

I gialli di piombo, stagno, antimonio: le opere di Poussin e Saraceni

C. PELOSI¹, U. SANTAMARIA^{1,2}, F. MORRESI², G. AGRESTI¹,
A. DE SANTIS¹, E. MATTEI¹

Riassunto

Allo scopo di caratterizzare i pigmenti gialli utilizzati da Carlo Saraceni in *Il Martirio di S. Erasmo* (1612-14) nella Cattedrale di Gaeta (Lt) e da Nicolas Poussin in *La Vittoria di Gedeone sui Madianiti* (1623-26) ed *Il Martirio di S. Erasmo* (1628-29) entrambi alla Pinacoteca Vaticana, sono state applicate: spettroscopia micro-Raman, fluorescenza X, SEM con microanalisi EDS osservazioni al microscopio e spettro colorimetria in parte direttamente sulle opere ed in parte su microcampioni prelevati dai dipinti. Le stesse indagini diagnostiche sono state applicate anche su alcuni campioni di pigmenti gialli, della stessa tipologia dei materiali impiegati dagli artisti, reperiti in commercio dalle ditte Kremer e Zecchi.

Abstract

In order to characterize the yellow pigments utilized by Carlo Saraceni in *The Martyrdom St Erasmus* (1612-14), Cathedral of Gaeta (Lt), and by Nicolas Poussin in *The Gedeone's Victory over Madianiti* (1623-26) and *The Martyrdom St Erasmus* both finding at Vatican's Museum had been applied: micro-Raman spectroscopy, fluorescence X, SEM with micro-analysis EDS, observations at optic-mineralogical microscope and spectro colorimetric analysis; some of these methods were applied on artworks directly, others by micro-pattern taken over paintings. The same investigations had been applied also over others patterns of yellow pigments having the same typology of materials employed by painters and that had been retrieved by commerce from the firms of Kremer and Zecchi.

¹ Università degli Studi della Tuscia, Viterbo.

² Laboratorio Scientifico dei Musei Vaticani.
labdiac@unitus.it.

Introduzione

Nel corso dei secoli artisti e trattatisti, descrivendo, utilizzando e producendo i gialli di piombo, stagno e antimonio hanno introdotto dei cambiamenti nelle ricette e nella terminologia a loro riguardo, inducendo una gran confusione terminologica a causa di varianti nella loro nomenclatura che muta da regione a regione, ha origine idiomantica o ancora è stata causata da errori concepiti dagli stessi autori.

Un primo chiarimento intorno ai gialli di piombo, stagno e antimonio si ebbe nel 1849 grazie a Merrifield (Merrifield, 1849, 1967) che sulla base delle ricette 272 e 273 del Manoscritto bolognese (prima metà del XV secolo), propose la prima classificazione dei pigmenti in esame poi chiarita da Kuhn nel 1968 (Kuhn, 1993). Quest'ultimo, infatti, dedusse che il *massicot* delle fonti nordiche ed il *giallolino* di quelle italiane corrispondevano ad una stessa tipologia di giallo di piombo e stagno che lui stesso nominò giallo di piombo e stagno Tipo I (Pb_2SnO_4) e corrispondente inoltre alla tipologia di giallo che Merrifield aveva definito come un pigmento artificiale e composto di un ossido di piombo. Kuhn, concordando con Merrifield, identificò inoltre un giallo di piombo e stagno da lui definito Tipo II (PbSnO_3 o $\text{PbSn}_{1-x}\text{Si}_x\text{O}_3$) avente caratteristiche vetrose e ricavato dal procedimento descritto dalla ricetta 273 del Manoscritto Bolognese come confermato da più precise analisi chimiche effettuate da Rooksby (Rooksby, 1964; Turner et al. 1959).

Alla luce dei fatti e sulla base degli studi sull'argomento ancora in corso, è possibile oggi aggiungere ai gialli di piombo e stagno Tipo I e Tipo II, il giallo di Napoli ($\text{Pb}_2\text{Sb}_2\text{O}_7$) (Wainwright et al. 1986) ed una quarta tipologia di pigmento ricavato da un ossido di piombo e antimonio, sulla base delle prime indicazioni fornite da Piccolpasso (Piccolpasso, 1976) e rilevato dall'analisi di opere d'arte nelle varianti contenenti stagno ($\text{Pb}_2\text{SnSbO}_{6,5}$) o zinco (Roy et al., 1998, Santamaria et al., 2000, Sandalinas et al. 2004, Riboldi et al., 2005).

Tale premessa lascia intuire che gli artisti nel corso dei secoli hanno avuto a disposizione una molteplicità di pigmenti gialli composti di piombo stagno e antimonio combinati diversamente tra loro (Seccaroni C., 2006). Allo scopo di riconoscerli su opere d'arte sono state analizzate le zone gialle su: *Il Martirio di S. Erasmo* di Carlo Saraceni (Fig. 1), *Il Martirio di S. Erasmo* (Fig. 2) e *La Vittoria di Gedeone sui Madianiti* (Fig. 3) di Nicolas Poussin, opere collocate in ambito storico e geografico nei quali questi pigmenti ebbero particolare fortuna.



