazioni a stucchi come da es. in fig. 30), è stata spesso riscontrata la presenza di elementi metallici ossidati. Anche in questo caso l'azione fisica dovuta all'aumento di volume del metallo ossidato, contribuisce alla genesi di fratture e fessurazioni che possono accentuarsi progressivamente fino al completo distacco del materiale.

L'edificio risulta inoltre, sottoposto a continui sbalzi termici che provocano ulteriori processi fisici generando variazioni dimensionali e volumetriche diverse per ogni materiale. La marcata eterogeneità materica della struttura in un ambiente non controllato termoigrometricamente, costituisce quindi un ulteriore elemento di catalisi del degrado fisico.

Le condizioni micro-ambientali e la presenza di acqua hanno inoltre, permesso la formazione di processi di colonizzazione da parte di **agenti biodeteriogeni**. Nello specifico si riscontrano, non solo aree caratterizzate da patine biologiche, ma anche la presenza di vegetazione superiore, capace di produrre non solo un danno estetico ma anche un danneggiamento meccanico dovuto al continuo accrescimento e movimento delle radici all'interno del substrato litico. Tale fenomeno interessa in particolare, la parete denominata *parete 1* e parte della *parete 3*. A tal riguardo si evidenzia come le pareti esposte ad est siano confinanti con un giardino pensile. Pertanto, è ipotizzabile che attraverso gli elementi vitrei danneggiati, si infilti terreno vegetale, che costituisce elemento di attecchimento per vegetazione parietale.



**Figura 29** –Presenza di vegetazione superiore



**Figura 30** –Decorazione a stucco con elementi metallici ossidati



**Figura 31** –Presenza di guano

È stata infine, ampiamente riscontrata la presenza di guano, caratterizzante soprattutto le aree della zona alta della struttura rappresentando così un catalizzatore di ulteriori tipologie di degrado chimico dei materiali.

Allo stato attuale quindi, la Galleria presenta numerose criticità in merito ai potenziali distacchi di elementi decorativi e di intonaci (sia su prospetti che agli intradossi). Le pessime condizioni della copertura vitrea, danneggiata in più punti, determina la percolazione di acqua meteorica, la quale unitamente ad altri elementi sito specifici (microclima interno, guano, vibrazioni indotte, inquinanti, etc.) è la principale fonte di degrado degli intonaci e delle decorazioni. La mappatura dei degradi è riportata nelle tavole allegate alla presente relazione e costituisce parte integrale della stessa.





## 6. ALLEGATI

Si allegano alla presente relazione:

- **Allegato A:** certificazione del personale qualificato ai sensi della norma UNI EN ISO 9712: 2012 II Livello per le prove non distruttive sulle strutture civili, sui beni culturali ed architettonici e nel settore industriale;
- **Allegato B:** report dell'indagine termografica;
- **Allegato C:** tavole mappatura del degrado;

IL DIRETTORE TECNICO

DOTT. ING. NICOLINO MESSUTI







# Istemi

diagnostica, controlli e monitoraggi  
per l'Ingegneria, l'Ambiente ed i Beni Culturali

# Allegato A

---

Certificazione del personale qualificato





**Certificazione del personale qualificato ai sensi della norma UNI EN ISO 9712:2012 II Livello per le prove non distruttive sulle strutture civili, sui beni culturali ed architettonici e nel settore industriale.**

Metodo Method	N° certificato N° certificate	Scadenza Expiry date
MG	13/BO/MMA/mp/0314C	11/07/2018
SC	13/BO/MMA/mp/0315C	11/07/2018
UT	13/BO/MMA/mp/0316C	11/07/2018
MO	13/BO/MMA/mp/0317C	11/07/2018

Firma dell'Operatore

Metodo Method	Settore Sector	N° certificato N° certificate	Scadenza Expiry date
UT	c f t w wp	14/BO/MR/0009C	21/01/2019
MT	c f t w wp	14/BO/MR/0125C	04/03/2019
PT	c f t w wp	14/BO/MR/0126C	04/03/2019
VT	c f t w wp	14/BO/MR/0127C	04/03/2019

Firma dell'Operatore

Legenda / Legend:

- c getti / casts
- f fucinati / forgings
- t tubi e condotte / pipes and tubes
- w prodotti saldati / welded products
- wp prodotti lavorati / worked products

**ACCREDIA**

**TESSERA DI RICONOSCIMENTO**  
**PERSONAL BADGE N. 00620**

Si certifica che l'operatore: **Messuti Nicolino**  
 That is to certify that the operator:

Nato a: **Lauria (PZ)** il: **01/07/1978**  
 Born in:

E' qualificato quale addetto alle prove non distruttive al livello 2 in conformità alla norma UNI EN ISO 9712:12 e i settori indicati sul retro.  
 Is qualified level 2 NDT operator according to UNI EN ISO 9712:12 rules in the methods and sectors specified on the back side

**Bureau Veritas Italia SpA**

Milano, 21/01/2014





Istemi

diagnostica, controlli e monitoraggi  
per l'Ingegneria, l'Ambiente ed i Beni Culturali

