



Comune di Bologna



Nettuno
è Bologna

ISTITUTO SUPERIORE PER LA CONSERVAZIONE E IL RESTAURO

IL RESTAURO DELLA FONTANA DEL NETTUNO

Report dei lavori al 30 novembre 2016

presentazione a cura di Vilma Basilissi, Patrizia Governale, Dora Catalano



IL RESTAURO DELLA FONTANA DEL NETTUNO



La progettazione iniziale dell'intervento sulle opere è stata condotta sapendo che si era :

- ❖ a **25 anni** di distanza dall'ultimo restauro
- ❖ in **mancanza di una documentazione** testuale, grafica e fotografica relativa all'ultimo intervento di restauro
- ❖ senza **nessun intervento di manutenzione** ordinaria o straordinaria né previsto né condotto sul complesso monumentale
- ❖ senza **nessun controllo dello stato di conservazione** delle opere dall'ultimo intervento di restauro.

IL RESTAURO DELLA FONTANA DEL NETTUNO



Sopralluogo effettuato il 3 e 4 marzo 2016

IL RESTAURO DELLA FONTANA DEL NETTUNO

Il complesso bronzeo (43 sculture) presenta un degrado tipico dei manufatti esposti all'aperto, legato agli agenti atmosferici, alla funzione d'uso e alla concomitanza di fattori antropici.

- 
- ✓ Sporco di tipo generico, guano
 - ✓ Particellato atmosferico
 - ✓ Composti trasportati dalla pioggia (formanti colature)
 - ✓ Sedimenti vari
 - ✓ Composti neoformati per attacco chimico della patina da parte degli inquinanti aerodispersi
 - ✓ “Croste nere”
 - ✓ Sali solubili provenienti dall' interno del manufatto o dall' aria
 - ✓ Protettivi invecchiati, finiture, vernici.
 - ✓ Incrostazioni calcaree

IL RESTAURO DELLA FONTANA DEL NETTUNO



Il complesso lapideo (200 mq) presenta un degrado tipico dei manufatti esposti all'aperto, legato agli agenti atmosferici, alla funzione d'uso e alla concomitanza di fattori antropici.

- ✓ Sporco di tipo generico, guano
- ✓ Particellato atmosferico
- ✓ Composti trasportati dalla pioggia (formanti colature)
- ✓ Biodeterioramento
- ✓ “Croste nere”
- ✓ Protettivi invecchiati, finiture, vernici.
- ✓ Incrostazioni calcaree
- ✓ Degradazione differenziale

IL RESTAURO DELLA FONTANA

Il restauro è stato condotto in attività didattica con
gli allievi della Scuola di Alta Formazione
dell'ISCR (percorso formativo PFP1 e percorso
formativo PFP4)



I BRONZI DELLA FONTANA

1) STATO DI CONSERVAZIONE

- ❖ **Elevata condizione di corrodibilità per tutte le sculture in bronzo:** riscontrata dal livello del Nettuno (SI-L5) fino al livello delle Sirene, delfini e leoni (SI-L2).
- ❖ **Presenza di cloruri:** superiore a qualsiasi aspettativa in quanto dovuti all'immissione di pasticche di cloro nelle vasche in pietra, direttamente a contatto con i materiali costitutivi, con sviluppo di acido cloridrico e pH fortemente acido.
- ❖ **Isocianurati di rame:** presenza anomale di questi prodotti di alterazione del rame dovuti all'uso di pasticche di cloro gettate direttamente nell'acqua delle vasche in pietra.

I BRONZI DELLA FONTANA

VELOCITA' CORROSIONE NETTUNO



■ V.C. molto alta
(83%)
■ V.C. medio-alta
(17%)

VELOCITA' CORROSIONE PUTTI ED
ALTRE FIGURE 2^ LIVELLO

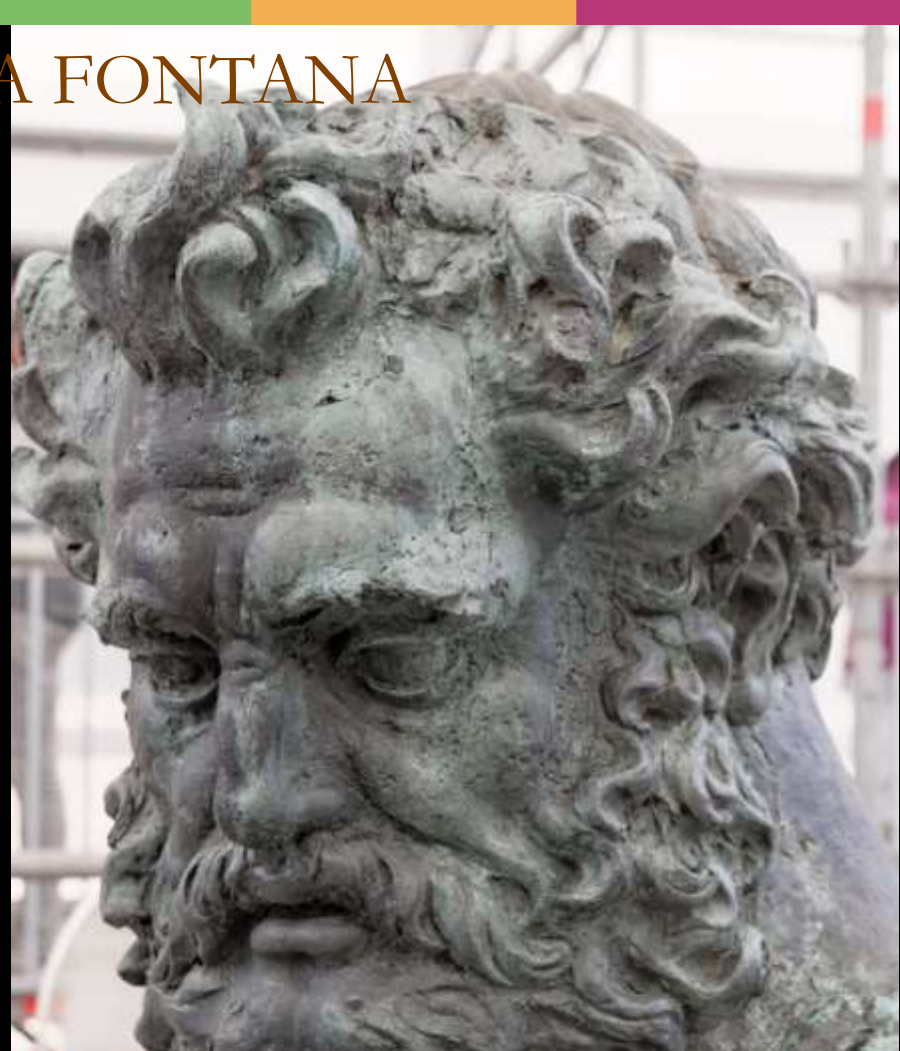


■ V.C. molto alta
(56%)
■ V.C. medio-alta
(44%)

VELOCITA' CORROSIONE NEREIDI E
CARTIGLI 1^ LIVELLO



■ V.C. molto alta
(67%)
■ V.C. medio-alta
(33%)



Composti neoformati per attacco chimico della patina da parte degli inquinanti aerodispersi e per corrosione elettrochimica della lega metallica.

I BRONZI DELLA FONTANA



Il trattamento di disinfezione dell'acqua di ricircolo della fontana, eseguito con compresse di cloro, ha provocato una significativa presenza di **cloruri di rame** ma anche la formazione di **isocianurati di rame** dalla caratteristica colorazione viola.

