



OROAREZZO
INTERNATIONAL JEWELRY EXHIBITION

9.12 MAGGIO 2026
Arezzo | Italy

ITALIAN
EXHIBITION
GROUP
Providing the future

IL TRATTAMENTO DELLE SUPERFICI PER GIOIELLERIA, OREFICERIA E ACCESSORI MODA TRA TRADIZIONE E INNOVAZIONE



Lunedì 11 Maggio 2026
ore 14.00 - 15.15



Arezzo Fiere e Congressi
Events Area

INNOVAZIONE E NUOVI TRATTAMENTI SUPERFICIALI PER COMBATTERE LA CRESCITA DEI COSTI DEI METALLI PREZIOSI

LEA – Laboratorio di Elettrochimica Applicata

Prof. Massimo Innocenti

m.innocenti@unifi.it ; website address: <https://www.lea.unifi.it/>

Department of Chemistry, University of Florence, via della Lastruccia 3, 50019,
Sesto Fiorentino (FI), Italy





December 2010

U.S. DEPARTMENT OF ENERGY

Critical Materials Strategy



Critical raw materials for the EU

Report of the Ad-hoc Working Group on
defining critical raw materials

The *ad-hoc* Working Group is a sub-group of
the Raw Materials Supply Group and is
chaired by the European Commission

Version of 30 July 2010

Note: The full report will be available on the
Enterprise and Industry Directorate General website
http://ec.europa.eu/enterprise/policies/raw-materials/documents/index_en.htm



European Commission
Enterprise and Industry

We Mean Business

La Chimica delle medaglie



È dalle Olimpiadi di Stoccolma del 1912 che le medaglie d'oro non sono più realizzate al 100% con il metallo più prezioso. Da allora abbiamo argento con placcatura in oro. Alle Olimpiadi di Rio le medaglie d'oro erano composte per il 98,8% da argento e per l'1,2% da oro per un totale di 500 g di medaglia.

Alle Olimpiadi di Londra le medaglie d'oro erano costituite da 1% oro, 92% argento e 7% rame. Per le medaglie d'argento, 100% argento anche se da Londra 2012 è stato aggiunto rame. Le medaglie di bronzo non sono fatte di bronzo (bronzo: lega di rame e stagno) come a Rio 2016 sono realizzate in Rame (95%) e Zinco (5%) quindi ottone.

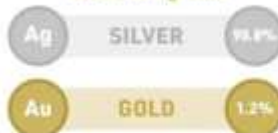
Da Rio 2012 iniziamo ad utilizzare metallo riciclato o recuperato.

TOKYO 2020 MEDAL COMPOSITIONS



GOLD MEDAL

Mass: 556 grams



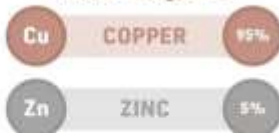
SILVER MEDAL

Mass: 550 grams



BRONZE MEDAL

Mass: 450 grams



This year's medals are the first to be made entirely from recycled metals.

The metals used to make all of the approximately 5,000 medals were extracted from used electronic devices donated across Japan. This amounted to approximately 32 kg of gold, 3,500 kg of silver, and 2,200 kg of bronze extracted from 78,985 tons of donated devices.

**Leghe metalliche che variano
anche per le medaglie!**



Placcatura di metalli preziosi al minimo!

Medaglia ORO: Argento + 6 gr Oro

Medaglia Argento: Argento

Medaglia Bronzo: Cu90-Zn10

800 euro per la medaglia d'oro, 500 per quella d'argento e 5 euro per la medaglia di bronzo.



Parigi



**Grandi obiettivi
Stesso prezzo**

Cosa possiamo fare ora?

