

n°  
2017

1

# RIVISTA ITALIANA DI GEMMOLOGIA

Foto di copertina:  
Paolo Cerruti



# INTERNATIONAL GEMOLOGICAL INSTITUTE

## PROFESSIONAL EDUCATION PROGRAMS 2017 ITALY

### 1. Polished Diamond Course (Certificate)

|              |              |                  |
|--------------|--------------|------------------|
| 12 Giugno    | 16 Giugno    | Cavalese (Tn)    |
| 23 Giugno    | 27 Giugno    | Trecastagni (Ct) |
| 11 Settembre | 15 Settembre | Ascoli Piceno    |
| 18 Settembre | 22 Settembre | Cavalese (Tn)    |
| 6 Ottobre    | 10 Ottobre   | Trecastagni (Ct) |
| 23 Ottobre   | 27 Ottobre   | Marcianise (Ce)  |

### 2. Polished Diamond Course (Diploma)

|            |             |               |
|------------|-------------|---------------|
| 12 Giugno  | 15 Giugno   | Roma          |
| 2 Ottobre  | 6 Ottobre   | Ascoli Piceno |
| 6 Novembre | 10 Novembre | Cavalese (Tn) |

### 3. Rough Diamond Course

|            |            |               |
|------------|------------|---------------|
| 1 Ottobre  | 7 Ottobre  | Cavalese (Tn) |
| 16 Ottobre | 22 Ottobre | Roma          |

### 4. Colored Stone Course

|              |              |                  |
|--------------|--------------|------------------|
| 19 Giugno    | 23 Giugno    | Cavalese (Tn)    |
| 18 Settembre | 22 Settembre | Ascoli Piceno    |
| 9 Ottobre    | 13 Ottobre   | Cavalese (Tn)    |
| 3 Novembre   | 7 Novembre   | Trecastagni (Ct) |

### 5. Synthetics, Imitations & Treatments Identification

|             |             |               |
|-------------|-------------|---------------|
| 10 Luglio   | 14 Luglio   | Cavalese (Tn) |
| 23 Ottobre  | 27 Ottobre  | Ascoli Piceno |
| 13 Novembre | 17 Novembre | Cavalese (Tn) |

### 6. Colored Stone Grading & Evaluation

|             |             |               |
|-------------|-------------|---------------|
| 15 Luglio   | 17 Luglio   | Cavalese (Tn) |
| 6 Novembre  | 8 Novembre  | Ascoli Piceno |
| 18 Novembre | 20 Novembre | Cavalese (Tn) |

### 7. Pearl Grading & Evaluation

|             |             |                  |
|-------------|-------------|------------------|
| 2 Giugno    | 6 Giugno    | Trecastagni (Ct) |
| 16 Ottobre  | 20 Ottobre  | Cavalese (Tn)    |
| 24 Novembre | 28 Novembre | Trecastagni (Ct) |
| 27 Novembre | 1 Dicembre  | Ascoli Piceno    |

### 8. Practical Diamond Week

|           |                |      |
|-----------|----------------|------|
| 2 Ottobre | 7 Ottobre 2017 | Roma |
|-----------|----------------|------|

### 9. Practical Colored Stones & Synthetic Week

|              |              |                  |
|--------------|--------------|------------------|
| 14 Luglio    | 18 Luglio    | Trecastagni (Ct) |
| 11 Settembre | 15 Settembre | Cavalese (Tn)    |
| 13 Novembre  | 18 Novembre  | Roma             |

### 10. Practical Pearls Advanced

|                  |              |                  |
|------------------|--------------|------------------|
| 29 Novembre 2017 | 9:00 - 18:30 | Trecastagni (Ct) |
|------------------|--------------|------------------|

### 11. Certificate: Organic Materials Course

|              |              |                  |
|--------------|--------------|------------------|
| 18 Luglio    | 19 Luglio    | Cavalese (Tn)    |
| 22 Settembre | 23 Settembre | Trecastagni (Ct) |

### 12. Gem Cutting & Faceting Basic

|             |            |               |
|-------------|------------|---------------|
| 24 Luglio   | 28 Luglio  | Cavalese (Tn) |
| 27 Novembre | 1 Dicembre | Cavalese (Tn) |

### 13. Gem Cutting & Faceting Advanced

|            |            |               |
|------------|------------|---------------|
| 31 Luglio  | 4 Agosto   | Cavalese (Tn) |
| 4 Dicembre | 8 Dicembre | Cavalese (Tn) |

## GRADUATE DIPLOMAS

#### DIAMOND GRADUATE, D.G.

A completamento dei corsi  
no. 1 & 2 & 3

#### COLORED STONE GRADUATE, C.S.G.

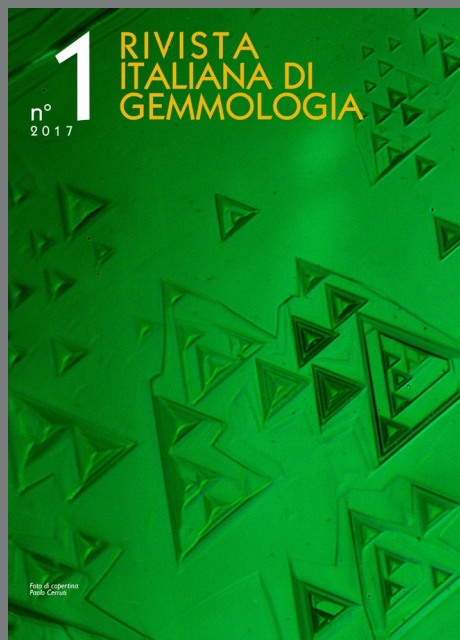
A completamento dei corsi  
no. 4 & 7

#### GRADUATE GEMOLOGIST, G.G.

A completamento dei corsi  
no. 1 & 7

#### ACCREDITED GEMOLOGIST, A.G.

A completamento dei corsi  
no. 1 & 11



RIVISTA  
ITALIANA DI  
GEMMOLOGIA

PERIODICO TECNICO SCIENTIFICO  
ANNO I - NUMERO I - MAGGIO 2017

#### DIRETTORI EDITORIALI

Paolo Minieri  
Alberto Scarani

#### DIRETTORE RESPONSABILE

Antonio Del Piano

#### COLLABORATORI PRINCIPALI

Mikko Åström  
Enrico Butini  
Flavio Butini  
Paolo Cerruti  
Luigi Costantini  
Thomas Hainschwang  
Michele Macrì  
Paolo Minieri  
Alberto Scarani  
Sergio Sorrentino

#### PROGETTO GRAFICO

Mafalda Ferraro

#### ELABORAZIONE DEI CONTENUTI

Domenico Angelino

#### STAMPA

Print progress  
via A. Sogliano 34 - 80141 NAPOLI

#### CONTATTI

www.rivistaitalianadigemmologia.com  
info@rivistaitalianadigemmologia.com

## Le cose che non hanno faccette sono piatte e noiose

Paolo Minieri



I gemmologi hanno un vantaggio anche se a volte non sembrano ricordarlo. Gli oggetti che sono alla base del loro lavoro presentano spesso più piani. Il vantaggio consiste nella necessità di orientare la loro investigazione da diverse angolazioni, di considerare le cose su più livelli. Devono guardare dalla tavola, dal padiglione e dai lati più utili a focalizzare un punto importante. Devono spostare la gemma nel rifrattometro per calcolare l'indice giusto. E devono passare da strumento a strumento, cambiando ottica, per trovare dati aggiuntivi che verifichino o falsifichino quelli di partenza.

Devono evitare che i propri giudizi siano solo dei pregiudizi per arrivare ad esprimersi solo quando la coerenza investigativa ricompone il prisma.

Tutti i fogli che sto guardando, sparsi sulla scrivania, non sono gemme. Sono i contenuti, che si stanno formando, di questo numero che vi apprestate - e di ciò ringraziamo - a sfogliare. Nella compilazione mi rendo conto però di avere il vantaggio dei gemmologi: dall'apparente confusione, dalla molteplicità dei contributi, dalla difformità dei punti di vista, dall'eterogeneità degli argomenti può venire fuori qualcosa di coerente, esattamente come una gemma emerge nella propria unità ancorché la riflessione prismatica ci faceva prevedere un risultato caotico.

Spero allora che ne risulti un quadro completo. Come si potrebbero capire i cambiamenti se il racconto fosse piatto, se non ci fossero piani d'osservazione? E se già definire lo spazio semantico della parola gemma fosse già un rompicapo? Le tecniche produttive dei diamanti sintetici cambiano ogni giorno, come ci dice Thomas Hainschwang. Prima i CVD ci preoccupavano in certe dimensioni, da poco ci preoccupano nel melè. Gli zaffiri termodiffusi ci sembrano roba vecchia? E in questo numero scopriamo che a Bangkok, la capitale dei corindoni, circolano, e creano grande confusione, corindoni con questo trattamento. Gübelin rende conto di un tracciatore fisico che attesterà pietra per pietra la provenienza. Questo cambierà i giochi della certificazione etica. Il magma fluisce incessantemente, siamo già a un anno luce dal numero precedente e a due dal prossimo.

*Paolo Minieri*

#### RIVISTA ITALIANA DI GEMMOLOGIA

Testata in attesa della registrazione richiesta al Tribunale di Napoli.

Edita da E-Motion SRL - via Firenze, 38 - 80142 NAPOLI - Tel: +39 0823 837393

Per l'invio di materiale si prega di spedire ad E-Motion SRL - C/O "il Tarì" modulo 173/174 - Zona ASI sud - 81025 MARCIANISE (CE).

La riproduzione dei contenuti è severamente vietata se non espressamente autorizzata.



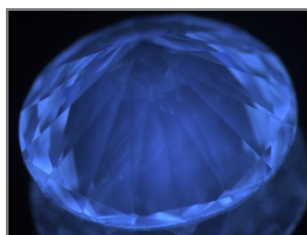
pag. 6



pag. 14



pag. 21



pag. 25



pag. 32



pag. 37



pag. 44

## I EDITORIALE

Le cose che non hanno faccette sono piatte e noiose *di Paolo Minieri*

## 4 THE DIAMOND VIEW

Il diamante rubato *di Sergio Sorrentino*

## 5 10X

Voi ed il vostro microscopio *di Luigi Costantini*

## 6 GEM NEWS

11 Lo strano revival degli zaffiri termodiffusi.  
Questa volta però sono sintetici *di Paolo Minieri ed Alberto Scarani*

## 14 PIETRE RESPONSABILI

Ora che Gübelin può mettere un nome agli smeraldi...  
come assegnargli anche un cognome etico? *di Paolo Minieri*

21 Cos'è una gemma? *di Michele Macrì*

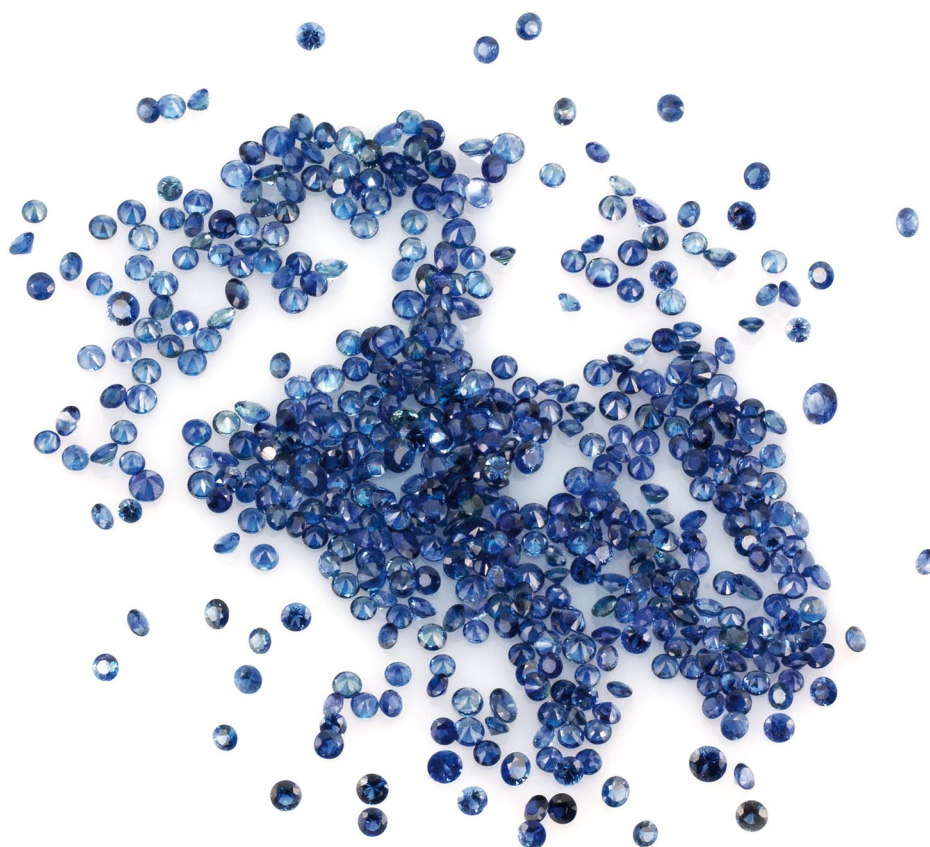
25 Panoramica sulle proprietà e sui metodi di rilevamento dei diamanti  
sintetici oggi sul mercato *di Thomas Hainschwang*

32 La spettroscopia UV-Vis-NIR in gemmologia  
*di Alberto Scarani e Mikko Åström*

37 Analisi di laboratorio su uno straordinario reperto: dagli scavi  
di Colonna (Roma) un diadema con zaffiri *di Flavio Butini ed Enrico Butini*

## 44 GEMTECH

# MATERIA PRIMA PER GIOIELLI



**PAOLO & C**  
**MINIERI**  
TRASPAREnze  
network

**DIAMOND CUT  
SPECIALIST**

[www.paolominieri.com](http://www.paolominieri.com)

Per informazioni: +39 0823 837635

# THE DIAMOND VIEW

Sergio Sorrentino

## Il diamante rubato

Nel 2012 la CONSOB, autorità che controlla in Italia il mercato finanziario, chiarì che i **diamanti non possono essere considerati dei prodotti finanziari** assimilabili per esempio ai fondi di investimento. Di conseguenza le migliaia di sportelli degli istituti di credito non potrebbero sollecitare l'acquisto di diamanti, che non sono una commodity come l'oro o il caffè, con offerte specifiche ai risparmiatori. Eppure, nonostante ciò, in Italia nel 2015 sono stati collocati diamanti per 300 milioni di euro tramite i canali bancari.