Fig. 1 – Carlo Saraceni, *Il Martirio di S. Erasmo*, 1612-14, Cattedrale di S. Erasmo, Gaeta (Lt) con punti di campionatura (foto degli autori).

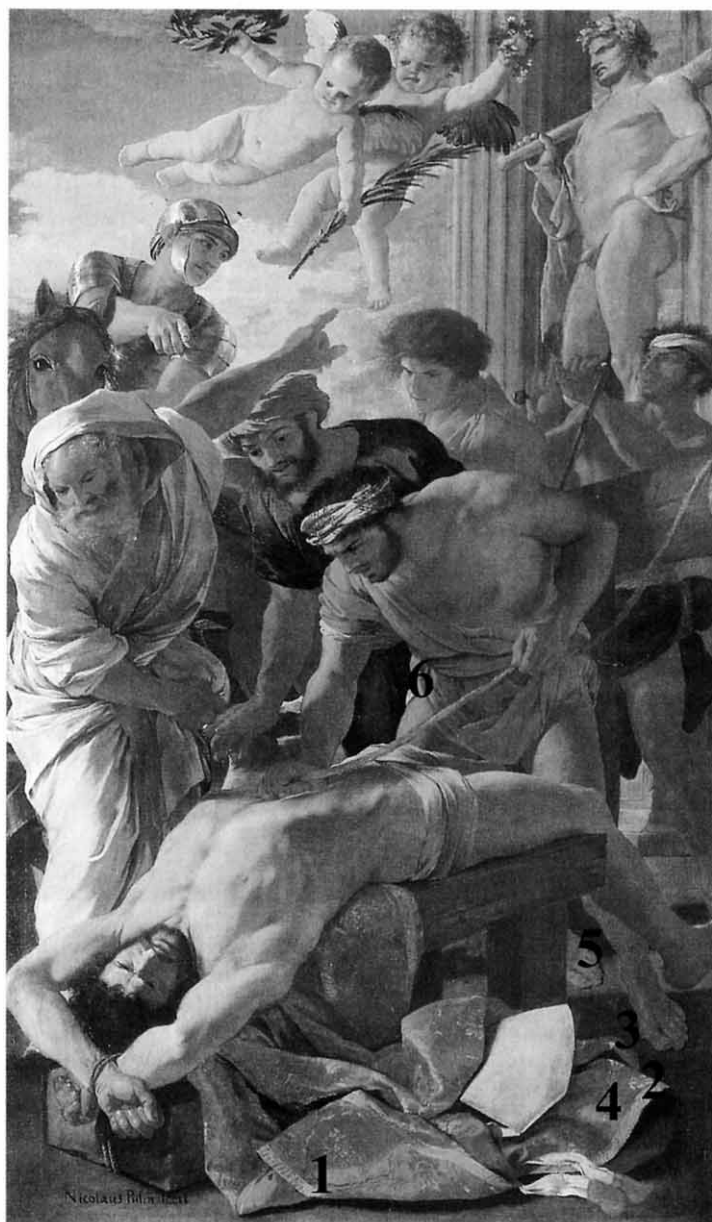


Fig. 2 – Nicolas Poussin, *Il Martirio di S. Erasmo*, 1628-29, Pinacoteca Vaticana, con punti di analisi (tratto da: Art Dossier N 54).

Lo studio dei gialli presi in considerazione relativamente alle opere citate è stato preceduto da una verifica della tipologia di pigmenti a base di piombo, stagno e antimonio presenti in commercio sia in forma di polveri che come stesure pittoriche.



Fig. 3 – Nicolas Poussin, *La Vittoria di Gedeone sui Madianiti*, 1623-26, Pinacoteca Vaticana, con punti di analisi (tratto da: Art Dossier N 54).

Materiali e metodi

I gialli commerciali acquistati dalle ditte Kremer e Zecchi sono: N 1 giallo di piombo e stagno scuro, 10110 Kremer, N 2 giallo di piombo e stagno chiaro, 10100 Kremer, N 3 giallo di Napoli, 0772 Zecchi, N 4 giallo di piombo e stagno Tipo II, 10120 Kremer, N 5 giallorino, 0209 I Zecchi, N 6 giallo parigino, 10130 Kremer, N 7 ocra gialla 784 Zecchi.

Le indagini diagnostiche applicate sono state: SEM con microanalisi EDS, spettroscopia micro-Raman, fluorescenza dei raggi X (a cura di C. Seccaroni e P. Moioli, ENEA Casaccia, Seccaroni C., 2006), osservazioni al microscopio ottico-mineralogico ed analisi spettro colorimetriche.

