

TROFEO IN BRONZO DORATO AD AMALGAMA DI MERCURIO
MUSEO DEL RISORGIMENTO DI TORINO

REAZIONE TECNICA CON DESCRIZIONE E ALLESTIMENTO PROTOCOLLO DI PULITURA
LASER

Bergamo, 01 luglio 2010

Via Calvarola, 16 – 24124 Bergamo
Tel. 035341124-3480552704
e.mail: ignazbg@libero.it

Dr. Ignazio Tombini
RESP. TECNICO SCIENTIFICO ART POINT



A seguito di contatti presi con il restauratore Franco Blumer, di seguito trasmettiamo prospetto riassuntivo ad integrazione delle operazioni di pulitura laser eseguite sul manufatto di cui al titolo.

INDICE

1. ELENCO DEI MANUFATTI	pag	2
2. LA TECNICA	“	2
3. LE MACCHINE	“	2
4. LA FASE DI ESECUZIONE	“	2
5. STRUMENTI ACCESSORI IMPIEGATI	“	3
6. STRUMENTI PER LA VERIFICA IN FASE DI ESECUZIONE DELL'APPLICAZIONE	“	3
7. PROTOCOLLO OPERATIVO	“	3

Bibliografa

1. Elenco manufatti

L'intervento di pulitura interessa una scultura in bronzo dorato ad amalgama di mercurio di proprietà del Museo del Risorgimento di Torino

2-La Tecnica

L'applicazione della tecnologia laser in ambito della conservazione risale agli anni sessanta ove i primi laseristi ebbero l'intuizione di eliminare le croste nere da marmi bianchi sfruttando le differenti proprietà ottiche dei due materiali. A seguito di quelle prime applicazioni la tecnica è stata studiata da fisici, restauratori e funzionari dei beni artistici fino ad arrivare ai giorni nostri ove ha assunto un ruolo rilevante e ben preciso nella pratica del restauro. L'applicazione della pulitura laser ai manufatti metallici ha avuto in questi ultimi anni un grosso sviluppo; anche grazie ai lavori del Dr Salvatore Siano (ricercatore presso il CNR di Firenze all'Istituto di Fisica Applica). La tecnologia ha inoltre permesso di ottenere nuove macchine laser sempre più vicine alle esigenze dei restauratori.

3-Le macchine

Esistono diverse macchine impiegate nel mondo del restauro per la pulitura dei manufatti artistici e tutte si uniformano per alcuni parametri: fonti generatrici di luce laser, durata di impulso e modalità di propagazione della luce.

In particolare per il caso in oggetto si è impiegato la macchina:

- Thunder Art della ditta Quanta system di Solbiate Olona Varese

Le tabella seguente ne illustra alcune caratteristiche

Lunghezza d'onda		1064 -532nm
Durata impulso		Circa 8 ns
energia		1J
	Energia 1064 nm = 1J	
	Energia 532 nm = 500mJ	
Frequenza		Fino a 20 Hz
Diametro spot		max 10mm
Trasmissione		Braccio articolato

4 -La fase di esecuzione

Come accennato sopra, l'esecuzione della pulitura laser si basa sui concetti di *soglia di ablazione*, ora sostituita con *soglia di pulitura* e di *soglia di danno*. La prima si riferisce alla Fluenza (J/cm^2) che deve essere impiegata per ottenere il processo di asportazione (spallazione) dello strato che deve essere ablato. La seconda fa riferimento alla fluenza che lo strato che deve essere conservato può effettivamente sopportare senza che subisca un danno. I danni che possono essere arrecati sono di due tipi: danni termici e meccanici; e si manifestano con variazione del colore, micro esplosioni, scalfitture del colore ecc. Compito del restauratore laserista è quello di compiere la ricerca delle suddette soglie e ricercare l'intervallo tra le due situazioni limite che esse rappresentano per operare nel rispetto totale del manufatto. La situazione ottimale si ottiene quando la soglia di danno ha valori di fluenza molto più alti rispetto alla soglia di ablazione. Qui il laser esprime tutte le sue potenzialità. Quando ciò, per la natura intrinseca degli strati non è possibile, è possibile mettere appunto una serie di strategie che vanno dalla bagnatura, alternanza di metododi di pulitura con sistemi tradizionali e variazione di sorgenti laser (quindi variazione della durata di impulso). Quest'ultimo aspetto risulta attualmente una grossa fonte di stimolo per la ricerca. La letteratura scientifica esistente, ha ormai ben dimostrato

come la variazione di lunghezza d'onda ma in particolare della durata di impulso generano comportamenti molto differenti sulla materia irraggiata.

5-Strumenti accessori impiegati

Il processo di pulitura laser proprio per via della stretta selettività che la tecnica stessa permette di ottenere si avvale di una serie di dispositivi di natura nozionistica che il laserista deve necessariamente conoscere e consultare. Attualmente possiamo avvalerci di:

- **Banca dati** relativamente alle soglie di danno e di pulitura per materiale e pigmento o classe di pigmenti;
- normativa **UNI 11187 “pulitura con tecnologia laser”** per le modalità di applicazione della tecnologia laser ;
- documentazione tecnica : **atti convegni Aplar 1-2;**
- appunti delle lezioni svolte con il Dr Salvatore Siano.

6 Strumenti per la verifica in fase di esecuzione dell'applicazione

Per la valutazione dei danni meccanici si è utilizzata la microfotografia digitale mediante l'acquisizione di immagini con il microscopio digitale Dino-Lite Pro AM413T con ingrandimenti di 100x.