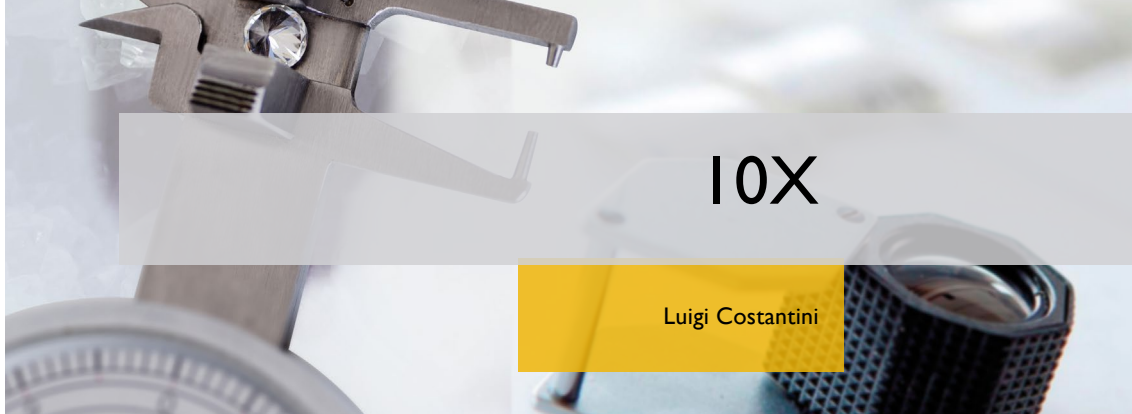
A nulla sono servite inchieste e denunce della stampa. Infatti il meccanismo si basa sul coinvolgimento di aziende di **intermediazione**. Ciò permette agli istituti bancari di vendere le gemme lasciando però a queste agenzie le firme dei contratti e le **responsabilità legali e commerciali**. Si lascia credere di aver ampliato il proprio portafoglio, ma il risultato è inquietante: i consumatori italiani stanno **acquistando diamanti in Italia a quotazioni stellari**, spesso almeno doppie, rispetto al valore medio segnalato dai principali listini del trading.

Queste agenzie di intermediazione fanno riferimento a listini piuttosto fantasiosi e cari che pubblicano periodicamente su prestigiosi quotidiani. Ma **non sono che ingannevoli inserzioni pubblicitarie**, anche se sembrano pagine ufficiali di quotazioni finanziarie di titoli. Inoltre non sussiste una concreta opzione di rivendita che garantisca con certezza il recupero del denaro spacciato come "investimento".

Questo fenomeno è tutto nostro: non risulta che in altri paesi gli istituti di credito abbiano così clamorosamente interferito con i canali distributivi tradizionali, in pratica i negozi di gioielleria. Loro **possono vendere diamanti anche al prezzo doppio del Rapaport**, mentre **prestare del danaro appena sopra i tassi di interesse legali è ovviamente considerato un reato**.

Cosa stanno facendo e cosa possono fare allora gli operatori del gioiello e delle gemme? Alcune associazioni di categoria hanno lanciato l'allarme ma questo non basta. Il **segnale di contrasto deve essere di livello adeguato**: noi lasciamo obbligazioni e fondi ai professionisti autorizzati, voi lasciate i diamanti a gemmologi e commercianti qualificati.





10X

Luigi Costantini

## Voi ed il vostro microscopio

Che poi il microscopio risulti tutto vostro oppure che semplicemente vi sia stato affidato per la settimana del corso o per svolgere le mansioni assegnatevi, cari amici (vicini e lontani), non fa quel granché di differenza: che vi ha sempre detto lo zio Luigi? Che chi il microscopio non lo accudisce come fosse il proprio pupo – che dico? come la pupilla dei propri occhi – merita che gli vengano mozzate via le manine. Rammentate? **Non levare mai gli oculari dalla loro sede, onde evitare infiltrazioni, nel sistema ottico, di polvere, pulviscolo atmosferico, residui vaganti vari.** Rifuggire dalle contaminazioni fumogene delle lenti del sistema ottico come dal demonio: a lungo andare la patina di fumo - di sigaretta, sì, di sigaretta - che inesorabilmente va a depositarsi sulle lenti ne può procurare l'offuscamento e la corrosione. Avere sempre l'avvertenza di controllare la messa a fuoco - regolandola alla propria vista - sia passando da analista ad analista, sia nel passare da un giorno all'altro, come pure in tempi diversi e distanziati della stessa giornata (vedi mai che qualcuno, en passant, non vi abbia piazzato su l'occhio e pure le mani sue, adattandolo alla propria, di vista). Lo scotto che si paga, in tal evenienza, e dopo una mezz'ora di lavoro a vista non regolata, è – se va bene – di rimediare una certa nausea e, nel peggior dei casi, una bella emicrania. Vi vien da ridere? Provateci e poi riferitemi.

Non dimenticate mai che il vostro (per davvero) o vostro (per finta) microscopio è l'estensione dell'occhio vostro, quell'"occhio" che va a frugare nei recessi della gemma in esame, in ispecie se trattasi d'una gemma di colore e se il caso in essere è quello del riconoscimento del naturale dal sintetico. In tal eventualità non vi sono né Santi né Madonne che tengano: senza microscopio v'attaccate al tram. Perché è dalle caratteristiche inclusioni o del materiale sintetico o di quello naturale che vi verrà la risposta al quesito, nella maggior parte dei casi (sempreché vi siano almeno due inclusioni tipiche o dell'uno o dell'altro materiale; diffidate dell'inclusione singola, ché talvolta questa si rivela una vigliacca traditrice). Passi per lo smeraldo, che in diverse occasioni v'offre la scappatoia o d'una densità o d'indici di rifrazione diversi nell'un tipo e nell'altro, nelle varie versioni, ma se doveste incappare nel rubino e nello zaffiro o altre pietre, ove differenza in questi parametri identificativi non v'è, saran dolori se voi e "lui" non sarete pappa e ciccia. **Che dire poi se quel che vedete non è bene a fuoco?** Come andar di notte.

Una cosa va chiarita per benino, comunque: mentre il rifrattometro vi sciorina precisi valori di lettura ed il polariscopio vi offre delle ben definite reazioni che voi avrete modo d'interpretare ai fini diagnostici, l'ineffabile "due occhi" non vi dà un bel niente. Sta a voi interpretare quel che "esso lui" vi consente di vedere, stanti gli ingrandimenti e la risoluzione (e sempre sia ringraziato in ogni momento il santissimo e reverendissimo strumento). Morale: **non ve la potete sfangare senza "conoscere biblicamente" – quasi**



– le vostre amiche inclusioni. E qui lo zio Luigi, assieme ad altri zii, s'è riproposto di soccorrevi col principiare un'apposita dedicata rubrica sull'erigenda piattaforma Web della novella Associazione IGI - International Gemological Institute – Italy. Senza esser entrati in intimi colloqui con le inclusioni, "lui" rimane muto come un pesce. Ma una volta svezziati, ammappate quante te ne racconta, il nostro!

Ci passerete le ore, ve lo confermo io che di pietronzole, sotto quelle lenti, ne ho fatte transitare a migliaia. E non vi dico la goduria che certe caleidoscopiche viste di inclusioni offrono: ci si può sbizzarrire, nelle descrizioni interpretative, più d'un critico d'arte in una pinacoteca. **Coi quarzi e le acquemarine, poi, è una libidine tremenda.** Non potrò mai dimenticare quella volta che, con lo zio Alberto (Scarani), ci si divertì quasi un'ora a rincorrere, in un'acquamarina, la bolla gassosa d'una bifase "a livella" che, col calore del pozzetto luminoso, rotolava avanti e indietro per poi scomparire come Fantomas. Spegnendo il microscopio, dopo dieci minuti ricompariva. Le si fece la posta finché non si riuscì non solo a fotografarla, ma pure a filmare la danza e la "fuitina". Che figata tremenda! Ah, dimenticavo: una volta entrati in corrispondenza d'amorosi sensi col vostro microscopio (e soprattutto, con le amiche inclusioni), potreste anche partire da lì col processo identificativo, tanto son caratteristiche d'una certa gemma certe inclusioni, confermando poi con polariscopio, rifrattometro e bilancia idrostatica. Ma non prima d'essere diventati intimi e sodali! E con queste raccomandazioni, v'impartisco la mia paterna benedizione,

il sempre vostro, Zio Luigi.

# GEM NEWS

a cura della redazione  
di Trasparenze News

## O la giada o la vita

Continuano gli **incidenti** causati da smottamenti, spesso mortali, nel Kachin (stato birmano ai piedi della catena himalaiana) **nella frenetica corsa allo sfruttamento della giadeite**. Questa risorsa preziosa è concentrata infatti in larga misura nel Myanmar e vale secondo Global Witness **31 miliardi di US\$ nel 2014, ossia metà del PIL del turbolento paese**. La situazione è così grave che addirittura il Ministro delle Miniere dello Stato del Kachin, **Hkyen Le Awn**, ha dichiarato senza mezzi termini che il **Presidente Obama e Aung San Suu Kyi**, leader delle opposizioni e ora influente Consigliere di Stato in Myanmar, hanno **commesso un grave errore ad abolire le sanzioni**. Infatti nello scorso settembre le restrizioni del 1987 al commercio della giada, volte a colpire gli interessi della casta militare, sono terminate. Nel mese di **febbraio nove persone hanno perso la vita nei pressi della città di Hpakant a causa del cedimento del suolo di una collina**. Molte aree **non sono più in sicurezza dopo essere state sbancate** da precedenti operazioni di ricerca portate avanti dalle grandi imprese che setacciano ed abbandonano il territorio meno promettente per concentrarsi solo su rinvenimenti significativi. **Nell'area lavorano, spesso illegalmente, cercatori freelance provenienti da regioni remote**, che, poiché le autorità lo scorso agosto hanno drasticamente ridotto i permessi di sfruttamento, hanno per target le pericolose aree



(© AFP PHOTO)

compromesse dalle operazioni precedenti. Ma da qualche tempo **si sono aggiunti alle catastrofi anche assalti armati**. L'ultima aggressione è avvenuta il 3 novembre 2016 ed ha portato alla distruzione delle dotazioni della **Yadanar Yaung Chi Company** per un valore di **circa 5 milioni di US\$**. Dal 1990 si consuma una lotta per il controllo delle ricche colline tra **indipendentisti locali** ed il **governo centrale** che sfrutta la fortissima domanda cinese di giada favorendo le elites militari che controllano la risorsa.

## L'ombra di Trump sul Kimberley Process



La nuova amministrazione **Trump interromperà lo sforzo degli Stati Uniti di salvaguardare le pratiche di sostegno allo sfruttamento responsabile delle materie prime**? Rob Bates, un giornalista molto seguito negli USA su questi temi non nasconde un certo pessimismo. **“Con la nuova leadership in arrivo al Dipartimento di Stato - ha scritto recentemente - è tutto da vedere se agli Stati Uniti proseguiranno a impegnarsi legalmente a difesa del Kimberley Process e di questioni simili”**. Infatti al Dipartimento di Stato il timone sarà rilevato da Rex Tillerson, precedentemente Direttore Generale di Exxon Mobil. **Ashley Orbach**, Consigliere Speciale per gli ultimi tre anni in materia di diamanti da conflitto ha poi annunciato che **lascierà il proprio incarico proprio mentre si sollevano molte perplessità sulla prosecuzione delle stesse linee del Dodd Frank Act**. Nel tenere la guardia alta sul terrorismo la nuova amministrazione sembra **guardare più ai propri confini piuttosto che interessarsi agli abusi contro le comunità che sono insediate nelle aree minerarie più remote dalle quali provengono pietre per gioielleria**.