La strumentazione usata per le analisi al SEM-EDS è di tipo *JSM 5400* con microsonda EDS-IRS. Lo strumento fornisce un fascio di elettroni (primario) sulla superficie del campione che viene esplorata per mezzo di una bobina defletttrice, muovendosi su uno schermo televisivo. Gli elettroni secondari generati sulla superficie vengono raccolti da un elettrodo collettore che, producendo un segnale elettrico, modula il fascio elettronico sullo schermo percorso in sincronia con il fascio primario. L'interazione tra

il fascio primario ed il campione consente anche di generare elettroni retro-diffusi (backscattered) e raggi-X.

La strumentazione usata per la spettroscopia micro-Raman è costituita da un sistema Labram (Dilor) equipaggiato di un laser He-Ne di lunghezza d'onda pari a 632,8 nm (rosso). La luce incidente sul campione è focalizzata da un microscopio 100X su un'area delle dimensioni di qualche micrometro. La luce ridiffusa dal campione viene analizzata in retrodiffusione (back-scattering) e la componente elastica Rayleigh è abbattuta da un filtro interferenziale (Notch). Gli spettri misurati sono acquisiti oltre 100 cm^{-1} dalla riga eccitatrice del laser e successivamente elaborati per togliere la fluorescenza di fondo e permettere il confronto con spettri Raman di banche dati.

Le indagini spettro colorimetriche sul *Martirio di S. Erasmo* di Carlo Saraceni sono state condotte mediante spettrocolorimetro X-Rite con software di gestione QA-lite provvisto di spot da 4 mm e step di campionamento di 10 nm, secondo il sistema CIE 1976. L'intervallo di misura va da 400 a 700 nm. I dati CIE 1976 ottenuti sono poi stati convertiti nel sistema CIE 1931 per conformarli e renderli confrontabili con i valori delle misure spettro colorimetriche eseguite sulle opere di Poussin e sui pigmenti commerciali realizzate mediante spettrocolorimetro Minolta CM-2002 provvisto di spot da 8 mm, step di campionamento di 10 nm e sfera di riflettanza. L'intervallo di misura va da 400 a 700 nm.

Lo strumento misura l'intensità della luce alle diverse lunghezze d'onda trasformando le misure spettrali nei corrispondenti valori tristimolo o in altre coordinate.

Risultati

I risultati dell'analisi al SEM-EDS hanno permesso di ipotizzare alcune analogie tra i pigmenti commerciali sulla base delle quantità di piombo, stagno e antimonio. In particolare i pigmenti N 1 giallo di piombo e stagno scuro, 10110 Kremer e N 4 giallo di piombo e stagno Tipo II, 10120 Kremer ed i pigmenti N 2 giallo di piombo e stagno chiaro, 10100 Kremer e N 5 giallorino, 0209 I Zecchi, evidenziano similitudini nelle quantità relative di piombo e stagno (il rapporto percentuale tra piombo e stagno è 5,1 e 5,6 per il N 1 ed il N 4; 4,2 e 3,7 per il N 2 ed il N 5), rimandando rispettivamente alle tipologie di giallo di piombo e stagno Tipo II e Tipo I. Nei pigmenti N 3 giallo di Napoli, 0772 Zecchi e N 6 giallo parigino, 10130 Kremer si è rivelata invece la sola presenza di piombo e antimonio.

Quanto all'ocra gialla, 784 Zecchi (N 7), presa in esame poiché spesso impiegata in miscela con i pigmenti oggetto di tale ricerca, il riconoscimento

to di ferro, silicio e alluminio confermerebbe la sua corrispondenza al nome attribuitogli dalla ditta produttrice.

In conclusione, per i pigmenti commerciali, sulla base delle analisi condotte, è stato possibile affermare che alla tipologia di giallo di piombo e stagno tipo II sono riconducibili il giallo di piombo e stagno scuro, 10110 Kremer (N 1) ed il giallo di piombo e stagno Tipo II, 10120 Kremer (N 4); il giallo di piombo e stagno chiaro, 10100 Kremer (N 2) ed il giallino, 0209 I Zecchi (N 5) rimandano al giallo di piombo e stagno Tipo I, sono invece degli antimonio di piombo il giallo di Napoli, 0772 Zecchi (N 3) ed il giallo parigino 10130 Kremer (N 6).