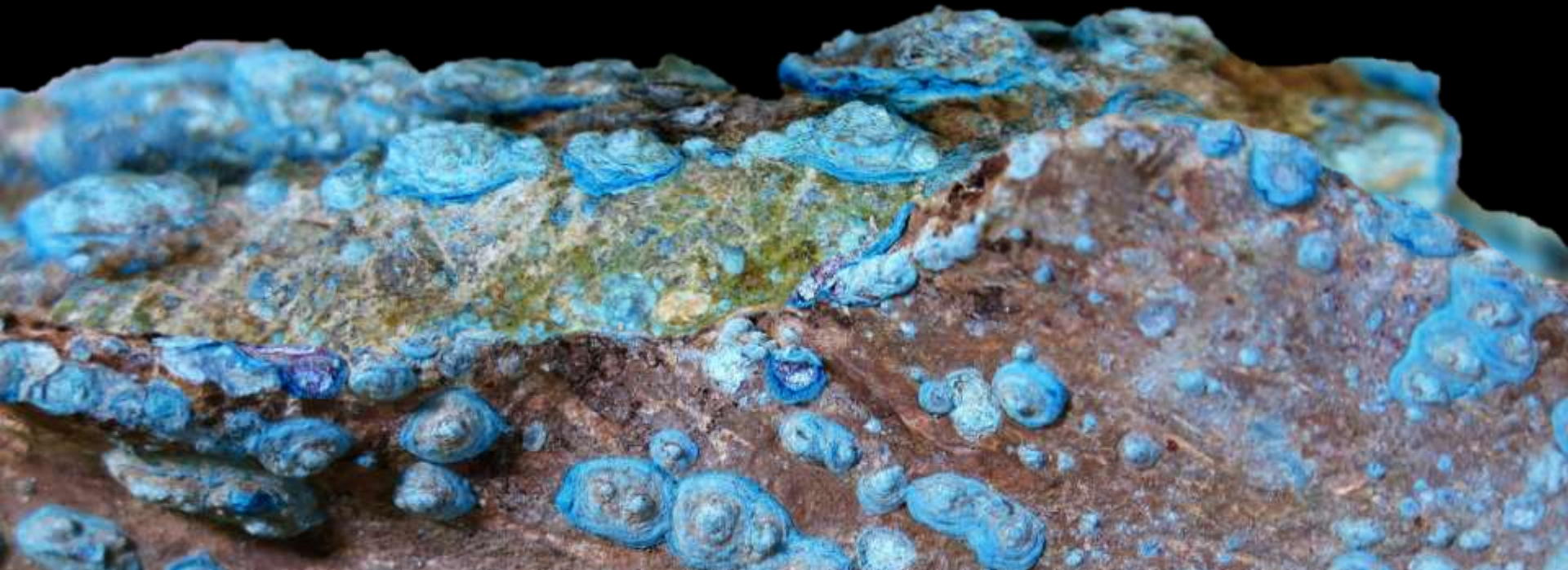


I BRONZI DELLA FONTANA

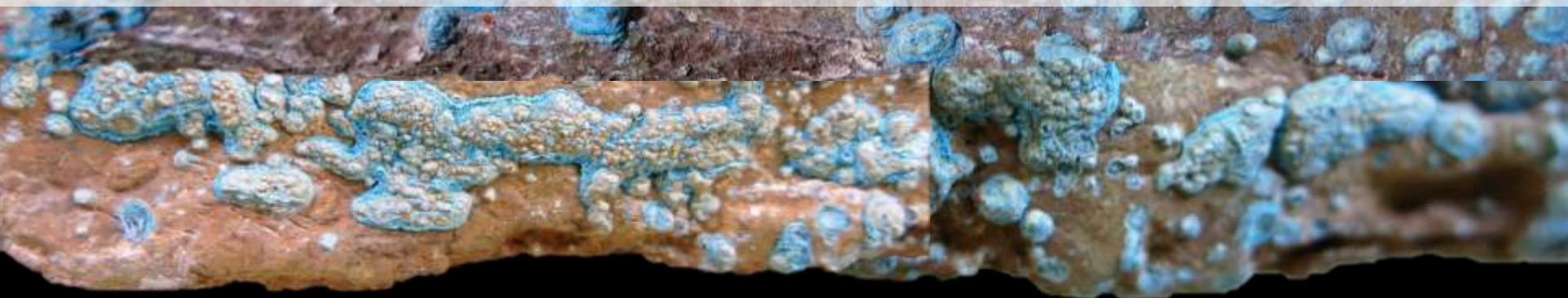


Presenza di **cloruri di rame** provenienti dall'interno del manufatto o dall'ambiente di esposizione si manifestano con le caratteristiche **pustole di corrosione**.

I BRONZI DELLA FONTANA



Presenza di **cloruri di rame** provenienti dall'interno del manufatto o dall'ambiente di esposizione si manifestano con le caratteristiche **pustole di corrosione**.



I BRONZI DELLA FONTANA



Sali di durezza, sali solubili provenienti dall'interno del manufatto o dall'ambiente di esposizione e **pustole di corrosione** e formazione di **isocianurati di rame** dalla caratteristica colorazione viola

I BRONZI DELLA FONTANA



Le incrostazioni calcaree (sali di durezza) presentano una consistenza differenziata a seconda delle zone più o meno interessate dall'acqua di ricircolo della fontana.

Nelle parti alte della statua del Nettuno hanno l'aspetto di un sottile film opaco di carbonato di calcio, che mostra depositi più evidenti solo nelle porosità e irregolarità della superficie.

Nelle parti basse del Nettuno e negli altri bronzi queste incrostazioni si sono accumulate in maniera più spessa e deturpante.



I BRONZI DELLA FONTANA

Sporco di tipo generico (guano, grasso, ecc) e sedimenti



Macchie da ossidi di ferro



I BRONZI DELLA FONTANA



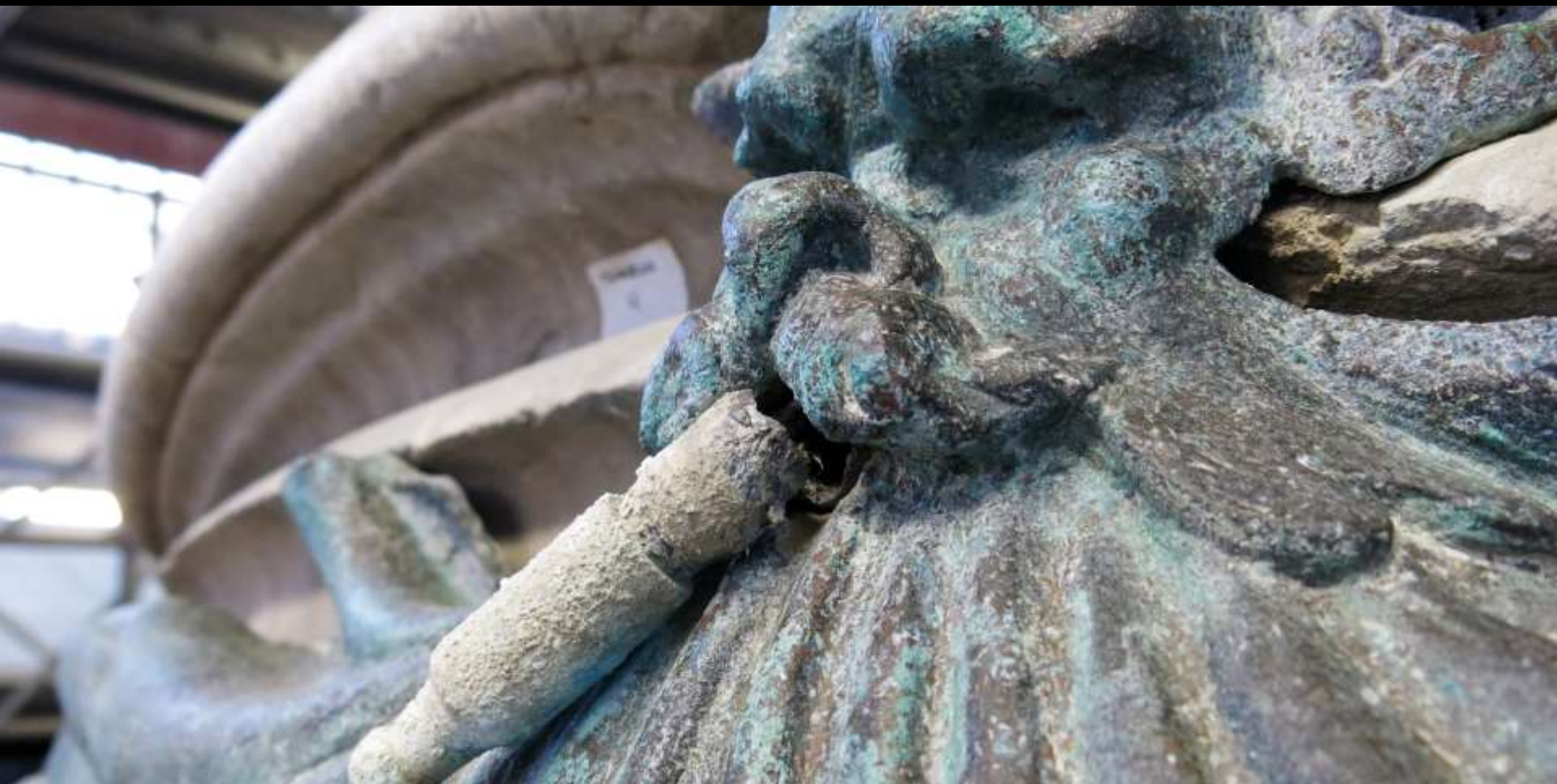
**Finiture decoese (patinatura artificiali) e
protettivi invecchiati.**