7-Protocollo operativo

Pulitura laser su metalli		
Caratteristiche manufatto		
Tipo	Trofeo in bronzo dorato ad amalgama di mercurio Museo del Risorgimento Torino	
Numero	1	
Caratteristiche	Eliminazione i depositi coerenti: croste nere e prodotti di corrosione non meglio definiti da analisi di laboratorio associate	
Analisi di laboratorio patine	Nessuna	
Totale numero spot	1.225.384	
Tipologia di intervento	Laboratorio ambito artistico	
Rischio macchina	Molto basso	
Esplicitazione del problema	eliminazione depositi e prodotti di corrosione (strato B) da superficie di finitura in foglia d'oro (strato A) posta su bronzo mediante amalgama di mercurio (Strati C e D)	
Soluzioni tradizionali comparate		
Impacchi sali acido tartarico	soluzioni >10%	tempi contatto >1 ora
Parametri laser		
Nome Laser	Thunder Art	
Durata Impulso	8 ns	S-QS
Parametri operativi fase di test		
manipolo	cm 30	
distanza manipolo superficie	cm 15	
diametro spot	cm 0,6	
calcolo area	$0,6/2 = 0,3 \text{ A} = 0,3^2 * \pi = \mathbf{0,28cm^2}$	
ore di lavoro	3	
frequenza	1 Hz	
stress macchina	basso	

bagnatura	si	molto leggera con spruzzino/pennello	
Ricerca soglie di danno e ablazione			
PWR	J	F	campioni
170	0,30	1,07	T 7
180	0,35	1,25	T10
190	0,40	1,43	T 9
200	0,70	2,50	T 8
215	0,75	2,70	
220	0,80	2,80	
230	0,90	3,21	T 6
Analisi			
Campione	Commento		
T6	Elimina completamente strato B, "Spela" strato A		
T7	Inizia ad intaccare parzialmente strato B, non intacca strato A		
T8	Elimina completamente strato B, comincia ad intaccare strato A		
T9	Elimina completamente strato B non intacca strato A		
T10	Elimina completamente strato B, non intacca strato A		
Parametri operativi fase di pulitura			
manipolo	cm 110		
distanza manipolo superficie	cm 15		
diámetro spot	cm 1.0		
calcolo area	$1/2 = 0.5 \text{ A} = 0.5^2 * \pi = 0.785 \text{ cm}^2$		
ore di lavoro	ore 9 per 2 giorni	18	
frequenza	8-10 Hz	max 20 Hz	
stress macchina	medio-alto	visto le frequenze e le fluenze impiegate	
bagnatura	si	molto leggera con spruzzino/pennello	
definizione fluenze in fase operativa			
PWR	J	F	campioni
230	0,83	1,06	T 11
241	1,10	1,40	T 12
Analisi:			
T11	Elimina completamente strato B non intacca strato A		
T12	Elimina completamente strato B, non intacca strato A		
Considerazioni			
Efficacia	L'impiego dello strumento laser ha permesso di effettuare una pulitura ottimale, eliminando gli stati soprastanti e riportando alla luce la finitura dell'oro. Particolarmente vantaggiosa la tecnica si è dimostrata a livello dei sottosquadri e delle numerose ripiegature degli elementi metallici; laddove le tecniche tradizionali (chimiche e/o meccaniche) spesso lasciano residui. Particolarmente vantaggiosa la tecnica si è dimostrata a livello delle zone di passaggio tra il metallo ed il rivestimento in velluto in quanto lavorando a secco è stato possibile evitare di disporre una serie di accorgimenti per impedire che le soluzioni acquose impregnassero il tessuto.		

Efficienza	molto alta rispetto a metodi tradizionali soprattutto considerando i numerosissimi sottosquadri, punti ciechi ecc.
generali 1	l'impiego della pulitura laser ha permesso di ridurre in modo interessante i costi del restauro
generali 2	strumento ottimo per il tipo di manufatti e il lavoro in laboratorio
note negative	ripetute verifiche spot in fase di impiego
soluzioni	per punto 1- necessità di sperimentare lente omogenizzatrice
	per punto 2- alta attenzione delle ottiche e del braccetto articolato

Bibliografia:

- A. BRUNETTO, *L'utilizzo della strumentazione laser per la pulitura delle superfici nei manufatti artistici*, Edizioni il Prato, Padova 2004
- Documento Normal, UNI 11187 del 12.10.2006 – Materiali Lapidei naturali ed artificiali- Pulitura con tecnologia laser.
- APLAR 2, *la ragione delle scelte, atti del Convegno Applicazioni laser nel restauro*, Edizioni il Prato, Siena 2008
- APLAR 1, *atti del Convegno Applicazioni laser nel restauro*, Edizioni il Prato, Vicenza 2007;
- S. Siano, A Casciani, A. Giusti, M. Matteini, R. Pini, S. Porcinai, and R. Salimbeni *in Jurnal cultural Heritage* 1, S9, 2000;
- S. Siano, R. Pini, R Salimbeni, *in ALT 99, Internatinal Conference on Advanced Laser Technologies*, Edited by Postovoy and V.I. Konov, SIE Vol.4070, 27,WA USA, 2000
- M. COOPER, *Laser Cleaning in Coservation: An Introduction*, Butterworth Heinemann;