Caratterizzata la composizione chimica dei pigmenti commerciali, si è voluta trovare una relazione tra la composizione elementale e le loro proprietà cromatiche. A tal proposito sono stati registrati gli spettri di riflettanza sia delle polveri che di stesure pittoriche realizzate con olio di lino su preparazione a base di gesso e colla animale: come si può vedere dalle Figg. 4-5 non si riscontrano sostanziali variazioni nell'andamento generale degli spettri. Dall'osservazione dei dati colorimetrici (Tab. 1 e Figg. 4 e 5) è stato

Tab. 1 – Dati CIE 1931 Yxy, coordinate di Helmutz; P% indica la purezza e λ nm indica la lunghezza d'onda dominante dei gialli commerciali (in polvere) e dei punti esaminati su: *La Vittoria di Gedeone sui Madianiti* e *Il martirio di S. Erasmo*, di Nicolas Poussin; *Il martirio di S. Erasmo*, di Carlo Saraceni. I dati si riferiscono ad una sola misura effettuata su ogni punto

	Y	x	y	P %	λ nm
N 1 10110 Kremer	65,90	0,3779	0,3950	39,3	576
N 2 10100 Kremer	85,81	0,3449	0,3699	23,7	572
N 3 0772 Zecchi	57,13	0,4049	0,3955	46,7	580
N 4 10120 Kremer	56,08	0,3772	0,3875	37,1	577
N 5 0209 I Zecchi	83,20	0,3587	0,3871	32	573
N 6 10130 Kremer	63,79	0,4036	0,4097	50,2	578
N 7 784 Zecchi	44,97	0,4110	0,3896	46,6	583
N 1 <i>Il Martirio</i> Saraceni	15,13	0,4004	0,3884	43,6	581
N 2 <i>Il Martirio</i> Saraceni	11,87	0,4421	0,3922	55,9	585
N 3 <i>Il Martirio</i> Saraceni	11,38	0,4357	0,3920	53,9	585
N 1 <i>Il Martirio</i> Poussin	18,72	0,4100	0,3918	47,0	582
N 2 <i>Il Martirio</i> Poussin	18,32	0,4143	0,3916	48,1	583
N 3 <i>Il Martirio</i> Poussin	14,82	0,3949	0,3780	39,4	582
N 5 <i>Il Martirio</i> Poussin	10,89	0,3957	0,3490	31,7	591
N 6 <i>Il Martirio</i> Poussin	17,98	0,3818	0,3660	32,6	583
N 1 <i>La Vittoria</i> Poussin	24,89	0,4245	0,4073	55,1	581

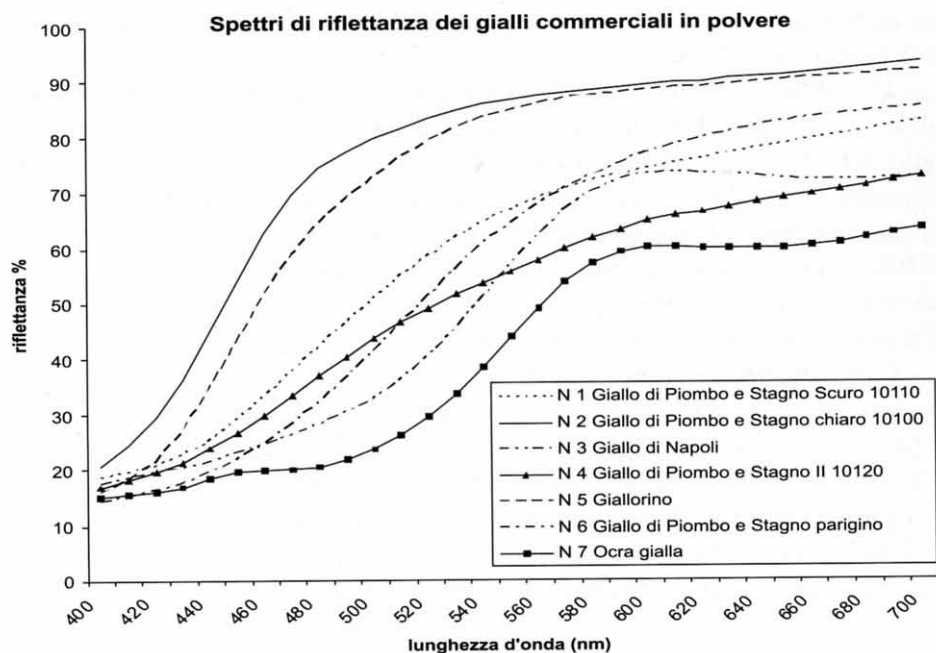


Fig. 4 – Curve di riflettanza dei gialli commerciali in polvere.