I BRONZI DELLA FONTANA



Fratture/Fessure e Mancanze

I BRONZI DELLA FONTANA



Danni antropici (rotture a elementi originali o agli apparati di sistema)

I BRONZI DELLA FONTANA



L'intervento di restauro mira a ristabilire le condizioni conservative e al contempo facilitare la lettura dei manufatti degradati a causa dei processi corrosivi. Si procede seguendo i criteri del **minimo intervento**, della **massima selettività** e della **reversibilità delle operazioni**.

2) INTERVENTI EFFETTUATI

➤ DOCUMENTAZIONE

- *ANALISI/INDAGINI NON DISTRUTTIVE (IND)*
Le analisi non invasive o micro invasive, dei componenti di lega e dei prodotti di corrosione, vengono eseguite al fine di caratterizzare le tecniche esecutive, i materiali costitutivi originali e i materiali di restauro, quale ausilio per scopi documentativi e per effettuare scelte di restauro specifiche e mirate.

Analisi multispettrali

Analisi scientifiche e IND

➤ RESTAURO DELLE SUPERFICI BRONZEE:

- ✓ pulitura
- ✓ stabilizzazione
- ✓ protezione

➤ LAVORI IN ECONOMIA

A lato delle operazioni principali sono previsti lavori in economia per affrontare alcuni problemi localizzati e peculiari ad alcune zone, parti o elementi dell'intero complesso.

I BRONZI DELLA FONTANA



➤ DOCUMENTAZIONE

- ❖ Documentazione fotografica e grafica in sistema 3D (Sistema Informativo) dei particolari tecnici di esecuzione, dei difetti di fusione e dello stato di conservazione, degli interventi effettuati.
- ❖ Documentazione al microscopio digitale (DINOLITE 4000) per l'analisi dello stato di conservazione (valutazione dello stato dei protettivi, delle patine di alterazione, delle incrostazioni dovute alla precipitazione dei sali di durezza) e dei test di pulitura delle superfici.

I BRONZI DELLA FONTANA

Nettuno

Inserimento ▾ Consultazione ▾ vilma.basilissi@beniculturali.it ▾ Help ▾

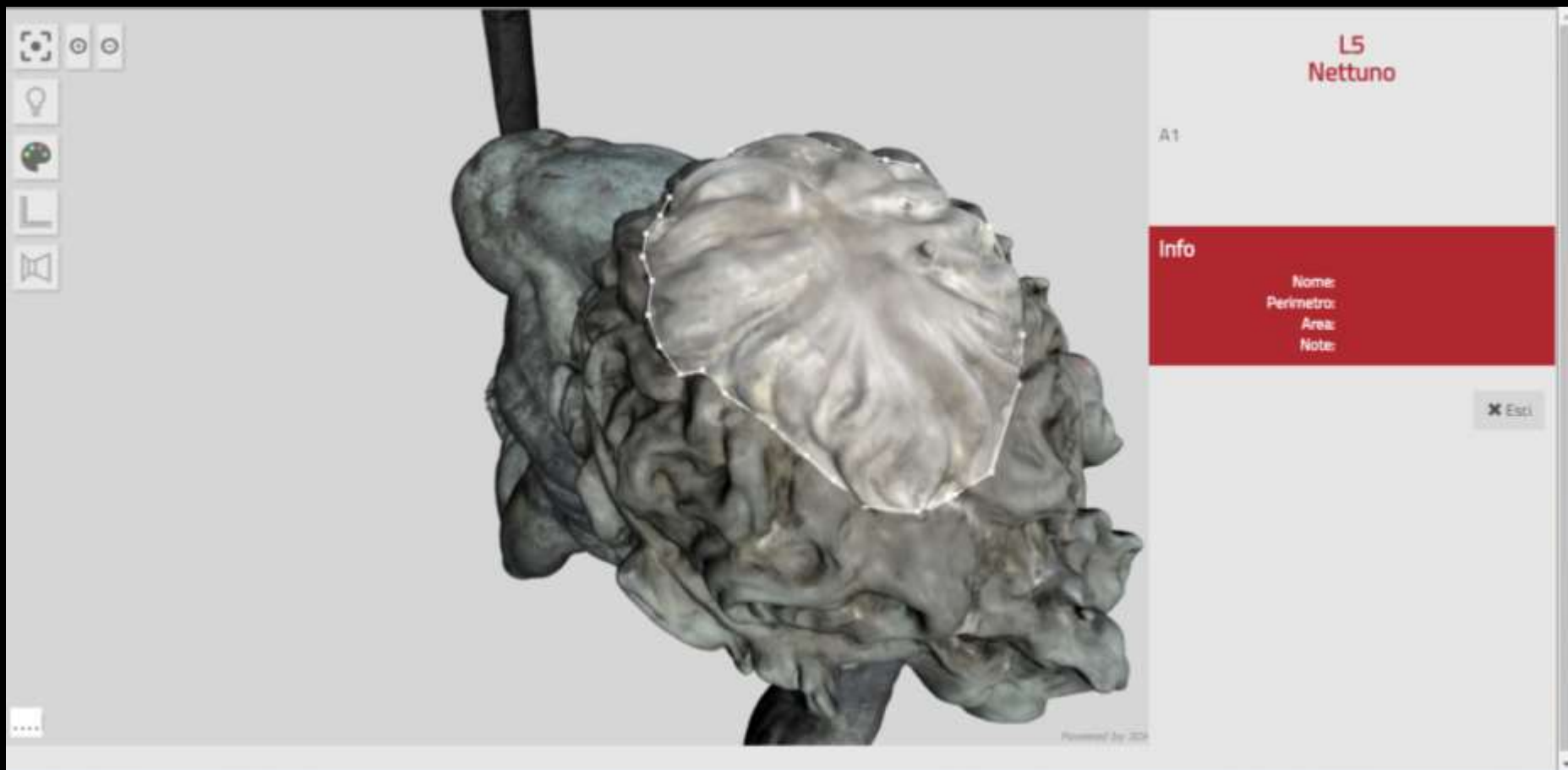
L5 **Nettuno**

analisi

Elementi	Acquisizione	Elaborazione
Foto L5 Nettuno 26-05-2016	CAMPAGNA F...	
Foto L5 Nettuno Macro E 09-08-2016	CAMPAGNA F...	
Incisione TE Ne L5	Incisione	
Indagini analitiche per la caratterizzazio...	ANALISI SCIE...	
Macchia SC Ne L5	Macchia	
Ottone MC Ne L5	Ottone	
Patina azzurra SC Ne L5	Patina azzurra	
Patina celeste SC Ne L5	Patina celeste	
Patina nera SC Ne L5	Patina nera	
Patina rosso-bruna SC Ne L5	Patina rosso-...	
Patina verde SC Ne L5	Patina verde	
Patina verde scuro SC Ne L5	Patina verde s...	
Perni MC Ne L5	Perni	
Punto di prova	La storia della ...	
Riempimenti SC Ne L5	Riempimenti	
Rivettatura MC Ne L5	Rivettatura	
RTI SC Ne L5	Altro	