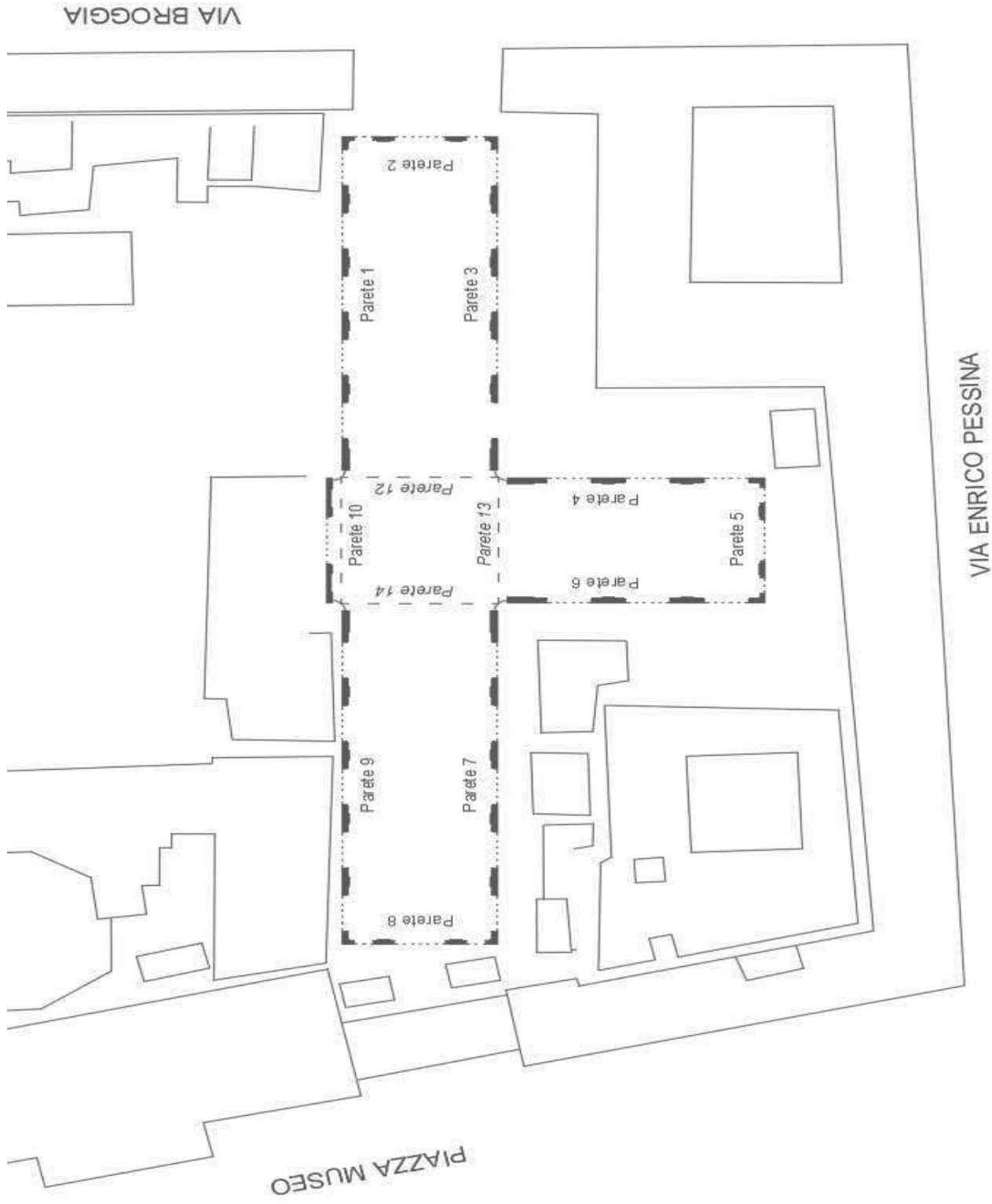
# Allegato B

---

Report Termografico







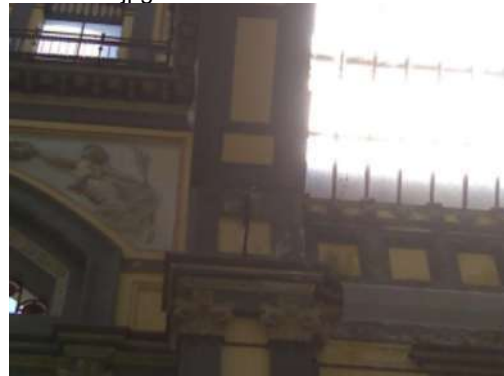


PARETE 1

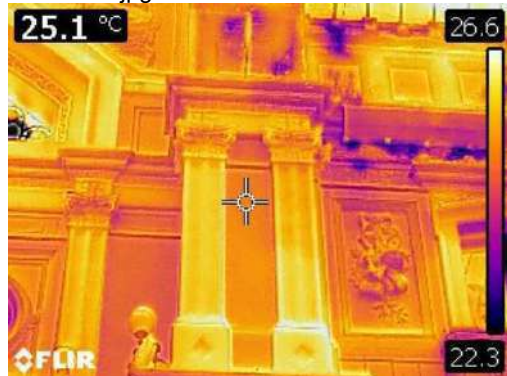
FLIR6716.jpg 15/06/2018 08:47:38



FLIR6716.jpg 15/06/2018 08:47:38



FLIR6717.jpg 15/06/2018 08:47:50



FLIR6717.jpg 15/06/2018 08:47:50



FLIR6718.jpg 15/06/2018 08:48:01



FLIR6718.jpg 15/06/2018 08:48:01



FLIR6719.jpg 15/06/2018 08:48:12

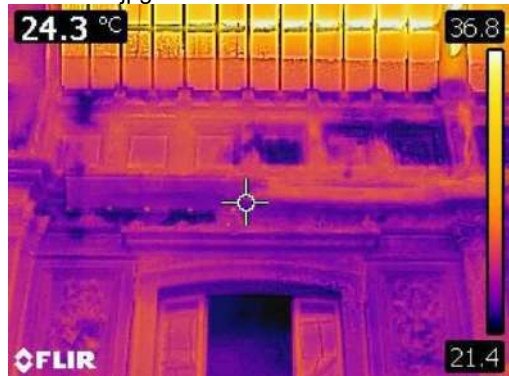


FLIR6719.jpg 15/06/2018 08:48:12



PARETE 1

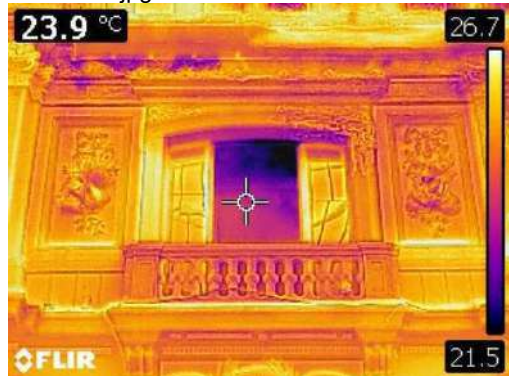
FLIR6721.jpg 15/06/2018 08:50:43



FLIR6721.jpg 15/06/2018 08:50:43