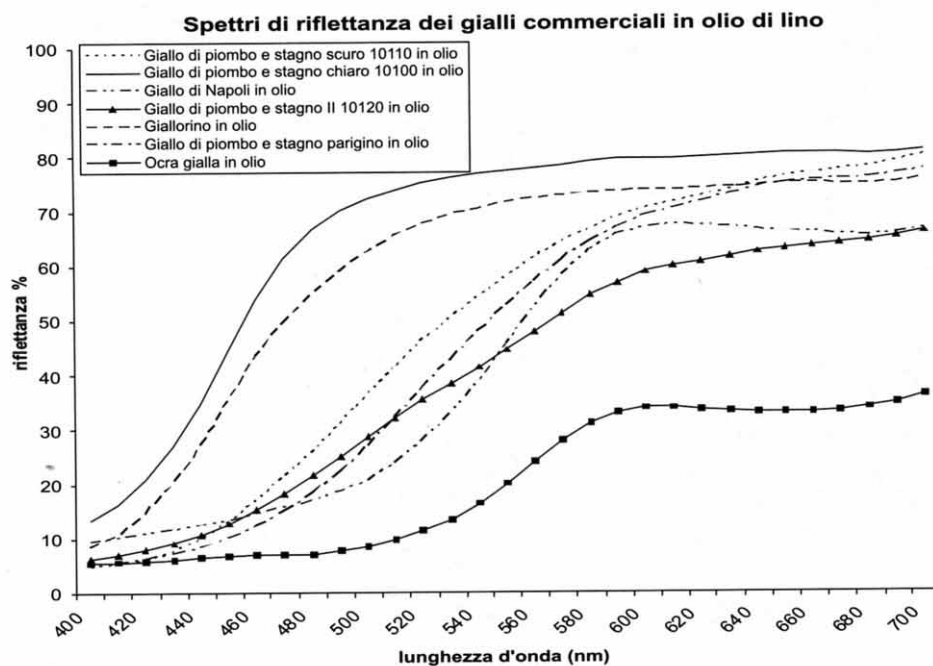


Fig. 5 – Curve di riflettanza dei gialli commerciali in olio di lino.

possibile cogliere alcune somiglianze tra il giallo di piombo e stagno scuro (N 1) ed il giallo di piombo e stagno tipo II (N 4), tra il giallo di piombo e stagno chiaro (N 2) ed il giallorino (N 5) ed infine tra il giallo di Napoli (N 3) ed il giallo parigino (N 6) concordando con i risultati ottenuti dalle altre analisi svolte (SEM-EDS e micro-Raman, quest'ultima non riportata nel testo per problemi di spazio).

Le indagini diagnostiche integrate tra loro eseguite su *Il Martirio di S. Erasmo* di Carlo Saraceni hanno consentito di individuare tra i punti di indagine le tipologie di giallo di piombo e stagno Tipo I e giallo di piombo, stagno e antimonio in miscela con altri pigmenti, principalmente ocre. Infatti nel punto di misura corrispondente alla piuma del cappello (punto N 1) le analisi SEM-EDS (Tab. 2) hanno rivelato nella composizione chimica la predominanza del piombo e dello stagno nei rapporti ponderali riconducibili alla tipologia del pigmento giallo di piombo e stagno Tipo I, come confermato dall'analisi spettroscopica micro-Raman confrontando lo spettro ottenuto (Fig. 6) con quello riportato in letteratura (Clark et al., 1995).

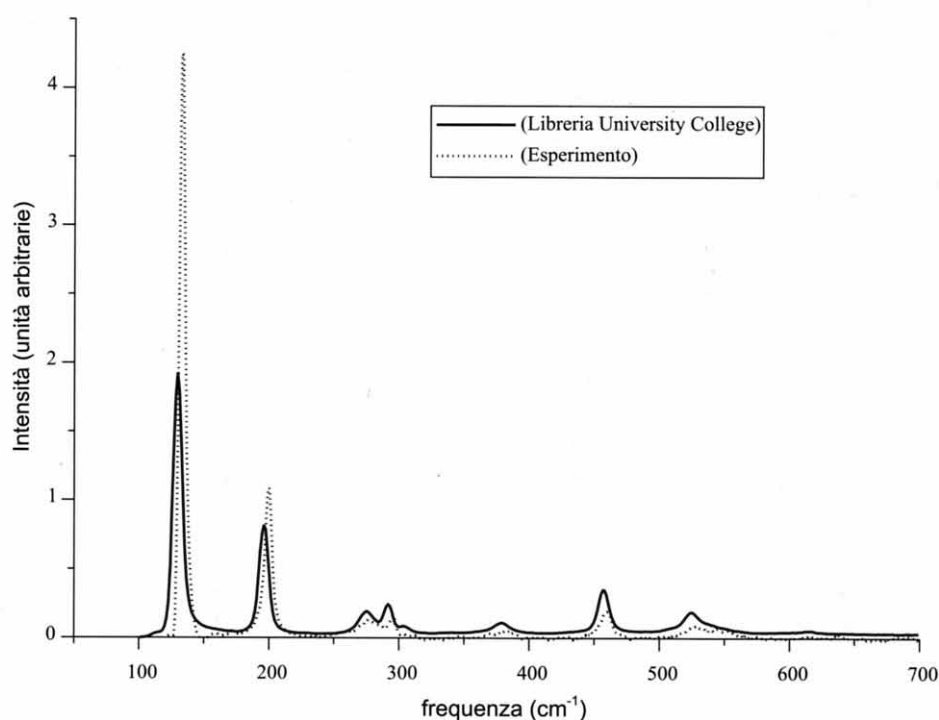


Fig. 6 – Identificazione mediante spettroscopia micro-Raman della tipologia di giallo di piombo e stagno Tipo I nella piuma, punto N 1, *Il Martirio di S. Erasmo*, Carlo Saraceni.