Powered by 3DHOP

I BRONZI DELLA FONTANA



- ❖ **Documentazione fotografica e grafica in 3D (Sistema Informativo)** dei particolari tecnici di esecuzione, dei difetti di fusione e dello stato di conservazione, degli interventi effettuati.

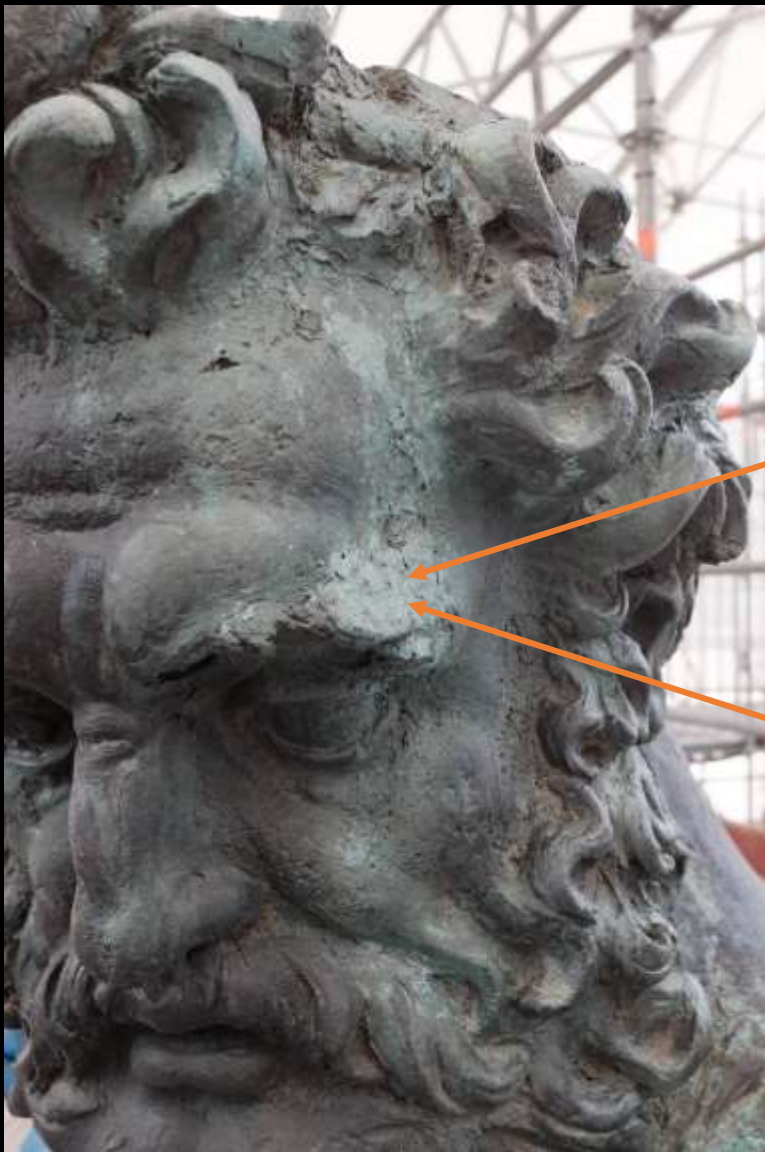
I BRONZI DELLA FONTANA

...ione
microscopio digitale
... (F. 131)
...ione
...ione
patine di alterazione
incrostazioni
... di
durezza
della struttura



I BRONZI DELLA FONTANA

02_ PATINA VERDE CELESTE



I BRONZI DELLA FONTANA



➤ ANALISI/INDAGINI NON DISTRUTTIVE (IND)

Le analisi non invasive o micro invasive, dei componenti di lega e dei prodotti di corrosione, vengono eseguite al fine di caratterizzare le tecniche esecutive, i materiali costitutivi originali e i materiali di restauro, quale ausilio per scopi documentativi e per effettuare scelte di restauro specifiche e mirate.

Analisi multispettrali

Analisi scientifiche e IND

Per queste indagini sono stati eseguiti prelievi di patina, tamponi con soluzioni impiegate per i test di pulitura e una campionatura delle acque di lavaggio.

I BRONZI DELLA FONTANA



I BRONZI DELLA FONTANA

2] *RESTAURO DELLE SUPERFICI BRONZEE*

L5 Nettuno, Tridente e Delfino

NOTA. Sulla statua del **Nettuno** e sul **Tridente** si è riscontrata la necessità di una pulitura molto approfondita per eseguire:

- ❖ la **totale rimozione dei pesanti strati di protettivi** i quali non garantivano alcuna funzione schermante rispetto all'aggressività dei fattori ambientali
- ❖ la **riduzione dello strato nero e *mat*** (offuscante le superfici e appiattente il modellato) sotto il quale si evidenzia una leggerissima patina di prodotti alterazione di colore verde (in accordo con le valutazioni dei laboratori di chimica coinvolti (ISCR e UNIBO))
- ❖ la **pulitura delle patine di alterazione costituite da solfati e cloruri idrati** estremamente rischiosi per la salvaguardia e la conservazione del bronzo
- ❖ ed infine la **puntuale rimozione dei depositi di sali di durezza**, arrivati fino all'altezza del Nettuno in quanto veicolati dalle goccioline di acqua presente in forma di aerosol.

I BRONZI DELLA FONTANA

2] *RESTAURO DELLE SUPERFICI BRONZEE*

L3 e L4 Venti, Putti e Putte, Volute e conchiglie, Stemmi

- Rimozione prodotti incoerenti o parzialmente aderenti: polveri e particellato atmosferico, deiezioni animali (guano, nidi di insetti, ragnatele ecc), eseguita a secco con pennelli morbidi.
- Rimozione sistema antipiccione.
- Rimozione meccanica degli strati di carbonati di calcio con metodi manuali e/o con l'ausilio di strumentazioni di precisione.
- **TEST** di pulitura: prodotti e metodologie per la pulitura sono stati valutati in base al risultato ottenuto a seguito di tasselli di pulitura, controllando il grado di rimozione mediante l'ausilio di una visione ravvicinata con il microscopio digitale.
- Rimozione chimica delle sottili incrostazioni calcaree e dei prodotti di corrosione (rame e ferro) con impacchi di soluzioni chelanti a concentrazioni e tempi controllati. I prodotti sono stati impiegati con brevi tempi di contatto, a basse concentrazioni e con modalità applicative che garantissero la piena controllabilità; al termine della pulitura chimica sono stati sempre effettuati approfonditi risciacqui ed estrazioni dei sali solubili con la successiva disidratazione.
- Rifinitura della pulitura con tamponi di solvente e/o miscele solventi) e manuale.