## Carat Tax. Tasse semplificate per i diamanti di Anversa



Il Parlamento belga ha approvato un **nuovo regime di tassazione** che riguarda espressamente l'industria del **diamante** localizzata ad Anversa. La nota dolente che aveva indotto le autorità fiscali di Bruxelles a ricercare un modello più snello di imposta è quella delle continue **controversie sulla stima delle rimanenze di gemme negli stock delle imprese**. Tale era infatti il computo da doversi effettuare per arrivare alla determinazione del reddito di impresa. Dal 2017 si dovrà corrispondere la Carat Tax, un'imposizione che graverà in maniera semplificata (nella misura di circa il 2,1 %) **esclusivamente sul volume d'affari delle aziende**. La misura intende ricreare un clima di certezza in materia di imposizione fiscale, richiamando in Belgio molte imprese che hanno trovato conveniente portare lontano da Anversa le proprie sedi operative.

## Sindrome da Guinness Book of Records. Dietro il super diamante di 706 carati trovato dal pastore si staglia il dramma della Sierra Leone

La formidabile risonanza della notizia non stupisce. Solo nel 1972 in Sierra Leone s'era rinvenuto un diamante più grande (**Star of Sierra Leone, 968,9 carati**). Tutte le **carte sono in regola**, il tam tam dei media è partito istantaneo. I due aspetti che hanno propagato la storia in tutto il mondo l'hanno però al contempo confinata nella superficialità del sensazionalismo: la **grandezza del grezzo (706 carati)** e la **generosità del pastore protestante** che ha donato al proprio governo il frutto della casuale scoperta, una specie di biglietto vincente della lotteria. Certamente questa dote dimensionale fuori dal comune e queste circostanze bizzarre calamitano l'attenzione di un pubblico sensibile al richiamo dei record segnati da pesi di preziosi e da cifre devolute da insolita generosità. **Tanne poche eccezioni, però, i resoconti dei media non hanno collegato in profondità l'evento alla tormentata storia recente dello sfortunato paese africano.** In Sierra Leone una **disastrosa guerra civile**, avviata proprio per il controllo delle aree **diamantifere alluvionali**, è terminata solo nel **2002 (75.000 vittime e più di mezzo milione di persone sfollate, amputazioni, reclutamento di bambini-soldato, stupri, esecuzioni sommarie)**. Nel nuovo millennio il paese pacificato è stato oggetto di un tentativo congiunto con organizzazioni internazionali (Diamond Area Community Development Fund e Peace Diamond Alliance) di dar vita ad un'economia che garantisse sviluppo anche alle numerose **gang** (non nell'accezione criminale ma gruppi associati di cercatori artigianali, muniti di setaccio). Nel 2004 fu attivato un programma di formazione per le



piccole imprese di minatori denominato "Small stone training" con l'obiettivo di insegnare metodi di valutazione delle pietre e di sensibilizzare rispetto ai problemi dello sfruttamento del lavoro minorile e del contrabbando. Ma il bilancio non è incoraggiante poiché corruzione, elevata tassazione, sistema di finanziamento e contrabbando condizionano negativamente la **ricaduta dei benefici sulle numerosissime piccole realtà minerarie**. La donazione del pastore può essere interpretata come un sasso contro la **stagnante attenzione internazionale al tema del passaggio dai conflict ai development diamonds in contesti non dominati da colossi estrattivi**.

## DPA e SIGNET, strategie per i diamanti: dall'attacco alla difesa, dalla promozione alla verifica dei sintetici

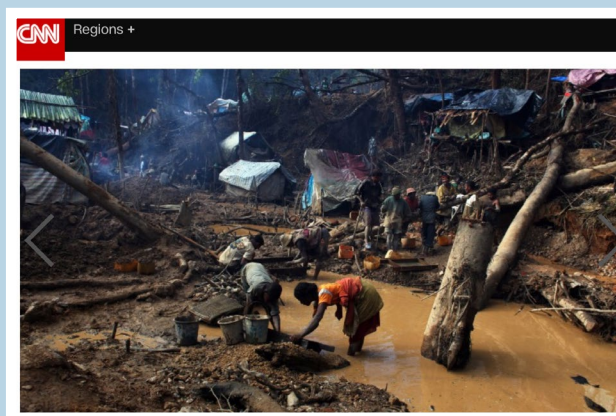


Cosa aiuta a mantenere le quote di mercato dei **diamanti** e la loro appetibilità come **beni di consumo**? Per lunghe decadi ci aveva pensato solo **DTC** (De Beers) che, in qualità di quasi monopolista, prese in carico il **compito di promuovere il sell out delle gemme** intervenendo con le sue celebri campagne. Più recentemente De Beers ha invitato a **condividere la missione** Gem Diamonds, Dominion Diamond Corp, Petra Diamonds, Lucara Diamonds e Rio Tinto Diamonds e nel 2015 ha visto la luce la Diamond Producers Association (**DPA**) che ha l'**onere** non da poco di consolidare la **percezione** del valore e la **desiderabilità** di **diamanti** nei consumatori sempre più sedotti da offerte di prodotti alternativi. Il budget iniziale di 6 milioni di US\$,

che dovrebbe essere decuplicato a breve, ha fatto partire una nuova campagna denominata **"Real is Rare"** che mira a **conquistare i Millennials**, consumatori più inclini ad auto gratificazioni e meno a perseguire i vecchi rituali sociali del diamante da fidanzamento. Nei primi mesi del 2017 la **DPA** assieme a **UL**, precedentemente Underwriters Laboratories e **Signet**, il più grande gruppo di gioielleria al dettaglio negli USA, ha annunciato di voler guidare anche una nuova iniziativa volta a verificare la strumentazione per l'individuazione dei diamanti sintetici. Al momento sul mercato secondo Rapnet ci sono 16 device dedicati e molti nuovi progetti in cantiere (si veda Alrosa che presenterà a Siracusa a maggio un suo prodotto), con prezzi variabili da 4500 a 350.000 US\$. I **diamanti per sempre** strizzavano l'occhio alla classe media ed evidenziavano un tipo di **marketing aggressivo verso fasce di mercato al consumo**; oggi invece il ripiegamento delle campagne strategiche verso la protezione dell'industria affinché si selezionino il giusto device antipromiscuità denota un **atteggiamento di cautela a monte: real is rare, va bene se però siamo capaci di garantirli sempre i nostri diamanti naturali**.

## Esercito di minatori per gli zaffiri malgasci. Specie rare a rischio?

Dopo Didy nel 2012 è in atto una **nuova corsa per gli zaffiri** in Madagascar, a partire dallo scorso ottobre, in un'**area protetta** dal 2015 dal governo locale nel corridoio Ankeniheny-Zahamena (CAZ), area di Bemainty, 35 km ad est di Ambatondrazaka. Come al solito è arrivato **puntuale il resoconto dello stimato gemmologo e conservazionista Vincent Pardieu**, uno dei suoi ultimi per conto del GIA. Un piccolo esercito di **50.000 minatori** scava a circa a due metri di profondità nel letto di un corso d'acqua, armato di **setacci rudimentali**. Il materiale rinvenuto, principalmente di un **blu chiaro, scuro, blu verdastro** spesso lattiginoso e silky, **risponde bene al trattamento termico**. Molte pietre sono già attraenti e si possono comunque lasciare esenti da riscaldamento. **Michael O'Brien-Onyeka** Vice Presidente Senior dell'Africa Field Division (Conservation International) ha dichiarato che l'improvvisata migrazione mineraria sta **causando deforestazione** in un'area ricchissima di specie endemiche. Lo stesso Pardieu però testimonia che s'aspettava di peggio: molte aree erano comunque già da tempo state guadagnate all'agricoltura e l'**impatto sarebbe attenuato dalle tecniche artigianali meno invasive** rispetto alle operazioni industriali (vedi giadeite in Myanmar). Il carattere illegale e improvvisato delle attività è tollerato dalle autorità e s'è creato un



(© Cnn.com)

indotto di compratori, di cui molti dallo Sri Lanka, nei villaggi limitrofi. Al di là delle controversie sulla portata dei danni ambientali resta il fatto che la dispersione dello sfruttamento minerario nella grande isola non ha favorito iniziative compensatorie capaci di **restituire alla conservazione dell'ecosistema parte dei ricavi**, come per esempio accaduto in Mozambico (Niassa Lion Project, Niassa National Reserve) per merito di **Gemfields**.

## Riprendersi la Tanzanite: le aste del Governo di Dar Es-Salam per ora non ci riescono

Il Primo Ministro tanzaniano **Kassim Majaliwa** ordina un'indagine e punta senza indugi il dito contro **"i cartelli che impediscono al governo di ottenere entrate dalle aste di tanzanite"**. Le autorità del paese africano, unico produttore al mondo di questa preziosa varietà blu di zoisite, avevano iniziato a commercializzare grezzi e gemme tagliate in una prima **asta internazionale** tenutasi a Dar Es-Salam dal 9 al 12 agosto 2016. Le operazioni di vendita hanno offerto a compratori internazionali materiale proveniente non solo da **Tanzanite One** (impresa da tempo leader nell'estrazione), ma anche di Franone Mining and Gems Company, Tanzanite Africa Ltd, Chusa Mining Ltd e Laizer & Partners. Risultati venduti 318.033,17 grammi di grezzo assieme a 3.274,70 carati di tanzaniti lavorate per entrate rispettivamente di 2.9 milioni e di 547.786 US\$ con diritti del governo per un ammontare di 173.203 US\$. Un po' di conti: la produzione è salita del 17% dal 2008 al 2013, da 768 a 900 tonnellate e nel 2015 l'**export ha toccato i 4,4 milioni di US\$** con 223.979 US\$ in royalties, **una cifra che sorprende in negativo e che non può essere ritenuta realistica dagli addetti ai lavori**. I dati possono certo rivelare lo stato di salute di questo ramo minerario prezioso ma **al contempo fotografano con chiarezza il fenomeno dell'emorragia delle transazioni verso i paesi vicini, Kenia prima di tutti**. Sul giornale online tanzaniano "The Citizen" il tema della tanzanite come risorsa che smarrisce di continuo l'aggancio con le opportunità di sviluppo del paese ritorna spesso. Sulle pagine recentemente ha trovato spazio l'idea di un **modello De Beers**. Ciò sarebbe possibile grazie alla fortuna di veder collocata tutta la tanzanite del mondo nella sola area di Merelani. Resta però da vedere come possa un singolo Stato africano applicare un piano di controllo sulle proprie risorse preziose senza un adeguato appoggio internazionale.



## La demonetizzazione indiana riguarda anche gioielli e pietre



Antefatto: nel Novembre 2016, il **Primo Ministro indiano**, con mossa a sorpresa, ha deciso di **ritirare dalla circolazione le banconote da 500 e da 1000 rupie** (l'86% del totale delle banconote circolanti in India), ufficialmente per combattere la contraffazione, la corruzione e l'evasione fiscale. Il ritiro di questi tagli (dal rispettivo valore di circa 7 e 13 euro) ha influito sull'economia indiana, scatenando **numeroso manifestazioni e proteste contro la politica governativa che pone una serie di limiti ai pagamenti in contante**.

Ma l'India, ricordiamolo, è anche il paese in cui hanno sede oltre il **90% delle aziende mondiali di taglio e lucidatura di pietre preziose**. Jaipur in particolare regge la sua rete produttiva di pietre su una fitta rete di piccole e piccolissime imprese che conoscono **solo pagamenti cash**. I problemi di liquidità degli acquirenti hanno fatto calare di diversi punti percentuali le vendite di **Gemfields** che ha rinviato alcune importanti aste. **Crollato, a fine anno, dell'80% anche il settore gioielleria**. Dopo alcuni mesi di panico, il settore è in ripresa a partire da gennaio. Il passaggio dal contante alla moneta virtuale pare che inevitabilmente sarà recepito e la ripresa, dopo lo shock di fine 2016, dell'economia potrebbe proseguire nei prossimi mesi. Restano da vedere gli effetti nel lungo termine.



La tua linea diretta per gli acquisti preziosi.  
Vendita al dettaglio di gioielli, perle, pietre preziose.



## SEGUICI ANCHE IN TV

Play.Me (canale 68 del digitale terrestre)  
Studio 1 (canale 80 del digitale terrestre)  
Studio 1 HD (canale 580 del digitale terrestre)

Dal Martedì alla Domenica, dalle 10:00 alle 13:00 e dalle 14:00 alle 19:30.

Lineagem s.p.a. - Via Roma, 148/150 - 35030 Fossana di Cervarese Santa Croce (PD) - ITALIA  
Tel.: +39 049 991 55 55 - Fax: +39 049 991 56 15 - [www.lineagem.it](http://www.lineagem.it)

## NUOVI SIGILLI IN PLEXIGLASS SENZA RIVETTI O CALAMITE NEW PLEXIGLASS SEAL WITHOUT RIVETS OR MAGNETS



**Gemsecuritysystem by GSS**, PROPONE UNA GRANDE RIVOLUZIONE NEI SIGILLI IN PLEXIGLASS. BASTA SCOMODI RIVETTI IN METALLO O PLASTICA, BASTA VITI E CALAMITE. I NUOVI BLISTER SI SIGILLANO A FREDDO E HANNO IL SISTEMA DI ANTI EFFRAZIONE SIA NELLA PARTE POSTERIORE CHE NELLA PARTE INFERIORE. LA VERSATILITÀ DEL PLEXIGLASS, IL SISTEMA FULLCOLOR E IL NOSTRO SISTEMA DI SICUREZZA ULTRA DISTRUTTIBILE PERMETTONO DI CREARE DEI SIGILLI TRADIZIONALI, MA SI PRESTANO A NUOVI PROGETTI DI FANTASIA E INNOVAZIONE. DATE SFOGO ALLA VOSTRA FANTASIA.