FLIR6722.jpg 15/06/2018 08:50:51



FLIR6722.jpg 15/06/2018 08:50:51



FLIR6723.jpg 15/06/2018 08:50:59



FLIR6723.jpg 15/06/2018 08:50:59



FLIR6724.jpg 15/06/2018 08:51:10

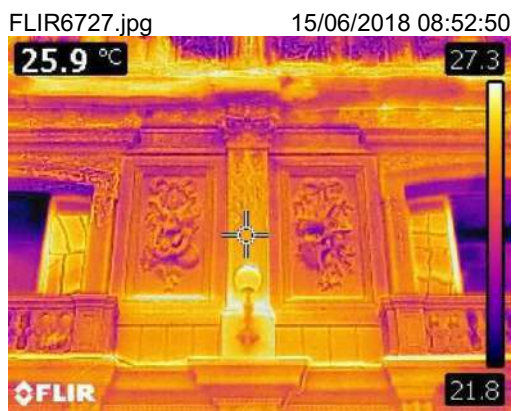
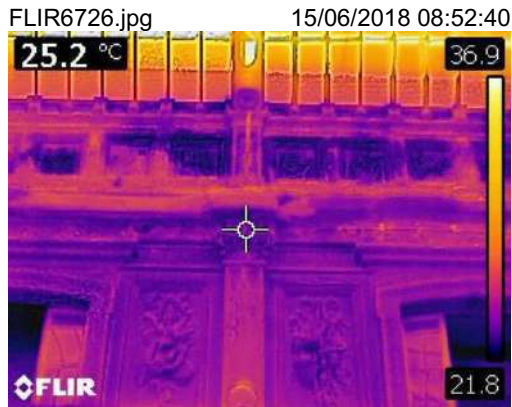


FLIR6724.jpg 15/06/2018 08:51:10





PARETE 1



PARETE 1

FLIR6730.jpg 15/06/2018 08:53:25



FLIR6730.jpg 15/06/2018 08:53:25



FLIR6731.jpg 15/06/2018 08:54:06



FLIR6731.jpg 15/06/2018 08:54:06



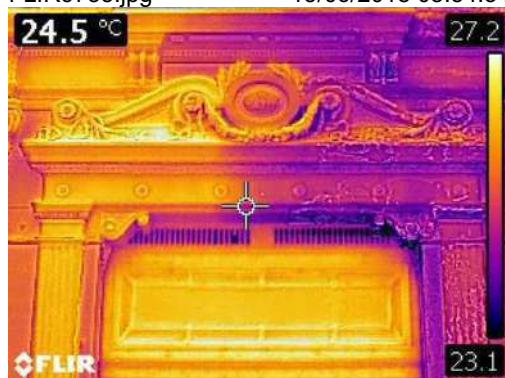
FLIR6732.jpg 15/06/2018 08:54:25



FLIR6732.jpg 15/06/2018 08:54:25



FLIR6733.jpg 15/06/2018 08:54:34



FLIR6733.jpg 15/06/2018 08:54:34





PARETE 1