I BRONZI DELLA FONTANA

2] *RESTAURO DELLE SUPERFICI BRONZEE*

L2 Sirene, Delfini, Leoni, Cartigli, Conchiglie

- Rimozione prodotti incoerenti o parzialmente aderenti: polveri e particellato atmosferico, deiezioni animali (guano, nidi di insetti, ragnatele ecc), eseguita a secco con pennelli morbidi.
- Rimozione meccanica degli strati di calcare con metodi manuali e/o con l'ausilio di con strumentazioni di precisione.
- **TEST** di rimozione chimica delle sottili incrostazioni calcaree e dei prodotti di corrosione (rame) con:
 - aspersioni con CO₂ per tempi di contatto che sono stati calibrati mediante test preliminari di pulitura.
 - impacchi di soluzioni chelanti a concentrazioni e tempi controllati. I prodotti sono stati impiegati con brevi tempi di contatto, a basse concentrazioni e con modalità applicative che garantissero la piena controllabilità; al termine della pulitura chimica sono stati sempre effettuati approfonditi risciacqui ed estrazioni dei sali solubili con la successiva disidratazione.

I BRONZI DELLA FONTANA

- ❖ Rimozione di depositi superficiali e di materiali organici incoerenti o parzialmente aderenti, eseguita a secco con pennelli morbidi (polveri e particolato atmosferico, deiezioni animali, guano, nidi di insetti, ragnatele ecc...)

I BRONZI DELLA FONTANA



I BRONZI DELLA FONTANA

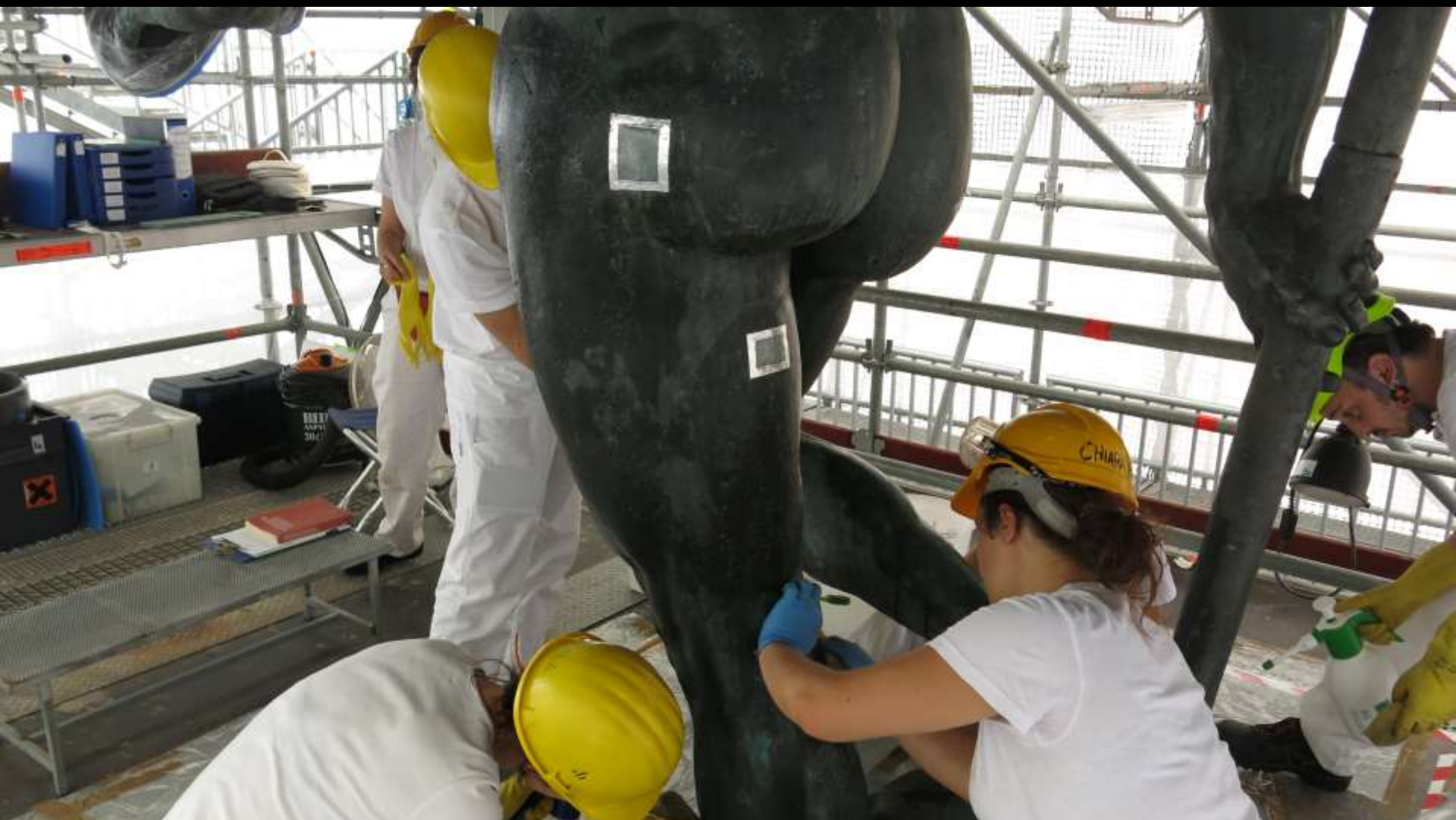
- ❖ Lavaggio e sgrassaggio delle superfici bronzee preliminare alle operazioni di pulitura



I BRONZI DELLA FONTANA



I BRONZI DELLA FONTANA



I BRONZI DELLA FONTANA



I BRONZI DELLA FONTANA

- ❖ Rimozione degli strati di calce dei prodotti di corrosione instabili, delle patine di alterazione e dei depositi coerenti di notevole spessore (quali croste nere) con metodi manuali e/o con l'ausilio di con strumentazioni di precisione.