**GEMsecuritysystem by GSS**, OFFRE UN PRODOTTO DI QUALITÀ ACCESSIBILE ANCHE ALLE PICCOLE E MEDIE IMPRESE, PROPOSTO IN DUE LINEE BASE: LA PRIMA È GEMSECURITYSYSTEM STANDARD, ADATTA PER PICCOLI QUANTITATIVI CHE NON NECESSITANO DI PERSONALIZZAZIONE; LA SECONDA È GEMSECURITYSYSTEM PERSONALIZZATO CON LOGO, COLORI E LAYOUT DEL CLIENTE. IN QUESTA FASE, PARTICOLARE ATTENZIONE È DEDICATA ALLA CARD, CHE ACCOMPAGNA IL SIGILLO E CHE PU' ESSERE PERSONALIZZATA CON I DATI IDENTIFICATIVI SIA DELLA PIETRA CHE DELL'AZIENDA. DI GRANDE INTERESSE È INOLTRE LA NUOVA TECNOLOGIA FULLCOLORSYSTEM CHE RIVESTE DI COLORI IL BLISTER PER DIAMANTI E OGGETTI PREZIOSI, RIPRODUCENDO FEDELMENTE L'IMMAGINE PUBBLICITARIA DEL CLIENTE. TUTTI I SIGILLI SONO DISPONIBILI NEI SEGUENTI FORMATI: CM 8,6X5,4, CM 8X4,2, CM 7,5X4,5, CM 7,5X 4.

[www.gemsecuritysystem.com](http://www.gemsecuritysystem.com) [info@gemsecuritysystem.com](mailto:info@gemsecuritysystem.com)  
info +39 3397667315

# LO STRANO REVIVAL DEGLI ZAFFIRI TERMODIFFUSI. QUESTA VOLTA PERO' SONO SINTETICI

a cura di Alberto Scarani e Paolo Minieri

*Un prodotto che sembrava gemmologicamente inquadrato*

A partire dagli anni 80 del secolo scorso la **termodiffusione superficiale** dei **corindoni**, ottenuta con l'utilizzo di ossidi di Titanio, alluminio e ferro mediante riscaldamento, ha costantemente consentito al mercato di offrire quantità considerevoli di zaffiri blu dal colore attraente, spesso in lotti calibrati per misura. Il **prezzo** decisamente **contenuto** rispetto agli zaffiri blu naturali ha fatto registrare progressivamente un certo favore da parte delle imprese di gioielleria desiderose di contenere i prezzi e di **procurarsi pietre in modo continuativo** e sempre di qualità molto omogenee. Dall'introduzione del brevetto del 1975 della Union Carbide fino al nuovo millennio, si registrarono numerose **vendite ingannevoli**. Soprattutto in Italia molto materiale, seppure proveniente con descrizione corretta da Golay Büchel, il primo distributore, penetrò il mercato orafico come zaffiro blu naturale. In effetti però da anni non è azzardato rilevare che lo zaffiro blu termodiffuso è una tra le pietre tutto sommato meno ingannevoli, vuoi per la relativa semplicità dell'identificazione, vuoi per l'ampia letteratura gemmologica che l'ha resa popolare e riconoscibile. Nel **2016** tuttavia è successo **qualcosa di imprevisto**.

In **Thailandia**, principale piazza dei vari trattamenti dei corindoni, inclusi quelli di termodiffusione superficiale e/o profonda, i principali produttori di zaffiri blu termodiffusi hanno dovuto constatare un **brusco calo delle vendite** e delle richieste a partire dal secondo quadrimestre. Da quanto si rileva, negli ultimi anni la domanda però si era assestata su un trend di una certa stabilità, con ordini provenienti da più parti dell'Europa e dell'Asia, con particolare vivacità dei numerosissimi operatori indiani presenti a Bangkok, impegnati sia nelle fasi di mediazione che di distribuzione. Va inoltre ricordato che una parte considerevole del business dello zaffiro termodiffuso avviene nella città di **Chantaburi** dove sono attivi la maggior parte degli specialisti del trattamento e dove sono commerciate considerevoli quantità. In questa località, affollatissima nei week-end e dove si lavora spesso su tavoli all'aperto, il materiale passa di mano in modo grazie ad una fitta rete di broker e ad una massiccia presenza di buyer. In queste condizioni l'identificazione resta problematica e comunque si rischia di non poter rintracciare, nella massa, il broker che ha effettuato la transazione.

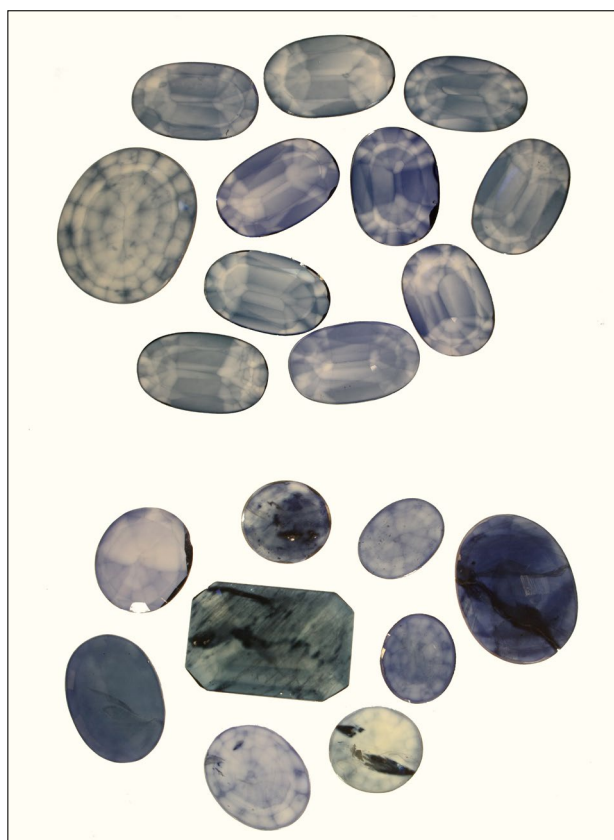


Fig. 1 Esemplari di zaffiro termodiffuso sintetico (in alto) e naturale (in basso) osservati in immersione in ioduro di metilene. Nel materiale sintetico non sono osservabili inclusioni tipiche del naturale.

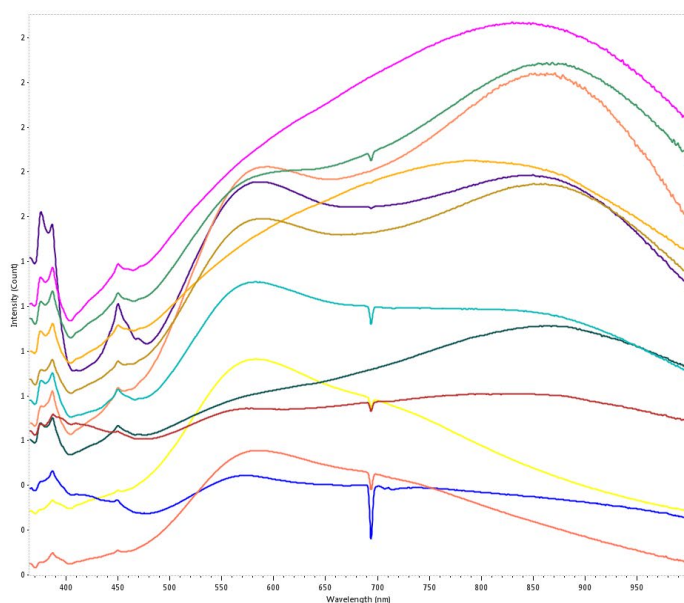
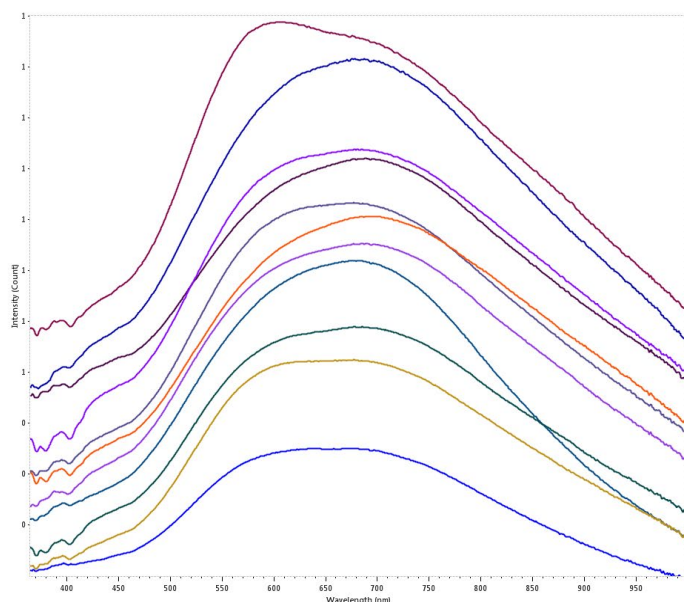
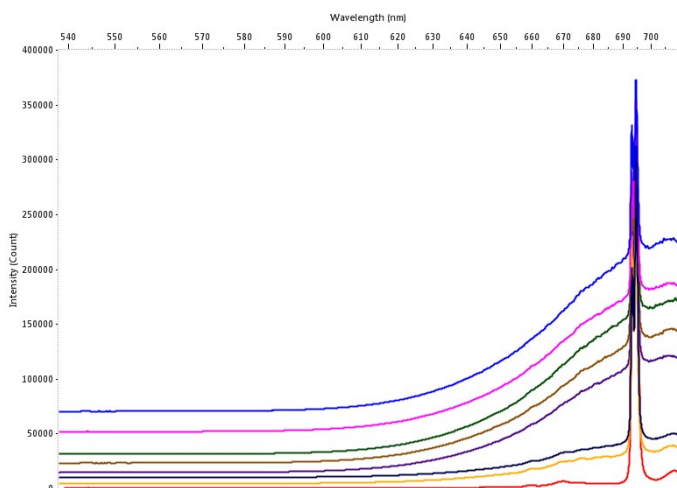


Fig. 2 Confronto tra spettri di assorbimento UV-Vis-NIR di zaffiri termodiffusi sintetici (in alto) e naturali (in basso). Da notare, nel materiale sintetico, l'assenza delle bande a 375 e 388 e 450 nm causate dal  $\text{Fe}^{3+}$ . Alcuni dei campioni naturali presentano banda di assorbimento a 860 nm dovuta a trasferimento di carica tra  $\text{Fe}^{2+}$  e  $\text{Fe}^{3+}$  rivelandone l'origine magmatica.



## Un sospetto calo dei prezzi

Alcuni produttori di zaffiro termodiffuso ci hanno riferito, già verso la metà dell'anno scorso, che alcuni loro clienti abituali avevano interrotto gli acquisti poiché sostenevano di aver trovato a Chantaburi gemme con trattamento di termodiffusione a **prezzi inferiori anche del 30%** rispetto a quelli abituali. Nella maggior parte dei casi la **valutazione e la verifica** si erano però limitate solo all'osservazione della **concentrazione di colore sulla faccette**, un dato ritenuto sufficiente, secondo i buyer, a determinare l'autenticità, soprattutto in casi di grandi lotti di piccole misure. Va però considerato che una buona parte dei **burner thailandesi**, anche ammesso che non abbiano una compiuta ed approfondita competenza gemmologica, **hanno costituito imprese con reputazione di serietà** ed una riconosciuta esperienza commerciale poiché devono approvvigionarsi continuamente della materia prima, dallo Sri Lanka o dal Madagascar. Sono ottimi commercianti ed usano negoziare quantità rilevanti se, durante i loro viaggi, rinvenivano materiali con caratteristiche idonee ad ottenere pietre con toni di un blu profondo, prive di inclusioni facilmente osservabili ad occhio nudo.

A settembre 2016 alcuni importatori e burner di zaffiri termodiffusi addirittura ci hanno rivelato che, per parere condiviso tra molti specialisti, sarebbe stato pressoché **impossibile praticare i prezzi che si stavano spuntando a Chantaburi**. Soprattutto sarebbe stato proibitivo competere per pietre superiori ai 4 carati in quanto, secondo i **burners**, il **costo di acquisto di zaffiri grezzi** incolori o quasi incolori per ottenere pietre di quelle dimensioni **non era compensato dai ricavi**. La precarietà delle dotazioni strumentali disponibili a Chantaburi, nonché la fretteosità delle indagini non consentiva pronunciamenti autorevoli. Talvolta laboratori minori si sarebbero spinti a dichiarare di non essere in grado di redigere una diagnosi o, peggio, **rilasciavano report in cui si riconosceva l'impossibilità dell'identificazione**.