È inoltre interessante osservare la presenza di ferro ed alluminio nella composizione del campione esaminato lasciando supporre che l'artista, per raggiungere la tonalità desiderata in questo punto del dipinto, si servì di una miscela di pigmenti tra cui sicuramente ocre.

Tale risultato spiegherebbe anche la mancata corrispondenza dei dati spettro colorimetrici del punto N 1 de *Il Martirio di S. Erasmo* di Carlo Saraceni ed i pigmenti commerciali identificati nel giallo di piombo e stagno Tipo I (N 2 giallo di piombo e stagno chiaro e N 5 giallorino, Tab. 1) poiché la presenza dell'ocra nella miscela potrebbe aver alterato i valori originali del giallo identificato.

Nel punto di misura N 2 e corrispondente al cappello è stato possibile riconoscere il giallo di piombo, stagno e antimonio. Le analisi al SEM-EDS (Tab. 2) hanno consentito di rilevare tra gli elementi chimici costituenti il campione proveniente dal cappello, l'antimonio. Il rapporto Sb/Sn si è rivelato pressoché costante nei diversi punti del campione analizzati riconducendo alle affermazioni che la letteratura fornisce sul giallo di piombo, stagno e antimonio secondo cui le quantità degli elementi che formano tale composto sono identificate in un rapporto di 2:1:1 (Roy et al., 1998, Sandalinas et al., 2004).

Tab. 2 – Dati percentuali, ottenuti sperimentalmente, delle analisi SEM-EDS degli elementi costituenti i campioni provenienti da *Il Martirio di S. Erasmo* di Carlo Saraceni.

	Pb %	Sn %	Sb %	Si %	Fe %	Al %	Na %	Mg %	Ca %	Cl %
N 1 Piuma	62,506	5,747	/	1,233	0,689	0,523	/	/	/	/
N 2 Cappello	52,146	6,343	6,687	14,671	12,019	6,962	0,369	0,803	/	/
N 3 Veste	73,609	0,1940	/	6,466	15,155	1,852	/	/	1,581	1,141

L'osservazione al microscopio ottico-mineralogico del secondo campione ha evidenziato nel composto una gran percentuale di particelle di Goethite, la cui presenza è stata confermata dal riconoscimento del suo spettro caratteristico mediante spettroscopia micro-Raman (Fig. 7).

In conclusione, dalla lettura dei dati relativi alle indagini diagnostiche eseguite sul secondo campione esaminato è stato possibile dedurre che l'artista impiegò nel cappello una miscela di pigmenti composta prevalentemente di Goethite mescolata ad una piccola quantità di giallo di piombo, stagno e antimonio.

I risultati dell'analisi spettro colorimetrica per il punto N 2 de *Il Martirio di S. Erasmo* di Carlo Saraceni non sono stati utili a confermare i risultati ot-

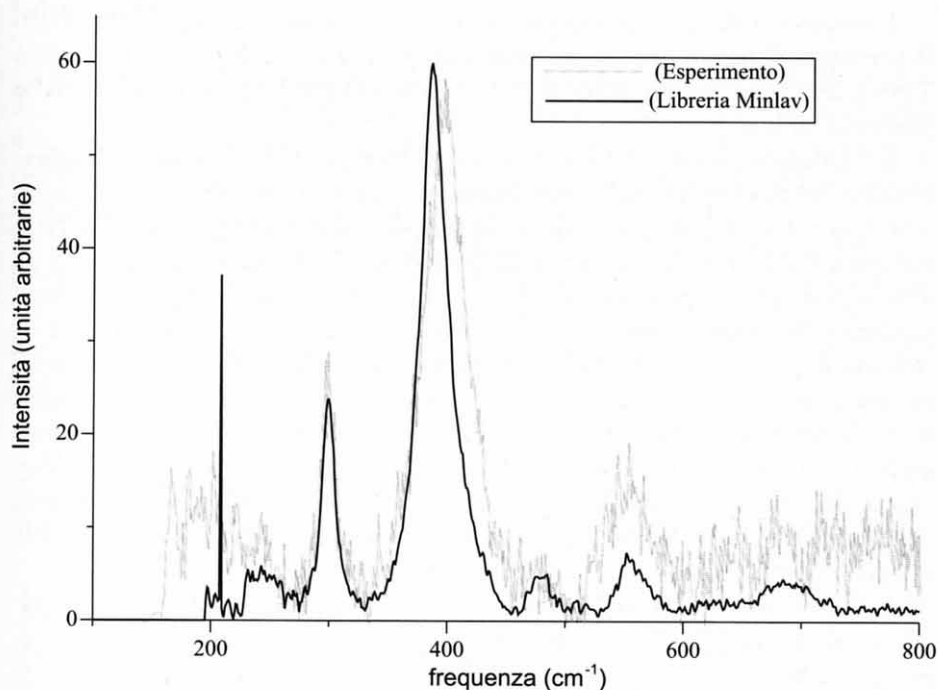


Fig. 7 – Identificazione mediante spettroscopia micro-Raman della Goethite nel cappello punto N 2, *Il Martirio di S. Erasmo*, Carlo Saraceni.