I BRONZI DELLA FONTANA



I BRONZI DELLA FONTANA



I BRONZI DELLA FONTANA



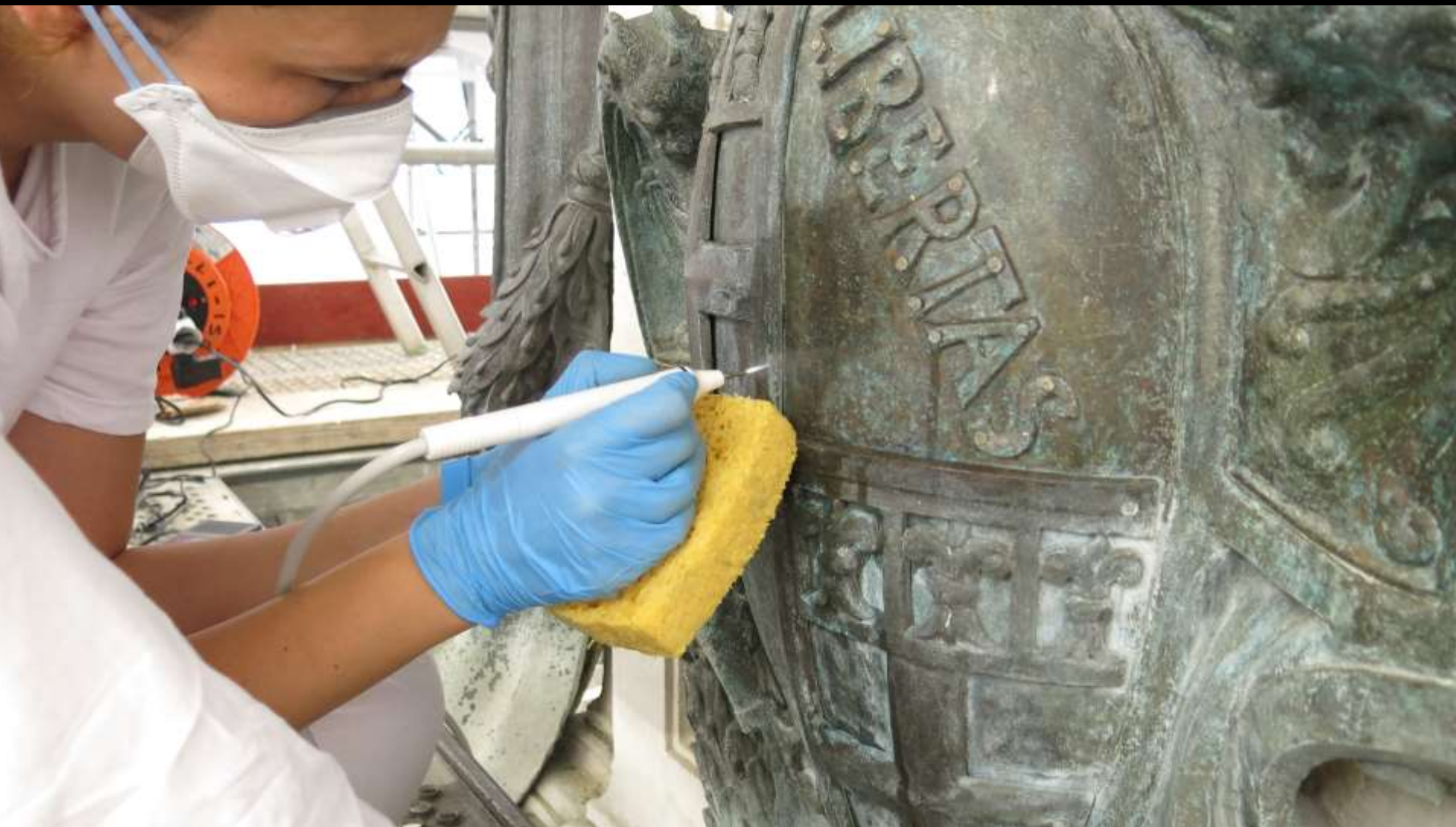
I BRONZI DELLA FONTANA



I BRONZI DELLA FONTANA



I BRONZI DELLA FONTANA



I BRONZI DELLA FONTANA



I BRONZI DELLA FONTANA



- ❖ Rimozione delle resine e dei protettivi impiegati nei precedenti interventi di restauro, ormai alterati a causa del loro invecchiamento, mediante soluzioni o miscele solventi.

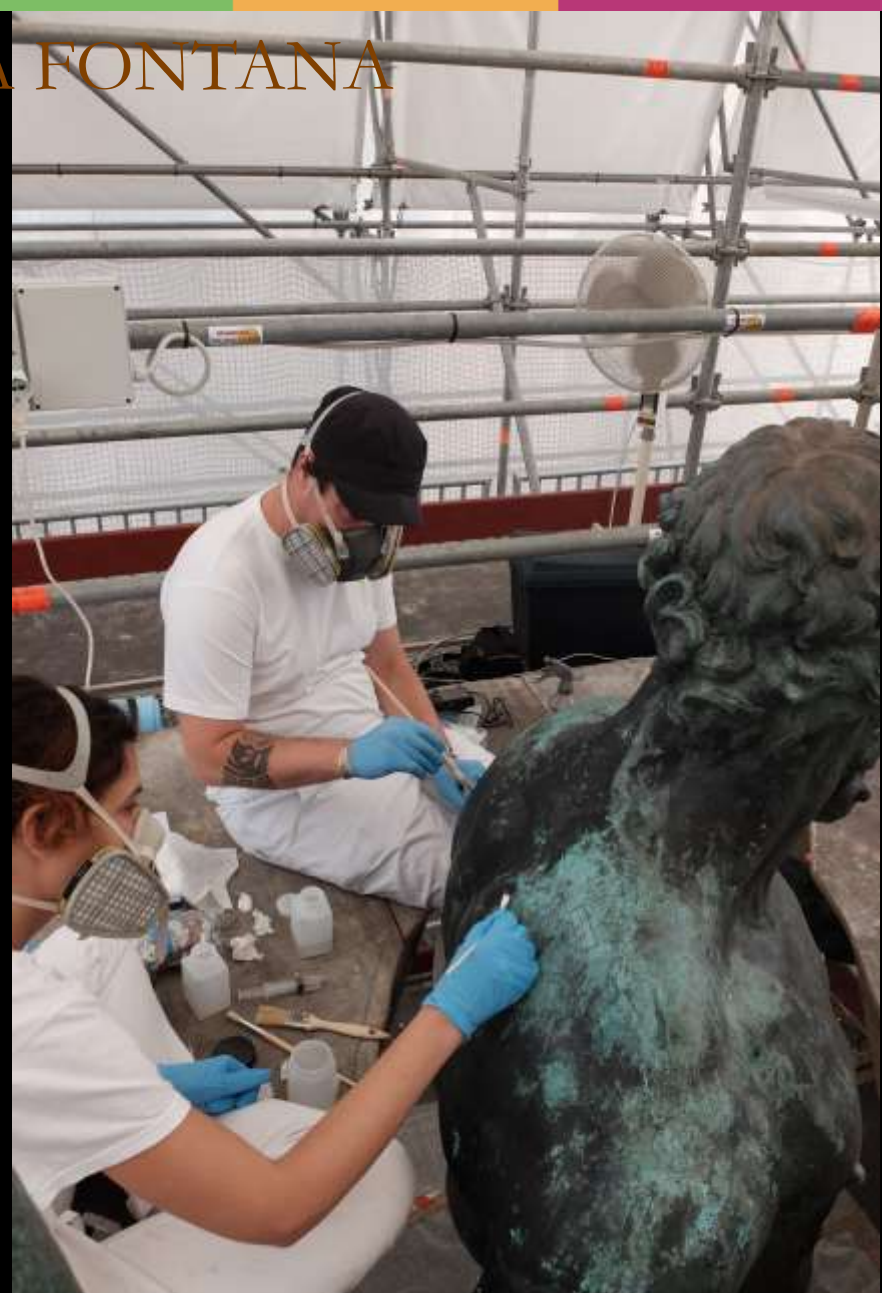
I BRONZI DELLA FONTANA



I BRONZI DELLA FONTANA



I BRONZI DELLA FONTANA



I BRONZI DELLA FONTANA



I BRONZI DELLA FONTANA



- ❖ Rimozione chimica di sottili concrezioni o prodotti di corrosione del rame. I prodotti verranno impiegati con tempi limitati, concentrazioni basse e modalità applicative che garantiscano controllabilità; al termine della pulitura chimica verranno sempre effettuati approfonditi risciacqui o estrazioni e successiva disidratazione.