Nel mese di febbraio del 2017, durante la fiera di Bangkok, alcuni compratori esterni alla Thailandia, scettici, hanno deciso di **condizionare l'acquisto** di alcuni appetibili zaffiri termodiffusi di peso significativo, al **parere del GIT (The Gem and Jewelry Institute of Thailand)**, la cui direttrice, la **Dr.ssa Pornsawat Wathanakul** ha dichiarato alla Rivista Italiana di

Fig. 3 Spettri a fotoluminescenza. Nel materiale naturale (in basso, in rosso) si evidenzia solitamente la reazione dovuta al cromo che, nel sintetico è generalmente abbinata ad un'ampia banda tra 630 e 710 nm.

Gemmologia che “il grezzo di zaffiro naturale incolore, una volta usato solo per la diffusione superficiale, oggi è di preferenza trattato con berillio. La carenza di zaffiri blu ha incoraggiato i mediatori commerciali a introdurre sul mercato zaffiri blu sintetici trattati per termodiffusione superficiale. Le ragioni per le quali questa produzione è molto aumentata risiedono, oltre che in intenti ingannevoli, anche nel fatto che rispondeva alle esigenze di uno specifico cliente che voleva lo stesso colore per ciascuna categoria di grandezza, dichiarandone correttamente le caratteristiche. Inoltre il costo del grezzo di zaffiro incolore naturale grezzo negli ultimi anni è aumentato. Il trattamento di diffusione profonda con berillio consente di ottenere, oltre il blu, un'ampia gamma di colori attraenti e richiesti. È del tutto evidente che questo metodo è preferito alla diffusione superficiale. Il corindone blu sintetico non può essere usato per la diffusione al berillio poiché ne verrebbe fuori un colore marrone invece del giallo”.

### Il GIT ha registrato l'insicurezza del mercato. Ecco le nostre rilevazioni

In seguito, a **marzo 2017** abbiamo ricevuto alcuni campioni raccolti in un'azienda di Bangkok e **venduti per zaffiri naturali termodiffusi**, ritenuti da controllare per una richiesta alquanto modesta e per una **sospetta mancanza di inclusioni a 20x** e li abbiamo sottoposti, in Italia, ad alcuni test. Il materiale esaminato presentava ad un primo sguardo la tipica intensa saturazione ed il tono degli zaffiri

naturali termodiffusi presenti ormai da decenni sul mercato. Abbiamo proceduto ad esaminarli cominciando dal test per eccellenza quando si sospetta una termodiffusione superficiale: **l'osservazione microscopica in immersione** (Fig. 1). Oltre al prevedibile pattern tipico con concentrazione del colore sugli spigoli e diversa intensità sulle faccette non è stato possibile rilevare altre inclusioni. Inutile dire che la **ricerca di bande curvilinee** tipicamente associate al materiale sintetico fusione alla fiamma **non ha portato ad alcun risultato**; la presenza dello strato superficiale dovuto alla termodiffusione impedisce al fenomeno di manifestarsi. Abbiamo poi sottoposto i campioni a spettroscopia **UV-Vis-NIR** (Fig. 2); tutti i campioni presentano uno **spettro di assorbimento compatibile con il sintetico Verneuil**. Da evidenziare, nello specifico la **totale assenza delle bande di assorbimento a 375 e 388 nm causate dal F<sup>3+</sup> presenti nel materiale naturale**. La spettroscopia a fotoluminescenza (PL) rivela i tipici picchi di emissione a 693,2-694,5 nm dovuti al cromo accompagnati da un'ampia banda (630-710 nm) che è caratteristica del Verneuil ma non diagnostica in quanto può essere visibile, seppur raramente, anche in materiale di origine naturale (Fig. 3). La spettroscopia FTIR ed osservazione agli ultravioletti non hanno fornito risultati utili all'identificazione.

In conclusione, osservazione microscopica abbinata a spettroscopia UV-Vis-NIR e fotoluminescenza costituiscono un efficace protocollo di analisi per l'identificazione dell'origine sintetica negli zaffiri termodiffusi. **Accertare un trattamento di termodiffusione non elimina il rischio che questo possa essere stato praticato su un corindone sintetico.**



**The Gemological Testing Laboratory**  
CIBJO listed laboratory for Thailand

IDENTIFICATION REPORT




GIT No.: **SAMPLE**      Date: **SAMPLE**

Sample Type: 1 cut stone

Weight: 8.69 ct

Dimensions: 14.30 x 10.85 x 6.14 mm

Shape: Oval

Cut: Brilliant/Step

Color: Blue



Report Verification

**Identification Result**

Species: **SYNTHETIC CORUNDUM**

Variety: **BLUE DIFFUSED SYNTHETIC SAPPHIRE**

Comment(s): **Synthetic sapphire with indications of heating, shallow color induced by an introduction of chemical elements from an external source.**

This report represents the identification results of the sample as presented. The original report with the gem and jewelry photographs is the only valid identification document.

Please see the back side for additional information.

The original report with the gem and jewelry photographs is the only valid identification document.



**The Gem and Jewelry Institute of Thailand (Public Organization)**  
140 ITF Tower Building, 4<sup>th</sup> Floor, Silom Road, Suriyawong, Bangkok, 10500, Thailand  
Tel: (662)2634 4999 Fax: (662)2634 4970 E-mail: jewelry@git.or.th Website: http://www.git.or.th

Page 1 / 1

### Bibliografia

Kane E., Kammerling R.C., Koivula J.I., Shigley J.E. and Fritsch E. - *THE IDENTIFICATION OF BLUE DIFFUSION-TREATED SAPPHIRES* – G&G, Summer 1990, pp 115-133.

# PIETRE RESPONSABILI

a cura  
di Paolo Minieri

## Ora che Gübelin può mettere un nome agli smeraldi... come assegnargli anche un cognome etico?

*La Proof of Provenance di Gübelin, nuovi ID per le gemme?*

Gübelin ha recentemente presentato un **sistema, denominato Proof of Provenance** basato su nuovi materiali riempienti in grado di contenere dati e fornire un'identità differenziata e certa agli smeraldi **grezzi e tagliati**. È il risultato di un itinerario di ricerca avviata per sostenere quelle **pratiche di tracciabilità** ormai ritenute ineludibili nella costituzione della **Custody Chain**, la procedura ideata per ripercorrere a **ritroso e convalidare i passaggi** regolati della catena di fornitura delle gemme, risalendo alle aree estrattive. La tecnica individuata sfrutta le più sottili fessurazioni affioranti per depositare permanentemente all'interno delle pietre di colore **sostanze idonee a "timbrare"** i prodotti e garantire la riconoscibilità. Si ottiene di fatto una carta di identità (univoca, come un codice fiscale) per i materiali gemmologici che si vogliono tracciare. E questa funzione va espletata con sistemi che non si dimostrino invasivi o che, nell'intento di catalogazione, finiscano per modificare le caratteristiche native delle gemme.

Il complesso ed innovativo lavoro di Gübelin è una **pietra miliare** perché può essere considerato un punto fermo, in gemmologia, della ricerca di un indicatore fisico di dati. Per ottenere la riconoscibilità sono già a disposizione ad esempio le iscrizioni laser sulle cinture, ma l'industria dei diamanti mostra che l'utilizzo resta essenzialmente per uso commerciale, troppo costoso e tecnicamente inapplicabile dunque a lotti di piccole dimensioni. Pertanto la nuova disponibilità di **questa tecnica basata su nanoparticelle è un punto d'arrivo ma al contempo anche un punto di partenza. Ora che ce l'abbiamo, che dobbiamo fare?** Per rispondere occorre ora contestualizzare la *Proof of Provenance* nel



Fig. 1 *Proof of Provenance. Il test di paternità degli smeraldi di Gübelin è stato già verificato sugli smeraldi da una grande impresa estrattrice, Gemfields. (Foto: www.provenanceproof.com)*



Fig. 2 *Nanoparticelle di silice di circa 100 nanometri di diametro (0,0001 mm) alloggiare molecole personalizzate che trasportano debitamente informazioni. (Foto: www.gubelin.com)*



Fig. 3 Nanoparticelle contenenti il DNA potrebbero immagazzinare dati utili al tracciamento quali l'area estrattiva, la partita del grezzo, l'identità delle imprese coinvolte. (Foto: www.gubelin.com)

framework degli studi di gestioni sostenibili e responsabili delle materie prime preziose. La vera questione non si incentrerà più infatti, a quanto pare, su **come escogitare la tracciabilità** marcando fisicamente i materiali. Ora si tratta di trovare risposte su **come amministrare in chiave di CSR le interessanti ed inedite possibilità applicative** che si dispiegano una volta che si potrà dare un nome ed un cognome ai materiali grezzi o tagliati che siano. In effetti la stessa presentazione da parte di Gubelin sul proprio sito illustra compiutamente le caratteristiche squisitamente tecnologiche delle nanoparticelle ma rimanda ad un Codice di Condotta ancora non reso pubblico. Il testimone passa a quanti, con altre competenze, potranno far tesoro delle potenzialità offerte alla costruzione di percorsi tracciati. Il prestigioso istituto svizzero si rivolge dunque a tutti quei **soggetti** che potranno beneficiare del nuovo strumento di tracciamento, cioè **alle aziende e alle comunità del variegato mondo dell'estrazione, alle associazioni di categoria** e in definitiva a tutte le parti che possono avere interesse ad associare alle pietre preziose un dossier di informazioni aggiuntive su origine e percorso. Dunque spetta agli analisti di CSR il compito di valicare questo confine prima precluso ed apprestarsi a valutare le condizioni, le modalità, i contesti delle possibili applicazioni, facendo tesoro delle condizioni attuali e delle esperienze pregresse nello spinoso territorio della legittimazione etica.

**Qualcosa di Responsabilità Sociale che i gemmologi dovrebbero sapere**

La CSR (Corporate Social Responsibility, in italiano RSI) è secondo l'Unione Europea (a voler prendere una definizione tra le tante), **l'integrazione volontaria delle preoccupazioni sociali ed ecologiche delle imprese nelle loro operazioni commerciali e nei loro rapporti con le parti interessate**. Più concretamente è un ambito assai vasto ed eterogeneo al quale gli esperti di economia aziendale danno ormai da decenni **un enorme valore strategico** poiché le performance delle imprese sono e saranno sempre più influenzate dalla soddisfazione delle parti in causa (dipendenti, fornitori di materie prime e di servizi,

consumatori e tanti altri). In linee assai generali la CSR individua nuovi e più estesi gruppi decisivi, gli **stakeholders (parti interessate)** lì dove prima le autorità cui si doveva rendicontare non erano che gli shareholders (azionisti). Di conseguenza alla domanda tradizionale, da parte del mercato, di semplici beni e servizi, in ottica CSR si affianca una nuova urgenza reclamata dall'intera società: **la richiesta alle imprese di credenziali etiche (sostenibilità ambientale, protezione delle comunità e dei diritti dei lavoratori, affrancamento da abusi e da implicazioni o finanziamenti di conflitti et cetera)**. Benché le grandi organizzazioni internazionali abbiano sollecitato con linee guida la diffusione di pratiche di condotte articolate in ambito CSR, resta il fatto che **i protagonisti della scena imprenditoriale adottano concretamente interventi specifici solo su base volontaria**. Garantire diritti, a Londra o New York, ai dipendenti che sono al piano di sotto della Direzione può essere facile come è **facile chiedere loro di smaltire ecologicamente le cartucce** delle stampanti o pubblicare qualche pagina sulle prestazioni filantropiche del proprio gruppo. Il **difficile è garantire il processo che veicola, in tanti stadi, i numerosi passaggi delle materie prime** estratte in terre remote o trasformate in capannoni di sobborghi inaccessibili di lontani continenti. Un gioiello non è diverso da una tazza di tè: un consumatore ci chiederà se hai frustato schiavi o pagato salari per ottenere le pietre e le foglie che ti servivano. Un efficace sintesi per valutare nel complesso il comportamento delle aziende, soprattutto a riguardo della supply chain, può essere un rapporto UNCTAD del 2012. Da esso si desumono interessanti conclusioni: **la CSR non è ancora materia per piccole e medie aziende**, le quali non hanno i mezzi per curarsene; la CSR, perseguita principalmente da grandi imprese, si incentra su **codici di condotta che ciascuna impresa scrive per sé stessa**, quindi non standardizzati; l'**audit**, una verifica ispettiva condotta da terze parti indipendenti è l'unico strumento per garantire che il comportamento dei fornitori più remoti sia adeguato a standard etici.