Sostituire l'oro

Con tecniche innovative mantenendo
Centrali le competenze artigianali

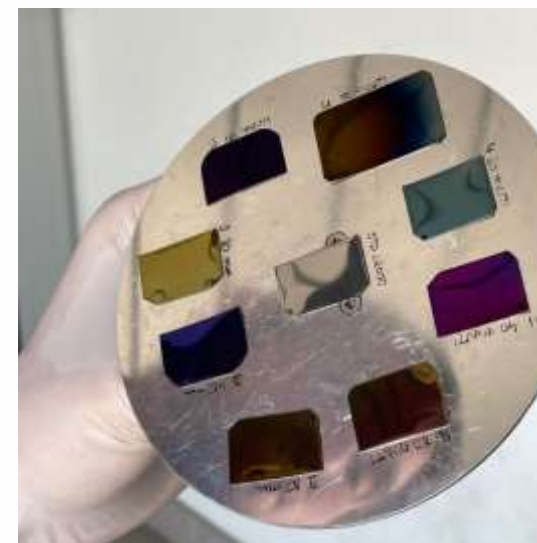
Usarlo meglio

Con tecniche innovative mantenendo
Centrali le competenze artigianali

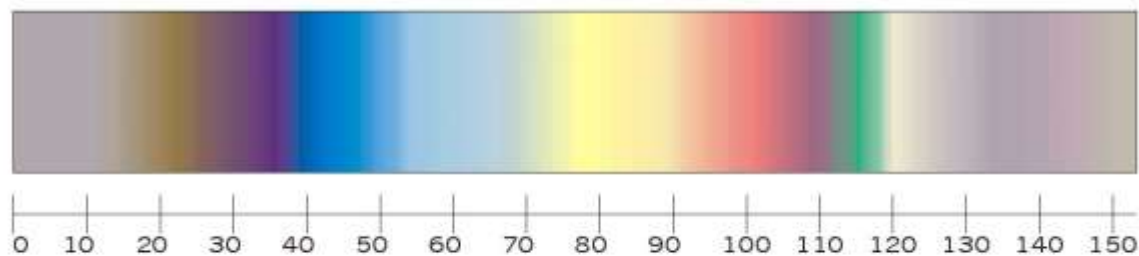


- **PVD Reattivo**

- Depositando e ossidando il metallo, esempio Cromo o Titanio

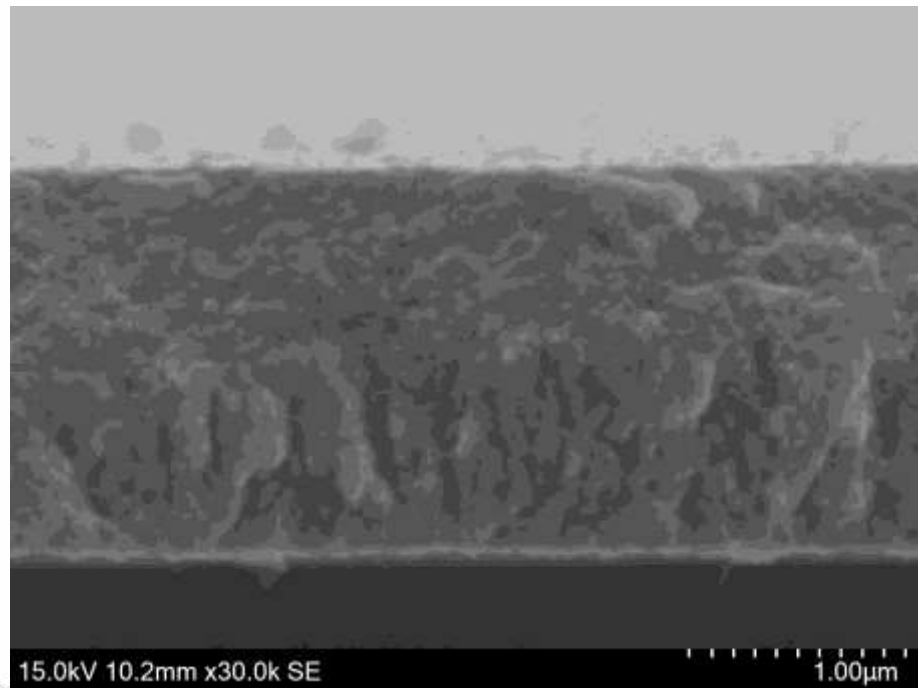


- Il Colore dipende dallo spessore dell'ossido e possiamo replicare molti colori

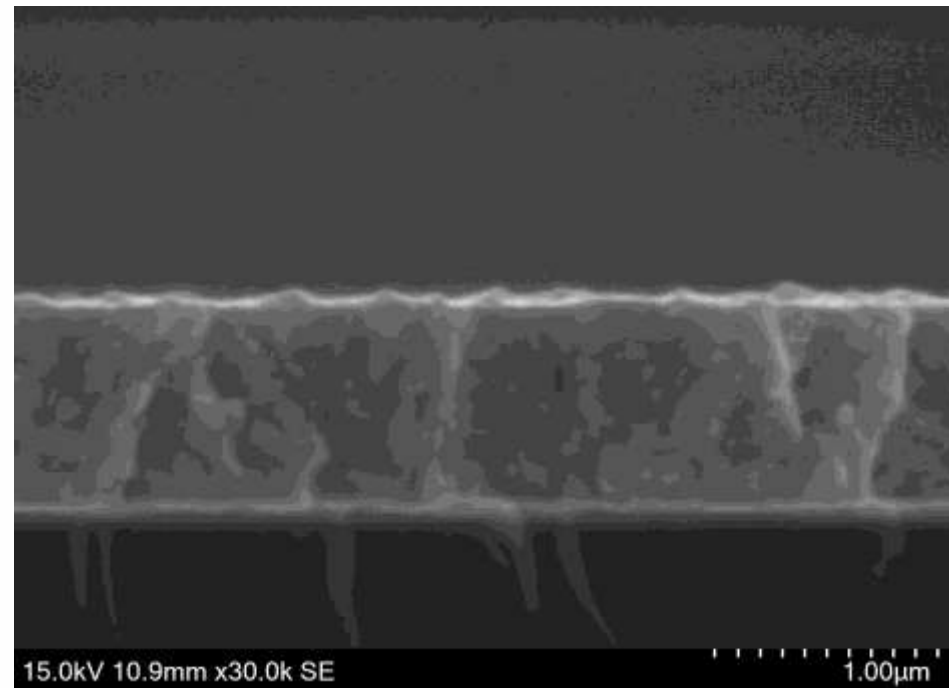


ELETTRODEPOSIZIONE

Au 24 kt



Au 18 kt



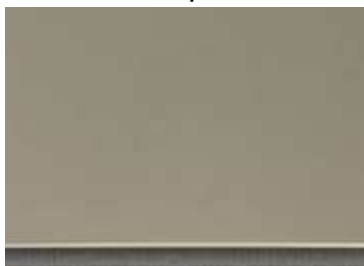
Stessa resistenza alla Corrosione, anzi

Ottimizzazione dello spessore

Invecchiamento accelerato

(ISO 4911/2001): 40°C, RH 93%, 72h

DC
0.5 μm



DC
0.25 μm



DC
0.1 μm



PC 50-50
0.1 μm



DC

BR1: 300 mg/L
BR2: 200 mg/L
Spessore: 0.5 μm

$\approx$

PC