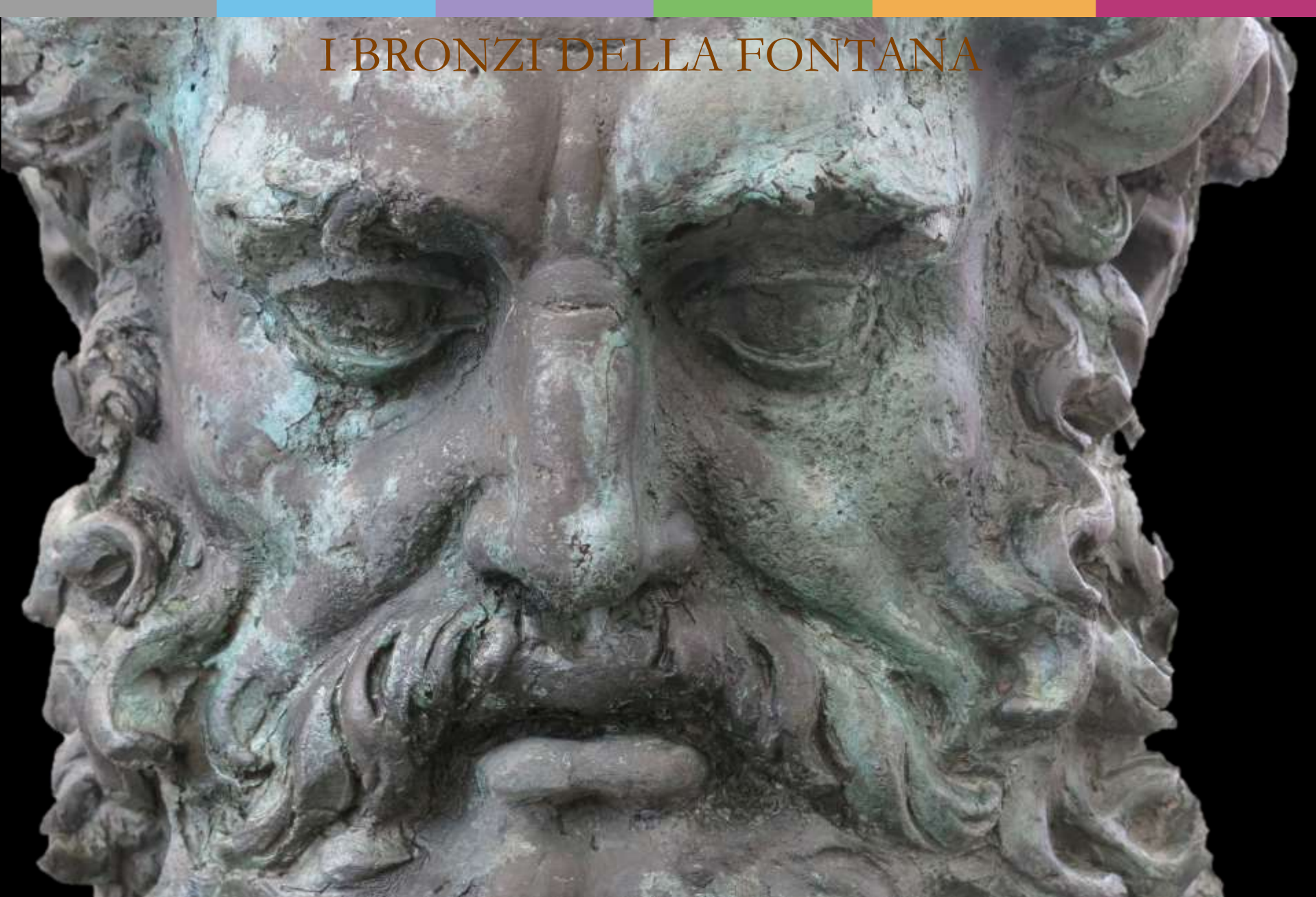
I BRONZI DELLA FONTANA



I BRONZI DELLA FONTANA



I BRONZI DELLA FONTANA



I BRONZI DELLA FONTANA



I BRONZI DELLA FONTANA



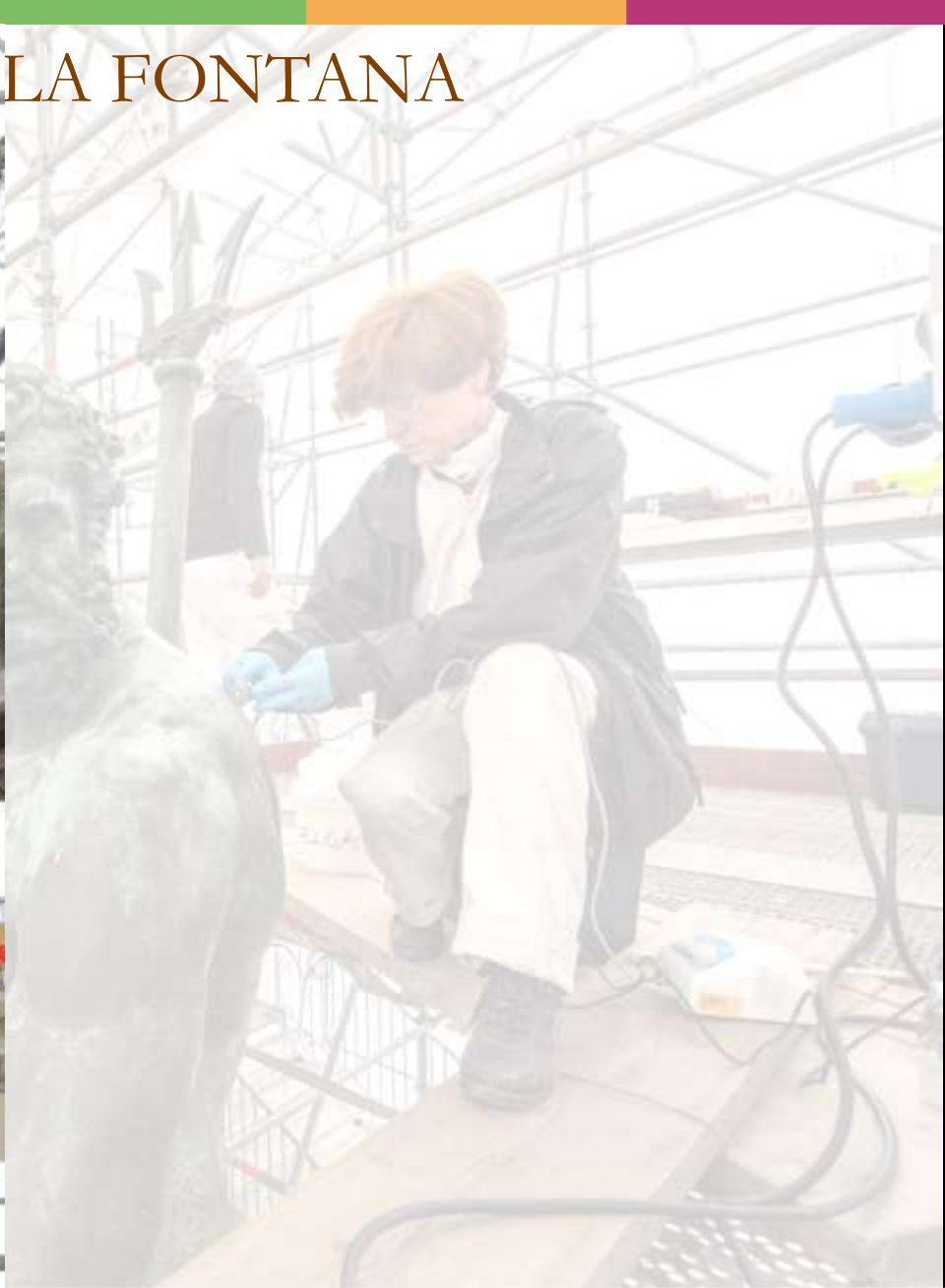
- ❖ Rimozione meccanica dei prodotti di corrosione instabili, delle patine di alterazione e di depositi coerenti di notevole spessore (quali croste nere) con metodi manuali e/o con l'ausilio di con strumentazioni di precisione.



I BRONZI DELLA FONTANA



LA FONTANA



I MATERIALI LAPIDEI DELLA FONTANA



1) STATO DI CONSERVAZIONE

- ❖ Sporco di tipo generico, guano
- ❖ Particellato atmosferico
- ❖ Composti trasportati dalla pioggia (formanti colature)
- ❖ Biodeterioramento
- ❖ “Croste nere”
- ❖ Protettivi invecchiati, finiture, vernici.
- ❖ Incrostazioni calcaree
- ❖ Degradazione differenziale

I MATERIALI LAPIDEI BRONZI DELLA FONTANA

2] *RESTAURO DELLE SUPERFICI LAPIDEE*

- ❖ Rimozione prodotti incoerenti o parzialmente aderenti: polveri e particellato atmosferico, deiezioni animali eseguita a secco con pennelli morbidi.
- ❖ Trattamento biocida e successiva spazzolatura.
- ❖ Risciacquo delle superfici per rimozione depositi debolmente coerenti.
- ❖ TEST di pulitura
- ❖ Rimozione depositi coerenti e incrostazione calcarea con impacchi di sostanze solventi miscelate a concentrazioni diverse.
- ❖ Rimozione delle resine/vernici e dei film protettivi impiegati nel corso di precedenti interventi di restauro con mezzi meccanici di precisione.
- ❖ Rimozione delle stuccature non idonee e di copertine e stuccature in resina epossidica impiegate nei precedenti interventi di restauro.