**Dopo il tuffo nel Mar Etico smeraldi e cacao non sono poi così diversi**

Tutte le aziende del mondo che fanno **utili materiali** con la logistica sicura di porti ben riparati devono abituarsi a fare **utili immateriali** navigando negli ancora inesplorati oceani della Responsabilità Sociale, considerata ancora spesso più come adempimento passivo che come opportunità. In definitiva in molti casi è la **società civile** a vincere la riluttanza dei player. **L'opinione pubblica lancia gli allarmi che determinano ed aggiornano l'agenda degli adempimenti etici** richiesti alle imprese che si rivolgono al largo consumo e che queste, a loro volta, esigeranno lungo la propria Supply Chain. Gli operatori del lusso ancora ignari dell'impatto

dell'opinione pubblica sui propri prodotti dovrebbero ristudiarsi **fenomeni quali il declino della pellicceria** sotto i colpi delle organizzazioni **animaliste** o l'**accostamento (che rischierà d'essere mortale)** dei **diamanti ai conflitti armati**. Ecco perché non sarebbe affatto giudizioso rimandare una valutazione della nuova questione etica posta dalle modalità di utilizzo di questi sistemi di tracciamento delle gemme. **Come si utilizzeranno le nanoparticelle di Gübelin?**

Per tentare una risposta mettiamo le gemme in relazione con altri beni. Per alcuni aspetti le procedure di attivazione delle **Custody Chain saranno di applicabilità generale**. Ad esempio **caffè, cacao, cotone e zucchero** hanno lunghe filiere e passaggi tra gli operatori simili a quelli delle gemme ed un lato fondamentale in comune: **la loro materia prima è dispersa in molte località di svariati continenti e si ottiene col concorso di piccole o piccolissime imprese**. L'autenticazione etica è esclusivo interesse delle aziende che sono più vicine all'immissione dei beni verso lo sbocco del consumo, cioè quelle di dimensioni maggiori e più strutturate, quelle in cima alla filiera. I piccoli produttori di caffè, per fare un esempio, possono **aderire a Codici di Condotta responsabile** solo per l'impulso che viene loro trasmesso dai grandi gruppi multinazionali. Le aziende acquirenti di caffè o cacao e smeraldi, finora stanno adottando lo stesso standard di condotta verso le proprie Supply Chain utilizzando **uno strumento denominato MSI (Multi-Stakeholder Initiatives)**. Gruppi costituiti da imprese, sindacati e ONG concordano un Codice di Condotta, spesso non condiviso e neanche esteso a tutta l'industria. Il Codice presuppone **un programma di monitoraggio e di certificazione** che dimostri che le materie prime (o le prime fasi di manifattura) siano ottenute soddisfacendo gli standard prefissati in materia di sostenibilità ambientale e

di tutela del lavoro. **Tale contesto di fatto obbliga i piccoli a conferire il proprio prodotto ad intermediari capaci di rispondere a questa ethical compliance necessaria ai grandi. E quando non ci riescono dovranno impegnarsi a colmare le proprie deficienze attraverso i CAP (Corrective Action Plans).**

**Le ASM, le piccole imprese minerarie che totalizzano l'80% della produzione di gemme grezze**, da sole pertanto non possono disporre di mezzi tanto raffinati per partecipare al processo di costruzione del valore etico, se non in una posizione subalterna.

*Garantire la catena di fornitura? Non è un lavoro per minatori artigiani*

Le ASM, in sostanza **i gruppi di cercatori che si stanziano in aree estrattive promettenti o i minatori dei villaggi prossimi alle materie prime** (spesso depositi alluvionali più facilmente sfruttabili senza grossi mezzi) sono dunque in larga parte **fuorigioco** e una **grande quantità di pietre oggi sfugge allo screening etico**, anche se magari **posseggono requisiti** soddisfacenti. Questi materiali al momento affluiscono sul **mercato senza credenziali e saranno in posizione di debolezza competitiva** allorché le pietre che potranno vantare i requisiti attiveranno visibilmente il proprio **valore etico grazie alle possibilità di documentazione** offerte dal sistema messo a punto da Gübelin. Del resto si può far tesoro degli insegnamenti precedenti che ci vengono dai diamanti, comparto che può considerarsi apripista in materia di *"applicazioni preziose"* di

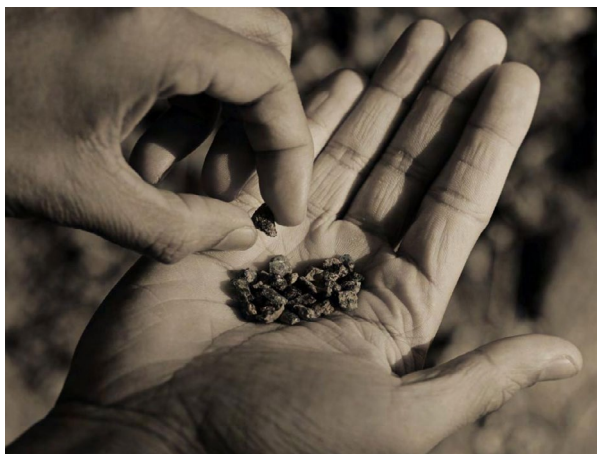


Fig. 4 Dopo diversi test di durata, si è riscontrato che in condizioni normali di utilizzo, taglio, trattamenti (ad esempio riempimento di fratture), manifattura di gioielleria e procedimenti di pulizia (ad esempio al vapore o ad ultrasuoni), un numero rilevante di particelle permangono all'interno della pietra. (Foto: [www.gubelin.com](http://www.gubelin.com))

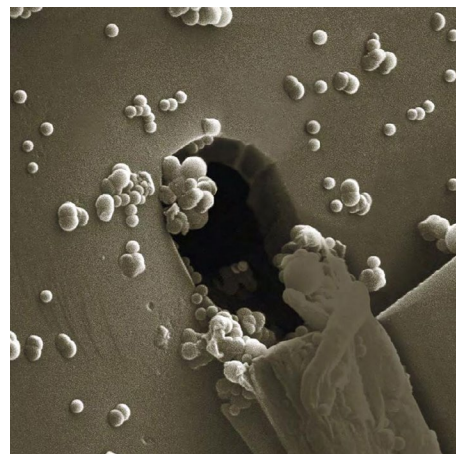


Fig. 5 Temperature molto elevate, tuttavia, possono distruggere la silice e/o il DNA contenuto. Tali condizioni, non sono proprie dei trattamenti abituali cui possono essere sottoposti gli smeraldi (a differenza di pietre come zaffiri o rubini, soggette abitualmente a trattamenti termici). (Foto: [www.gubelin.com](http://www.gubelin.com))

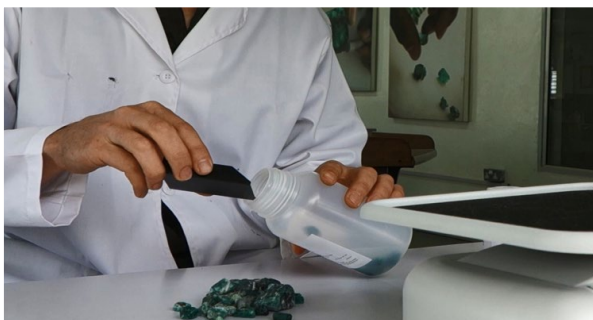


Fig. 6 (Foto: www.gubelin.com)

CSR. Qui appare enorme il gap di performance di compliance etica tra aziende molto grandi e medie o piccole. A ciò si è tentato di porre rimedio con l'istituzione nel 2005 del **DDI (Diamond Development Initiative)**, un organismo sollecitato dalle Nazioni Unite insieme a governi ed agenzie internazionali, ONG ed Associazioni di categoria. Infatti il nuovo scenario di **Kimberley**, lo schema di legittimazione dei diamanti grezzi esenti da coinvolgimenti in conflitti avviato nel 2002, se **da un lato** ha **fornito la patente etica** necessaria a diradare le nubi dei sospetti della società civile, ha **dall'altro**, rese obbligatorie procedure amministrative e legali complesse, **proteggendo al meglio solo i player dell'estrazione industriale**. Intere realtà diamantifere come **Sierra Leone, Liberia, RDC, Repubblica Centrafricana** sono a lungo rimaste al di fuori dei percorsi di Responsabilità. I fatti dimostrano che per quanto riguarda le pietre di colore abbiamo il rischio di trovarci di fronte ad un meccanismo di esclusione.

*Il codice d'uso delle nanoparticelle per il riconoscimento non sostituirà i Codici di Condotta delle aziende verso i propri stakeholder*

Adesso proviamo a riprendere le fila delle riflessioni specifiche sulla catena di fornitura delle pietre di colore. I **diamanti grezzi** nello schema **Kimberley** vengono riconosciuti per lotti con **procedure amministrative costose** che prevedono più passaggi testimoniati da **terze parti**. Questo **meccanismo** è già stato mutuato dalle poche imprese estrattive di smeraldi e rubini **di dimensioni così grandi** da potersi permettere il vero motore Etico, il **Codice di Condotta**. E questo può già funzionare anche senza infiltrare i materiali gemmologici grezzi con nanoparticelle identificative. Ottenere invece dati necessari al riconoscimento di miniere secondarie, compagnie estrattive minori, data di rinvenimento, partita, lotto et cetera può essere **un'arma vincente per spingere il comparto delle pietre di colore a dotarsi di punti di raccolta presidiati da terze parti e di una fase di screening preliminare**

dei materiali grezzi raccolti da piccole imprese artigiane, riducendo la promiscuità dei lotti. Ciò contrasterebbe l'emorragia delle risorse dalle aree di reperimento causato dal contrabbando, aiuterebbe le comunità ed i governi e offrirebbe uno schema simile a quello di Kimberley per quelle gemme di colore reperite in modo frammentario e polverizzato. Ma possedere la **patente d'uso del dispositivo di Gubelin**, ove questo fosse reso a tutti accessibile, non spalancherà ipso facto le porte di una sorta d'Eldorado Etico a quel 80% di operatori sottodimensionati ed impreparati a qualunque procedura. Questi infatti, a prescindere dall'uso del dispositivo di tracciamento che non è altro che una raccolta di dati, dovrebbero comunque elaborare un proprio **Codice di Condotta**, sostenere i **costi degli Audit e di tutti gli adempimenti richiesti** per garantire la liceità e la responsabilità del loro operato. Anche se il dispositivo di tracciamento avesse un costo sostenibile resta il fatto che questo sarebbe solo uno strumento di registrazione di buone pratiche messe effettivamente in campo e convalidate da quella vastissima serie di procedure esaminate in precedenza e che restano inaccessibili, senza che si elabori un programma di supporto, alla gran parte delle piccole realtà estrattive.

*Perché proprio quella gemma specifica e perché non quel cotone specifico, quel teak, quel caffè? L'ID Etico produrrà valore aggiunto*

Per concludere riprendiamo il parallelo tra **gemme e caffè, cacao, zucchero e cotone**. Queste ultime sono tutte **commodities**, beni fungibili indifferenziati: lo zucchero è



Fig. 7-8 (Foto: www.gubelin.com)

qualitativamente e quantitativamente identico in tutti i porti di sbarco ed in tutti i bar e nessuno penserebbe a marcare quella specifica bustina o quel particolare filato di cotone. La legittimazione etica di questi beni la si trova quando la si cerca nella documentazione della Catena di Custodia. Invece **diamanti e gemme, ciascuna con le proprie particolarità, spesso già entrano nel mercato accompagnati da dichiarazioni qualitative, report o certificati.** Le **pietre di colore** riflettono la meravigliosa, sterminata ricchezza ed **estensione tipologica** della mineralogia con **caratteristiche diversificate che il mercato esalta o penalizza.** Gübelin, uno dei pilastri di questo tipo di accertamento di qualità intrinseche, con la sua nuova *prova di provenienza* in pratica introduce **un significativo aggiuntivo** che di fatto risiederà nelle informazioni immesse dal DNA delle nanoparticelle infiltrate. Mentre i **diamanti** manterranno di fatto una **significazione etica dello stesso livello del cacao**, cioè convalidata essenzialmente da una catena di assessment verificati da testimoni, le **pietre di colore** potranno giungere nelle vetrine delle gioiellerie **recando al proprio interno un messaggio supplementare.** Alle qualità intrinseche questo nuovo messaggio aggiungerà informazioni relative a valori estrinseci (perché no, stampabile come certificato) a **garanzia di estrazione, manifattura e trasporto**

**responsabili.** La disponibilità univoca, pietra per pietra, di attributi etici attraverso il corredo di dati stampabili creerà le condizioni per la nascita di un Certificato Etico che, come quello gemmologico, non lascerà indifferente il mercato delle pietre tagliate. Di fatto si assegnerà un **valore aggiunto** amplificato dalla possibilità di estendere l'uso del dato delle provenienze geografiche dal piano responsabile a quello qualitativo. Infatti i **gemmologi** sanno bene quanto giovi **all'apprezzamento l'indicazione di aree minerarie** diventate sinonimo di rarità e bellezza.