BR1: 100 mg/L
BR2: 100 mg/L
Spessore: 0.1 μm

Penetrazione ed elettrodeposizione su oggetti «Complessi»

Nuovi bagni a correnti pulsate di Oro, Palladio e Rame Acido ad alta penetrazione

Nuovi sistemi di alimentazione «dedicati»

Possibilità di programmazione delle correnti con uso semplice dei raddrizzatori

Riduzione dei tempi

Riduzione dei costi



Quanto ci costano le vasche di oro in attività?



Vasche medie per
l'elettrodeposizione di
preziosi: **250 L**



Oro-Ferro

Au 2.5 g/L



Oro-Cobalto

Au 2 g/L



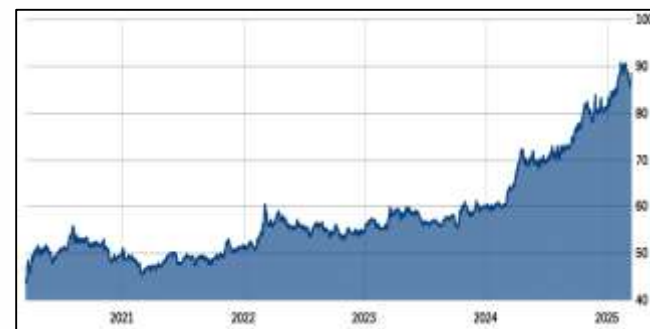
Oro- Rame-Argento

Au 1.5 g/L



Oro-Ruthenio

Au 0.3 g/L



Prezzo dell'oro:
≈ 100 € per grammo

≈ 200000 € di Sali di Oro

Cambio del colore con lo stesso bagno

La corrente pulsata può influenzare il meccanismo di deposizione della lega metallica come per esempio in un bagno di Oro-Nickel.