I MATERIALI LAPIDEI DELLA FONTANA



Combinazione di fenomeni di degrado
sul lato nord della vasca.

I MATERIALI LAPIDEI DELLA FONTANA



Biodeterioramento, fratturazione lastre in rosso Verona e copertine in resina epossidica

I MATERIALI LAPIDEI DELLA FONTANA



Le **incrostazioni calcaree** (sali di durezza) presentano una consistenza differenziata a seconda delle zone più o meno interessate dall'acqua di ricircolo della fontana.

I MATERIALI LAPIDEI DELLA FONTANA

Interventi di rimozione dell'incrostazione calcarea con applicazione di miscele solventi e con mezzi meccanici di precisione



I MATERIALI LAPIDEI DELLA FONTANA



Interventi di rimozione dell'incrostazione calcarea con applicazione di miscele solventi e con mezzi meccanici di precisione

I MATERIALI LAPIDEI DELLA FONTANA



Interventi di rimozione dell'incrostazione calcarea con applicazione di miscele solventi e con mezzi meccanici di precisione

I MATERIALI LAPIDEI DELLA FONTANA

Campione 13



Le criticità: presenza di film in vernice poliestere sotto l'incrostazione calcarea



Figura 42: area di prelievo del campione 13

Immagini tratte dalla relazione esperti scientifici ISCR
(L.Conti e G. Sidoti)

Campione 13

Analisi FTIR che evidenzia la presenza della **vernice poliestere**

Il campione 13 è il tampone di pulitura con metiletilchetone (butanone, MEK) del tassello evidenziato in figura 40.

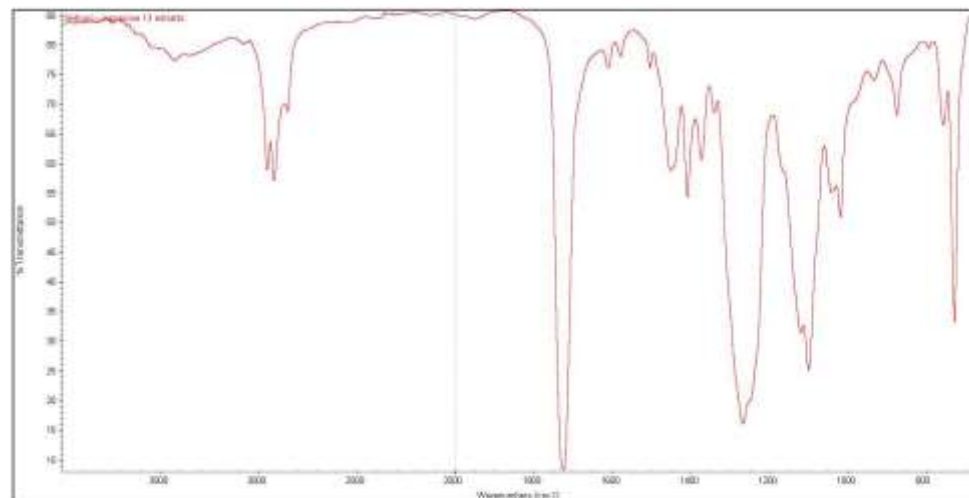


Figura 43: spettro FTIR dell'estratto del campione 13

Lo spettro FTIR dell'estratto del tampone mostra la presenza di un polimero sintetico, probabilmente di una vernice poliestere, utilizzata come trattamento superficiale.

I MATERIALI LAPIDEI DELLA FONTANA

Le criticità: presenza di strato manutentivo composto da acqua di calce e resina acrilica.





Interventi di rimozione delle vecchie stuccature e prove di realizzazione di nuove stuccature

I MATERIALI LAPIDEI DELLA FONTANA



LA FONTANA OGGI



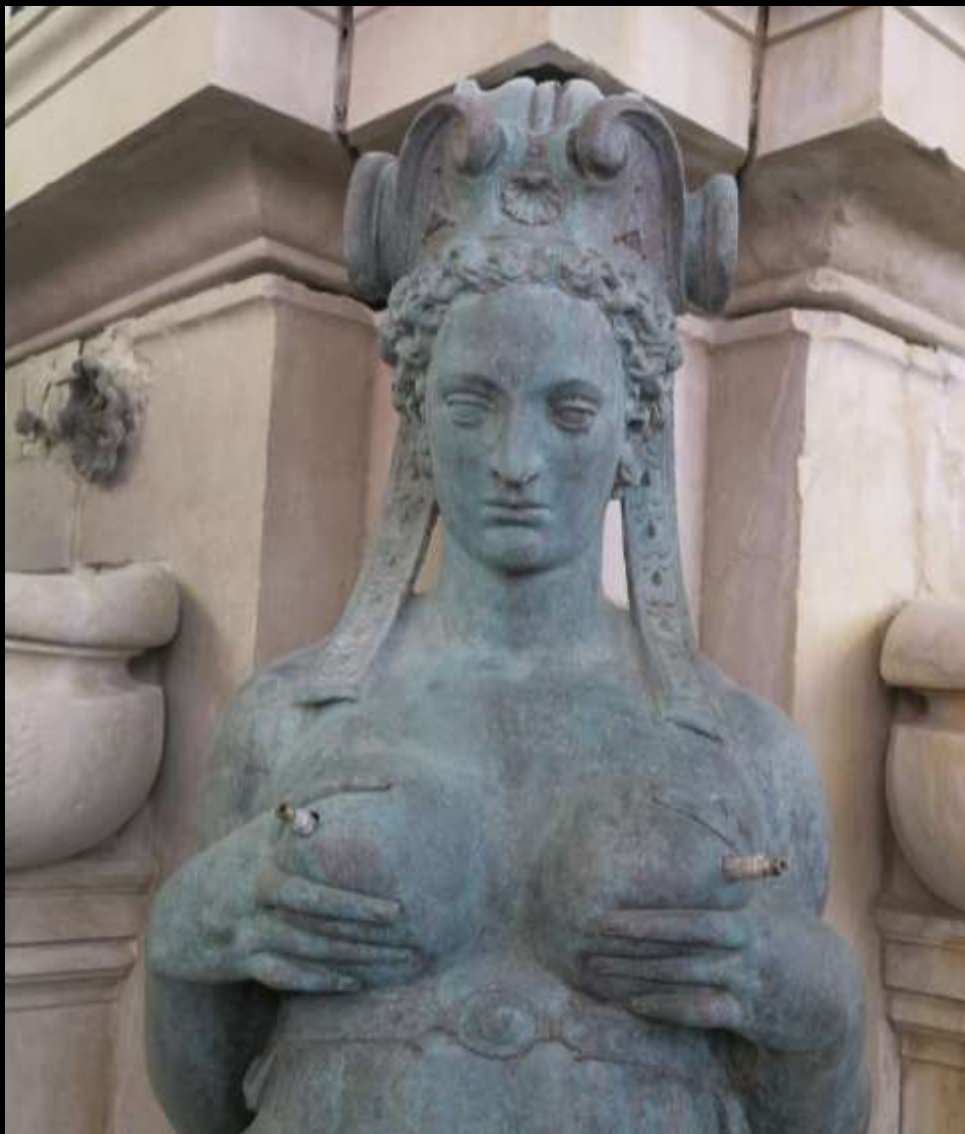
LA FONTANA OGGI



LA FONTANA OGGI



LA FONTANA OGGI



LA FONTANA OGGI



LA FONTANA OGGI