In conclusione, nello stesso tempo in cui immergiamo le nanoparticelle di Gübelin negli smeraldi del mercato stiamo già calando la tecnica della prova di provenienza nel grande alveo degli studi di CSR. E oggi questi evidenziano il pericolo che i grandi gruppi innalzino l'asticella della compliance etica allo scopo di instaurare procedure complesse per perpetuare privilegi e condizioni di superiorità. **Il pericolo consiste proprio che si generi un mercato per poche e selezionate gemme, con tanto di ID, che recheranno in esclusiva il nuovo brand "conflict free" o "responsibly sourced".**

#### Approfondimenti

ASM-PACE, "Artisanal and Small-Scale Mining in Protected Areas and Critical Ecosystems Programme: A Global Solutions Study". WWF Report, 2012, [www.estellelevin.com/wp-content/uploads/2013/11/Global-Solutions-Study.pdf](http://www.estellelevin.com/wp-content/uploads/2013/11/Global-Solutions-Study.pdf)

A.A.V.V., "Due Diligence for Responsible Sourcing of Precious Stones: A Study Commissioned by Jewelers of America on behalf of the Precious Stones", Multi-Stakeholder Working Group (PS-MSWG), 2015, Report by Sustainable & Responsible Solutions and Estelle Levin Ltd., [www.dmia.diamonds/wp-content/uploads/2014/11/PS-MSWGPreciousStonesReportFinal.pdf](http://www.dmia.diamonds/wp-content/uploads/2014/11/PS-MSWGPreciousStonesReportFinal.pdf)

Archuleta, Jennifer-Lynn, "The Color of Responsibility: Ethical Issues and Solutions in Colored Gemstones", *Gems & Gemology*. Summer 2016, Vol. 52 Issue 2, p144-16

Cross J., van der Wal S., de Haan E., *Rough Cut: Sustainability Issues in the Coloured Gemstone Industry*. Stichting Onderzoek Multinationale Ondernemingen (Centre for Research on Multinational Corporations), 2010, [http://www.somo.nl/publications-en/Publication\\_3418/?searchterm=](http://www.somo.nl/publications-en/Publication_3418/?searchterm=)

Brondoni S.M, Pepe C., "Ouverture de 'Ethics in Global Supply Chains'", *Symphonya. Emerging Issues in Management*, no. 2, 2007

Fonseca A, McAllister M.L, Fitzpatrick P., "Sustainability reporting among mining corporations: a constructive critique of the GRI approach", *Journal of Cleaner Production*, 2012

Hamann R, Kapelus P., "Corporate Social Responsibility in Mining in Southern Africa: Fair Accountability or just Greenwash?", *Society for International Development*, vol. 47, no. 3, 2004

McAllister M.L, Fitzpatrick P.J., "Canadian Mineral Resource Development: a Sustainable Enterprise?" In Mitchell, B. (Ed.), "Resource and Environmental Management in Canada: Addressing Conflict and Uncertainty", Oxford University Press, Toronto, Ontario, p. 356-381, 2010.

Prno J., "An Analysis of Factors Leading to the Establishment of a Social Licence to Operate in the Mining Industry", *Resources Policy*, vol. 38, no. 4, pp. 577-590, 2013

Tilton J.E., "Mineral Wealth and Economic Development: An Overview" in "Mineral Wealth and Economic Development", Tilton J.E. (eds.), 1992, *Resources for the Future*, Washington DC.

UNCTAD, "Corporate Social Responsibility in Global Value Chains", 2012, UNCTAD/DIAE/ED/2012/3 U.N. publications.

# FIPP 2017

B R A Z I L G E M F A I R  
T H E F A I R A T T H E S O U R C E



XXVII INTERNATIONAL GEMSTONE SHOW  
AUGUST, 16 TO 20 - 2017  
LOCAL: EXPOMINAS IV  
TEÓFILO OTONI · MINAS GERAIS - BRASIL

Contatos:  
55 33 3536-2454 | 9 8845-7093

Contato Eletrônico:  
[www.geadobrasil.com](http://www.geadobrasil.com) | [fipp@live.com](mailto:fipp@live.com)



# EOS<sub>colorimeter</sub>

## Diamond colorimeter

Innovation & Reliability  
for fast & accurate  
Diamond Color Grading.

*Innovazione e affidabilità  
per una veloce e precisa  
misurazione colorimetrica  
del diamante.*



# COS'È UNA GEMMA?

*“Ma io faccio il gemmologo da una vita, e il fatto che proprio della cosa che amo di più non ci sia una definizione, mi ha sempre fatto abbastanza arrabbiare! Ho iniziato a cercare una definizione andando per gradi...”*

a cura di Michele Macrì

Che sia al servizio di ricchi commercianti, o che sia al servizio di persone che cercano grezzi nelle miniere, o che sia al servizio di un cittadino privato voglioso di regalare qualcosa alla propria amata... facciamocene una ragione: la gemmologia oggi è a tutti gli effetti una disciplina scientifica.

Nata come costola della mineralogia, emersa fra le impalcature ordinate della cristallografia, separatasi per la sua unicità dalla mineralogia applicata, la gemmologia è sbocciata come scienza di prim'ordine anche nei laboratori e nelle aule dei più importanti atenei mondiali.

Siamo arrivati al punto che la gemmologia occupa tante linee di ricerca, sia accademiche che private, e tanti sono gli investimenti che vengono fatti per studiare le gemme sotto ogni punto di vista per scoprire se siano naturali o no, se siano trattate o no, o che tipo di trattamento abbiano eventualmente subito.

La mineralogia studia i minerali, la meteoritica studia le meteoriti, la paleontologia studia i fossili e la gemmologia studia le gemme.

Se chiedo ad un esperto di meteoritica “cos'è un meteorite?”, egli prontamente mi risponde “un corpo roccioso, di provenienza extraterrestre, che tocca la superficie terrestre dopo averne attraversato l'atmosfera”. E per ogni disciplina scientifica ottengo analoghe risposte alla stessa domanda posta sull'oggetto di studio.

Ma se vado da un gemmologo e chiedo “cos'è una gemma?”, cosa succede?

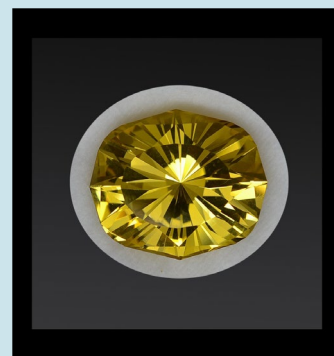


Fig. 1 Barite tagliata da Luigi Mariani.  
Misura: 27,5x20x14 mm, peso: 51,06 ct.  
Foto di Mauro Pantò  
[www.thebeautyintherocks.com](http://www.thebeautyintherocks.com)

Ho conosciuto gemmologi di fama internazionale che mi hanno elencato senza titubanze tutte le inclusioni possibili nei quarzi, o tutti i tipi di trattamenti esistenti sui corindoni, o tutte le microdifferenze esistenti tra opali provenienti da diverse miniere. Ma non c'è stata alcuna “gemmostar” che abbia risposto con certezza e serenità a questa semplice domanda “cos'è una gemma?”.

Alcuni mi hanno detto che una gemma è “un minerale o altro materiale che una volta tagliato e lucidato può essere usato in gioielleria”. Ma guardate la barite nella Figura 1, è un minerale che potete alterare solo toccandolo con una mano sudata, che si riga con un'unghia e che sarebbe l'ultima cosa al mondo da usare in gioielleria! Ma avreste il coraggio di dire che non è una gemma? Al contrario, a mio avviso è una delle gemme più straordinarie che abbia mai visto. E potrei continuare con un elenco che prevede splendide gemme di calcite, scheelite, fosgenite, cerussite e moltissimi altri minerali che possono diventare splendide gemme, anche senza essere necessariamente incastonate dentro scomode e pericolose trappole dorate.

Altri gemmologi mi hanno detto che una gemma è “una pietra preziosa o semipreziosa che una volta tagliata e lucidata può essere usata come gemma”. Vi assicuro che

alcuni usano proprio questa come definizione!!! Ossia una gemma è una pietra che può essere usata come gemma!!! (Figura 2) È come se chiedessi “cos'è un'automobile?” e mi rispondessero “alcuni pezzi di metallo e altri materiali che vengono assemblati per creare un'automobile!”.

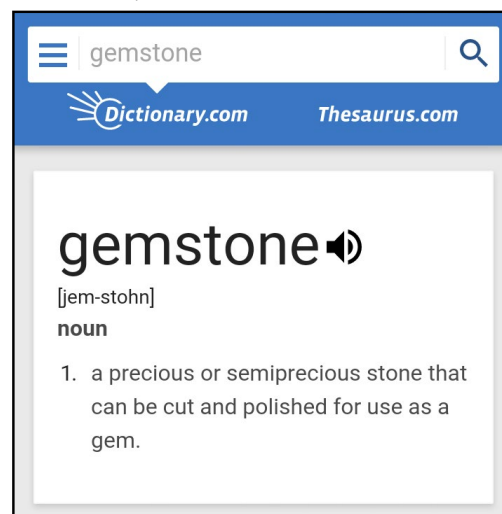


Fig. 2 La definizione di gemma secondo [www.dictionary.com](http://www.dictionary.com)



Fig. 3 Ametista tagliata da John Dyer.  
Peso: 31,9 ct.  
[www.johndyergems.com](http://www.johndyergems.com)

Ho provato la carta Wikipedia e ho scoperto che secondo loro, una gemma è “un cristallo di minerale che una volta tagliato e lucidato può essere usato in gioielleria”. E ritorniamo allo stesso problema precedente, anzi peggioriamo, visto che in questa definizione non rientrano rocce (tipo lapislazzuli) o materiali organici (perle, etc.).

E allora via con un'altra definizione che mi hanno dato: “un minerale che per la sua bellezza, durabilità, rarità è adatto per essere tagliato a gemma”. Qui ho iniziato veramente a scoraggiarmi, ma allora è vero che una gemma è un minerale che viene tagliato per diventare una gemma? Ma sono l'unico a non abboccare alla supercazzola e a non capire ancora cosa sia una gemma? E come quando chiedono “Com'è nata la vita sul nostro Pianeta?” e rispondono “È stato un meteorite che l'ha portata da un altro pianeta...”. Si vabbè, ma com'è nata lì la prima forma di vita?

E poi, tornando alle nostre gemme, perché dev'essere raro il minerale per poter essere considerato una gemma? Le ametiste sono comunissime, magari costano poco, ma per questo motivo non devono essere considerate gemme? (Figura 3)

Dopo decine di altre definizioni simili, ho apprezzato molto la risposta della International Gem Society che semplicemente, alla domanda “cos'è una gemma?”, risponde “I feel sorry... since simply no concise definition covers all the materials that have been regarded as gemstones throughout the centuries”.

Finalmente qualcosa di concreto su cui lavorare!!! La realtà è che non esiste una definizione accettabile di gemma che comprenda tutti i casi e che sia realmente esaustiva.

Ma io faccio il gemmologo da una vita, e il fatto che proprio della cosa che amo di più non ci sia una definizione, mi ha sempre fatto abbastanza incacchiare!

E allora ho iniziato a cercare una definizione andando per gradi, mettendo nero su bianco i punti fermi di una gemma, splendida e indefinibile meraviglia della natura forgiata dall'uomo.

Il primo punto è il materiale di partenza di una gemma, il qualcosa che la natura produce e che possiamo più facilmente descrivere con chirurgica precisione scientifica. Bisogna solo prendere decisioni corrette che siano in grado di abbracciare tutte le possibilità; perché possiamo ricavare una gemma da un minerale, ma anche da una roccia, ma

anche da un materiale organico!

Il secondo punto, altrettanto importante, è che le gemme non si producono in natura ma hanno necessariamente bisogno del lavoro umano. E l'uomo lavora per guadagnare. Questo si traduce in un'altra considerazione importante, nella definizione di gemma non può mancare un legame con il mondo del commercio.

Il terzo punto è che una gemma è bella, ma la bellezza è un qualcosa che non si può esprimere in maniera scientifica, quello che è bello per me forse non lo è per un'altra persona; ho visto cabochon di cacca di dinosauro fossile (anche detti coproliti) che alcune persone ritenevano affascinanti. La gemma è un qualcosa che non ha utilità ma affascina, costa sacrifici ma dà soddisfazioni, è di solito il primo regalo importante che riceviamo (battesimi, comunioni, matrimoni, etc.) ma è anche l'ultimo che regaliamo (in eredità dopo la morte). Per alcuni una gemma rappresenta la superficialità dell'uomo e per altri è il simbolo dell'amore della vita. Una gemma è una cosa piccolissima dal valore enorme, il trionfo del tutto sul nulla e del nulla sul tutto. Forse è per questi motivi che ancora non riusciamo a definire cosa sia una gemma!

E allora ho capito nel tempo una cosa fondamentale per dare una definizione di gemma: è impossibile dare una rigida definizione scientifica, ma bisogna necessariamente fondere scienza con poesia, arte con commercio, praticità con filosofia, altrimenti non arriveremo mai a una definizione corretta!

Oscar Wilde diceva “se ti senti agitato perché il mondo ti sembra fuori controllo, il consiglio è questo: prendi una gemma! Niente più di una gemma può darti il senso di stabilità permanente”. Concordo con Oscar Wilde che è riuscito a catturare l'essenza di una gemma e mi piace pensare che le sue parole mi abbiano ispirato nella ricerca di una definizione corretta.

Iniziamo allora il percorso che ci porterà alla definizione di gemma, tenendo conto che una definizione deve essere completa, adatta per ogni caso, inattaccabile e soprattutto che abbia il dono della sintesi.

È vero che la gemmologia deriva dalla mineralogia, ma come già detto è sbagliato dire che la gemma è necessariamente un minerale che viene lavorato. Esiste una parola in grado di mettere in comune minerali, coralli, rocce e cacche di dinosauro? Nella mia vita gemmologica ho visto tagliare di

tutto, ma mai un qualcosa di liquido o di gassoso; e poi tutte le gemme che ho visto provengono da materiali che si sono formati per cause naturali; per cui ritengo che la definizione di gemma debba iniziare con "un corpo solido naturale".