La conseguenza è cambiare la % dell'oro e Nickel nella lega con il conseguente cambio del colore.

Direct Current

Pulsed Current 1

Pulsed Current 2



Campione	Color	L*	a*	b*
DC	3N	87.27	5.04	25.93
PC1	2N	88.54	3.29	23.86
PC2	1N	88.92	2.61	22.44

Nobler than the Noblest: Noncubic Gold Microcrystallites

Gangaiah Mettela, Summayya Kouser+, Chaitali Sow+, Sokrates T. Pantelides, and Giridhar U. Kulkarni
Angew. Chem. Int. Ed. 2018, 57, 9018 –9022

Abstract: Conventional gold comprising the cubic lattice is universally known for its stability. However, well known to chemists and metallurgists, this nobility is challenged by reagents such as aqua regia, which dissolve gold to form a salt solution. Among metals, mercury blends with gold to form amalgam, otherwise transition metals such as copper tend to interact with gold surfaces in electrochemical media. Herein, we report a combined experimental and theoretical investigation of the stability of Au microcrystallites bearing unconventional crystal lattices that exhibit enhanced stability towards Hg and aqua regia and practically no interaction with Cu during electroless plating. The unconventional gold is undoubtedly nobler.



ANALISI DALLE ACQUE DI PROCESSO DEI BAGNI GALVANICI



Possiamo Analizzare e tenere sotto controllo:

- Definizione del profilo dell'acqua di processo coinvolta

- I principali parametri dei bagni galvanici

- Il livello di contaminanti

- Il recupero dei metalli preziosi

W. Giurlani et al. Analytica Chimica Acta 1269 (2023) 341428.

IL PANNELLO DI ANALISI

Analysis on bath/recovery

TEST	Measuring range	Resolution	Repeatability	Test time
Palladium on PdFe bath	0.30-3.00 g/L	0.01 g/L	0.03 g/L	3 min
Iron on PdFe bath	0.050-0.300 g/L	0.001 g/L	0.003 g/L	1 min
Palladium of PdNi bath	0.30-4.00 g/L	0.01 g/L	0.03 g/L	4 min
Nickel on PdNi bath	0.50-5.00 g/L	0.01 g/L	0.08 g/L	3 min
Palladium on PdFe recovery	0.10-0.50 g/L	0.01 g/L	0.02 g/L	4 min
Palladium on PdNi recovery	0.15-1.00 g/L	0.01 g/L	0.02 g/L	4 min
Copper on ruthenium bath	5.0-25.0 mg/L	0.1 mg/L	0.6 mg/L	1.5 min
Chloride on copper acid bath	50-200 mg/L	1 mg/L	4 mg/L	4 min
Cyanide on bronze bath	0.050-1.000 g/L	0.001 g/L	0.012 g/L	6 min
	5.0-100.0 g/L	0.1 g/L	1.2 g/L	6 min
Potash	5.0-20.0 g/L	0.1 g/L	0.2 g/L	1 min
Boric acid in Nickel bath	25 - 80 g/L	0.1 g/L	1 g/L	1 min
Total Nickel in Nickel bath	40 - 85 g/L	0.1 g/L	0.3 g/L	2 min
Nickel chloride in Nickel bath	25 - 85 g/L	0.1 g/L	0.4 g/L	4 min

In continua espansione ...

Riciclaggio e sfruttamento delle acque reflue



Riciclaggio di metalli preziosi tramite elettrorecupero. Una piccola-media impresa può recuperare fino a 6 kg di oro in un anno se il sistema è ottimizzato.

Riciclo di metalli preziosi da soluzioni a bassa concentrazione a catalizzatori per scopi energetici

Bonechi, M. et al. Journal of Power Sources, 639, (2025), 236661, <https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2025.236661>.

V. Monini, et al. The Royal Society of Chemistry, DALTON TRANSACTIONS. - ISSN 1477-9226. - ELETTRONICO. - (2024), pp. 0-0. [10.1039/d3dt03947a].

Grazie per l'attenzione!



Laboratorio di
Elettrochimica
Applicata