tenuti dalle altre analisi svolte poiché non si avevano a disposizione dati di riferimento e spettri di riflettanza relativi al giallo di piombo, stagno e antimonio. È stata però rivelata una certa somiglianza nell'andamento dello spettro di riflettanza del punto N 2 de *Il Martirio di S. Erasmo* di Carlo Saraceni con quelli dei punti N 1 e N 2 de *Il Martirio di S. Erasmo* di Nicolas Poussin che per motivi di spazio non sono state mostrate in tale lavoro.

Le stesse indagini diagnostiche compiute sui campioni appena descritti, non hanno consentito il riconoscimento di alcuna delle tipologie di giallo in esame su un terzo campione proveniente dalla veste gialla con cappuccio (punto N 3).

In questo campione l'identificazione delle tipologie di giallo in esame si è resa molto difficile a causa della grande percentuale di biacca presente nella miscela di pigmenti utilizzata dall'artista per ottenere il composto impiegato in quest'area del dipinto e della ridottissima percentuale di stagno presente nel campione esaminato (Tab. 2).

Neanche la spettroscopia micro-Raman e la spettro colorimetria sono riuscite ad individuare similitudini tra gli spettri caratteristici di questo campione, quelli dei gialli commerciali e dei dati di letteratura.

L'osservazione al microscopio ottico-mineralogico, invece, ha rivelato la presenza di molte particelle simili a quelle del giallo di piombo e stagno Tipo I, una ridottissima quantità di particelle di Goethite e le caratteristiche particelle di biacca.

Le indagini diagnostiche svolte su *Il Martirio di S. Erasmo* di Nicolas Poussin hanno rivelato nelle parti gialle analizzate la presenza di ocre (punti 3, 4, 5, 6 e Tab. 1), ma anche di un'altra tipologia di gialli (punti N 1 e N 2) nei quali l'analisi in fluorescenza X (Seccaroni, 2006) ha individuato tra gli altri la presenza di piombo, stagno e antimonio lasciando supporre che il pigmento impiegato dall'artista per ottenere la tinta desiderata sia della tipologia di giallo ottenuta dalla combinazione degli ossidi dei tre elementi chimici individuati. La fluorescenza X ha inoltre riconosciuto in entrambi i punti, la presenza del ferro derivato da una probabile miscela del pigmento giallo con ocre o con il colore rosso del manto sul quale sono state realizzate le decorazioni da cui derivano i suddetti punti. Gli spettri di riflettanza ottenuti nei punti N1 e N2, non presentano alcuna somiglianza con quelli dei gialli commerciali.

L'analisi spettro colorimetrica compiuta sui gialli de *La Vittoria di Gedeone sui Madianiti* (Fig. 3) ha permesso di ipotizzare, nella maggior parte dei punti esaminati, l'impiego di un giallo brillante in miscela con una maggiore percentuale di altri pigmenti più scuri, probabilmente ocre.

L'unico punto in cui sembrerebbe prevalere nella miscela una maggiore percentuale di giallo brillante della tipologia del giallo di piombo e stagno Tipo II è il punto N 1 (l'identificazione si è resa possibile grazie al confronto dei valori colorimetrici e degli spettri di riflettanza relativi al punto di indagine con quelli dei pigmenti commerciali). La tinta del pannello che avvolge il personaggio in primo piano (punto N 1) potrebbe essere una miscela ottenuta dal pigmento giallo con altri più scuri che ne hanno alterato il colore brillante facendo aumentare il valore della lunghezza d'onda dominante (581 nm, punto N 1) che appare quindi maggiore rispetto a quella del giallo di piombo e stagno Tipo II, 10120 Kremer (577 nm) e del giallo di piombo e stagno scuro, 10100 Kremer (576 nm), entrambi ricondotti alla tipologia di giallo di piombo e stagno Tipo II.

Per *La Vittoria di Gedeone sui Madianiti*, potendo basarci solo su risultati ottenuti mediante analisi spettro colorimetrica e non sul confronto dei dati ricavati da più indagini diagnostiche, come è stato possibile invece per i pigmenti commerciali e le altre opere esaminate, le nostre conclusioni sono solo un'ipotesi che speriamo di poter accertare con altri studi futuri.

Conclusioni

Il riconoscimento del giallo di piombo e stagno Tipo I ne *Il Martirio di S. Erasmo* di Carlo Saraceni e del Tipo II ne *La Vittoria di Gedeone sui Madianiti* di Poussin, confermerebbe quanto attesta la letteratura sull'argomento: nel XVII secolo gli artisti utilizzavano questi pigmenti soprattutto in miscele per migliorare la resa visiva dei composti.

Il ritrovamento della tipologia di giallo di piombo, stagno e antimonio in entrambe le versioni esaminate del *Martirio di S. Erasmo*, eseguite tra il 1612 e il 1629, confermerebbe l'impiego di tale pigmento a Roma o da parte di artisti che soggiornarono nella città anche nei primi decenni del XVII secolo.

Il motivo della comparsa nella storia di svariate tipologie di giallo è da attribuirsi alla ricerca degli artisti che oltre ad esigenze di carattere economico, furono stimolati dalla necessità di ottenere una sempre più vasta gamma di sfumature da un composto, magari ricavato da materiali di più semplice reperimento, che lo rendeva più conveniente da acquistare rispetto ad altri. Si spiegherebbe così anche la necessità di ricorrere a materiali impiegati in altri settori artistici (soprattutto arte vetraria) consentendo alle tipologie di giallo, oggetto di questo studio, di far capolino tra le tavolozze dei grandi maestri. La loro versatilità ed eterogeneità di tinte, ottenute sottoponendo lo stesso composto a temperature diverse, li rendeva particolarmente adatti a conformarsi alle esigenze degli artisti.

I risultati ottenuti da questa ricerca, oltre ad aver cercato di far chiarezza nella confusa e complessa terminologia riguardo ai gialli di piombo, stagno e antimonio, hanno reso possibile correlare il parametro "colore" con la composizione dei pigmenti evidenziando l'attenzione degli artisti per l'aspetto materico, ma anche per la resa cromatica delle opere.

Bibliografia

- Clark R.J.H., Cridland L., Kariuki B.M., Harris K.D.M., Withnall R., 1995, *Synthesis, Structural Characterization and Raman Spectroscopy of the Inorganic Pigments Lead Tin Yellow Types I and II and Lead Antimoniate Yellow: Their Identification on Medieval Paintings and Manuscripts*, Journal of the Chemical Society-Dalton Transactions, 16, 2577-2582.
- Khun, 1993, *Lead-Tin yellow*, in *Artists's Pigments*, Vol. II, Ashok Roy Editor, Washington, 83-112.
- Merrifield M.P., 1849, 1967, *Original Treatises, Dating from the XIIth to the XVIIth Centuries on the Arts of Painting, in Oil, Miniature, Mosaic and on Glass; of Gilding, Dyeing, and the Preparation of Colours and Artificial Gems*, Londra, New York, vol. I: clvi-clxiii, vol. II: 528-529.

- Piccolpasso C., 1976, *Li tre libri dell'arte del vasaio*, Firenze.
- Ridolfi S., Seccaroni C., Vivarini C., 2005, *Characterization of the combined use of two yellow pigments derived from lead and antimony by applying the FP-EDXRF technique to the analysis of a painting dating from the second half of the XVII century*, VIII Conferenza Internazionale su Indagini non distruttive e microanalisi per la diagnostica e la conservazione del bene culturale e ambientale, Lecce, 15-19 maggio.
- Rooksby H.P., 1964, *A Yellow Cubic Lead Tin Oxide Opacifier*, *Ancient Glasses* 5, no. 1, 20-25.
- Roy A., Berrie B.H., 1998, *A New lead-based yellow in the seventeenth century, preprints of the 17th International Congress of the IIC on Painting Techniques, History, Materials and Studio Practice*, Dublino, 7-11 settembre, 160-165.
- Sandalinas C., Ruiz-Moreno S., 2004, *Lead/tin/antimony yellow. Historical manufacture, molecular characterization and identification in seventeenth century Italian painting*, *Studies in Conservation*, 49, 41-52.
- Santamaria U., Moioli P., Seccaroni C., 2000, *Some Remarks on Lead-Tin Yellow and Naples Yellow*, *Atti del Convegno Art & Chimie, la Couleur*, Parigi, 16-18/09/98, CNRS Editions, 34-38.
- Seccaroni C., 2006, *Giallorino. Storia dei pigmenti gialli di natura sintetica*, De Luca Editore, Roma.
- Turner W.E.S., Rooksby H.P., 1959, *A study of the opalising agents in ancient opal glasses throughout three thousand four hundred years*, *Glastechnische Berichte*, no. 8, 17-28.
- Wainwright I.N.M., Taylor J.M., Harley R.D., 1986, *Lead Antimoniate Yellow, Artist's Pigments*, Vol. I, Washington, 219-254.