Concordo parzialmente con quanto scritto in altre ipotesi di definizione, nella parte in cui si parla dell'intervento umano. Non esiste gemma che non sia stata lavorata (ho visto montare cristalli grezzi e altre cose non lavorate, ma non si può parlare di gemme in quanto esistono già altri termini per definirli). Trovo non corretto scrivere "tagliato e lucidato", in quanto esistono gemme in cui l'uomo si limita a lucidare senza sfaccettare o senza realizzare un cabochon (mi riferisco a sezioni di tormaline, smeraldi trapiche, corindoni, etc.). Per cui io scriverei "modificato da un essere vivente". Perché non ho scritto "uomo"? Non ho scritto uomo perché una perla è a mio avviso una gemma (in qualsiasi corso di gemmologia si insegnano diamante, pietre di colore e perle), e una perla non è altro che un "corpo solido naturale" (es. un granellino di sabbia) che è stato "modificato" da un essere vivente (bivalve o gasteropode che sia) senza che l'uomo intervenga in alcun modo nella sua lavorazione. (Figura 4)

Bisogna poi definire il "quando" si crea una gemma. Cosa spinge realmente un tagliatore a creare una gemma? Il tagliatore si mette a lavorare se qualcuno compra quello che produce. Non importa che il materiale di partenza sia raro, durevole, bello, trasparente, opaco, prezioso o semiprezioso, o se finisca in un gioiello o in una scatoletta da collezione. Se qualcuno è disposto a pagare per la lavorazione di un materiale, allora quella gemma verrà creata.

Per questi motivi aggiungerei alla definizione "commercializzato". Il termine commercializzato implica che qualcuno associ alla gemma un concetto di bellezza, in quanto non essendo un bene primario, solo un valore estetico permette la vendita di un oggetto. Se qualcuno acquista una gemma significa che qualcuno la trova bella e che è disposto a investire soldi per comprarla. Qualcuno potrebbe obiettare che a prescindere dalla bellezza, una

gemma potrebbe essere acquistata anche per semplici valutazioni economiche. Verissimo! E allora ancor più esce rafforzato il termine "commercializzato" presente in questa definizione di gemma.

Rimane infine da capire l'utilizzo di una gemma. Mi trovo solo parzialmente d'accordo con chi scrive "per essere usata in gioielleria", perché in realtà molte gemme finiscono in collezioni private e non saranno mai montate. Allora scriverei "con la possibilità di essere impiegato in gioielleria".

Giunto a questo punto, provo a mettere tutto assieme per vedere cosa è venuto fuori! Cos'è una gemma?

Una gemma è "un corpo solido naturale, modificato da un essere vivente e commercializzato con la possibilità di essere impiegato in gioielleria".

È la definizione giusta? Credo di sì. Può essere migliorata? Forse. Quello che posso dire è che tutte le definizioni che ho trovato fino ad oggi erano sbagliate e/o incomplete, mentre questa soddisfa appieno il mio animo gemmologico.

Eppure qualcuno potrebbe dire "e se taglio un pezzo di vetro, o un rubino sintetico? Non sono forse delle gemme?". La risposta è semplicissima, a mio avviso non sono gemme, bensì sarebbe più corretto descriverle come "materiale gemmologico", la cui definizione sarebbe semplicemente "un corpo solido naturale o artificiale, modificato da un essere vivente e commercializzato con la possibilità di essere impiegato in gioielleria". (Figura 5)

Vi prego di lasciare a un semplice gemmologo sognatore, l'idea che nella definizione di gemma non possano trovare spazio i sofisticati prodotti di un asettico laboratorio chimico industriale.

Spero che questa definizione di gemma vi soddisfi almeno quanto ha soddisfatto me, se invece questa definizione vi lascia ancora agitati, allora il consiglio è questo: prendete una gemma! Niente più di una gemma può darvi il senso di stabilità permanente...



Fig. 4 In alto: varietà di perle in guscio di bivalve. Foto di Hannes Grobe/AWI

Fig. 5 In basso: esempi di materiale gemmologico... non di gemme! Zaffiro, rubino e smeraldo prodotti artificialmente con il metodo Verneuil (zaffiro e rubino) e idrotermale (smeraldo). Diametro 9mm. Foto di Grendelkhan.



# 46<sup>o</sup> EUROMINERALEXPO TORINO

Mostra Mercato Internazionale di  
*International exhibition of*

EURO  
MINERAL  
EXPO

**MINERALI - FOSSILI - PIETRE PREZIOSE - GEMME - GIOIELLERIA - ACCESSORI**  
**MINERALS - FOSSILS - PRECIOUS STONES - GEMS - JEWELLERY - ACCESSORIES**

**29-30 SETTEMBRE**  
**1 OTTOBRE**  
**2017**



Cerussite, Touisit, Oujda, Marocco.  
Coll. privata, foto Roberto Appiani.



**[www.euromineralexpo.it](http://www.euromineralexpo.it)**  
**[info@euromineralexpo.it](mailto:info@euromineralexpo.it)**

Cell. +39 334 5409922 Fax +39 051 6148006

con il Patrocinio  
del Comune di Torino



# PANORAMICA SULLE PROPRIETÀ E SUI METODI DI RILEVAMENTO DEI DIAMANTI SINTETICI OGGI SUL MERCATO

a cura di Thomas Hainschwang

I diamanti sintetici dal 2015 hanno fatto un prodigioso balzo in avanti nel mercato. Per i primi 60 anni successivi alla loro prima riuscita sintesi del 1953 da parte di Asea in Svezia (diamante sintetico HPHT monocristallino) e del 1952 per opera di Union Carbide Corporation negli USA (diamante sintetico CVD policristallino) i diamanti ottenuti in laboratorio sono stati un argomento di minore rilevanza commerciale. Questo articolo fornisce uno sguardo d'insieme dell'attuale situazione di mercato, metodi e tecnologie di identificazione, tra le quali quella basata sulla luminescenza gioca un ruolo significativo (Fig. 1).

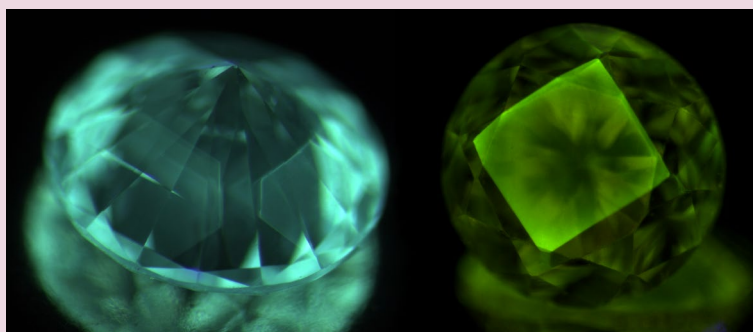


Fig. 1 Diamante incolore sintetico HPHT (a sinistra) e diamante sintetico giallo intenso HPHT non post-trattato (a destra) sottoposti alla forte eccitazione UV del GGTL Mega-DFI System. Entrambi esibiscono i caratteristici settori di crescita tipici del metodo HPHT. Foto: T. Hainschwang.

## Il contesto

I diamanti sintetici si incontravano raramente sul mercato delle gemme fino a pochi anni or sono. Solo poche imprese tentavano - con più o meno successo - di commercializzare queste pietre; fino al 2010 erano disponibili in commercio quasi esclusivamente diamanti sintetici HPHT gialli e blu, gli "incolori" erano raramente reperibili. Ciò si spiega col fatto che le presse HPHT utilizzate all'epoca permettevano solo la crescita di una pietra alla volta e che le tecniche di accrescimento utilizzate avevano generalmente per risultato diamanti sintetici inclusi fuori colore (giallastri). Fino al 2015 queste pietre HPHT "quasi incolori" erano vendute a prezzi ben al di sopra di quelli dei diamanti naturali corrispondenti, per cui erano di scarso interesse eccetto che per laboratori collezionisti. Aziende che sostenevano di accrescere diamanti sintetici dalle ceneri di persone decedute erano - fino ad allora - probabilmente uno dei pochi modelli di business di successo per quanto riguarda il marketing del diamante sintetico.

La vera ascesa dei diamanti sintetici prese inizio con la sintesi di CVD quasi incolori da parte della Apollo Diamonds (USA) nel 2003; venne messo a punto questo metodo per produrre per lo più diamanti sintetici quasi incolori, e finalmente da questo momento si rivelò il potenziale per ottenere diamanti incolori a costi ragionevoli. Sebbene si

siano divulgate promesse di immediata commercializzazione dei diamanti CVD già nel 2003, c'è voluto tempo, fino al 2010, perché i primi campioni fossero in pratica disponibili nel mercato: diamanti sintetici quasi incolori CVD trattati HPHT furono immessi in vendita da Genesis, che già allora commercializzava anche diamanti sintetici colorati HPHT; questa fu la prima volta che diamanti sintetici quasi incolori si resero disponibili ad un prezzo percentualmente poco inferiore a quello dei diamanti naturali a loro paragonabili. Dal 2010 in poi le cose cominciarono ad evolvere e sempre più aziende presero a produrre diamanti sintetici, per lo più con processo CVD. Al contempo, mentre tutti gli esperti scommettevano sul fatto che il procedimento CVD sarebbe stato il metodo di accrescimento del futuro - particolarmente per i diamanti sintetici "quasi incolori"- un'impresa in Russia chiamata New Diamond Technology (NDT) sviluppò nuove procedure di accrescimento con nuovi tipi di presse HPHT.

Mediante queste nuove "presse cubiche" (Fig. 2) si cominciarono ad accrescere diamanti sintetici HPHT quasi incolori e blu molto più grandi e di qualità migliore, molte pietre per ciclo, ed il tutto ad un costo inferiore. A causa di ciò, per la prima volta nella storia dei diamanti sintetici HPHT, si resero disponibili pietre in qualità gemma quasi incolori ad un costo significativamente inferiore ai diamanti naturali, ed in misure molto grandi, fino a 10 carati. Le



Fig. 2 Presse cubiche HPHT presso gli impianti di Reishauer in Svizzera dove attualmente oltre a qualche cristallo singolo sperimentale più grande si produce polvere di diamante sintetico usata come abrasivo nelle proprie strutture. Foto: T. Hainschwang.

presse cubiche oggi utilizzate vengono prodotte in Cina per cui non sorprende il fatto che anche l'industria cinese abbia cominciato ad accrescere diamanti sintetici, ma per lo più di piccole dimensioni. L'industria si è sviluppata molto rapidamente ed oggi migliaia di presse HPHT sono attive in Cina per produrre, per il mercato delle gemme, diamanti sintetici quasi incolori in misure melee. Purtroppo sembra che la maggioranza di questi diamanti sintetici melee prodotti finisca in lotti di diamanti naturali e che solo una piccola porzione sia effettivamente usata in gioielleria e dichiarata per ciò che è. Questo conduce ad una situazione di criticità, poiché una piccola/piccolissima percentuale di diamanti sintetici - per lo più HPHT - può trovarsi oggi in molti lotti di diamanti naturali incolori o quasi incolori, situazione che è ben conosciuta per i diamanti melee gialli almeno dal 2010; in ogni lotto di diamanti melee giallo intenso sottoposti ai GGTL Laboratories per verifica, l'autore ha identificato diamanti sintetici HPHT in una percentuale che va dal 0,2 fino al 35% (in media dall'1 al 2%). Per le bustine di alta qualità di diamanti incolori, o quasi incolori che passano per i nostri laboratori, la percentuale è molto inferiore e spesso i lotti sono esenti da sintetici. Ciò tuttavia non è rappresentativo per altre qualità ed altri mercati: si dice che in India la percentuale sia significativamente più alta, ma i numeri forniti non sono attendibili.

Se i diamanti HPHT si sono diffusi rapidamente, anche i diamanti sintetici CVD hanno fatto progressi rapidi ed oggi molte aziende in tutto il mondo producono per il mercato delle gemme, diamanti sintetici su cristallo singolo CVD in misure fino a oltre i 4 carati.

### Le proprietà dei diamanti sintetici

Molto è stato scritto sulle proprietà dei diamanti sintetici. Per forza di cose quello che verrà presentato in questo articolo sarà solo un breve riassunto.

I diamanti sintetici sono sostanzialmente, strutturalmente e chimicamente identici ai diamanti naturali, ma il loro accrescimento si contraddistingue da questi ultimi per differenze minime. I diamanti sintetici HPHT sono prodotti su cristalli seme in un solvente catalizzatore, che generalmente è una lega Ni-Fe o Ni-Co. Ma recentemente si utilizzano anche leghe metalliche alternative e catalizzatori con solventi non metallici, per accrescere cristalli singoli più grandi. I diamanti sintetici HPHT prodotti per il commercio sono di tipo Ib, quindi contengono impurità

di azoto singolo (centri C) e di conseguenza sono di colore giallo. Se si desidera un diamante sintetico incoloro è necessario utilizzare anche un cosiddetto assorbitore d'azoto (ad esempio Zr, Hf, Al o Ti) per eliminare l'azoto nell'ambiente di crescita attraverso la formazione di nitruri. Generalmente è possibile trovare tracce dei catalizzatori in alcuni diamanti sintetici HPHT. Le condizioni di accrescimento di materiale di alta qualità, realizzato efficacemente in tempi rapidi, portano generalmente a cristalli con facce predominanti ottaedriche (111) e cubiche (100), con in più facce dodecaedriche (110) e trapezoidali (113) (Shigley et al, 1987). Questi abiti cristallini sono molto diversi da quelli che ci si aspetta dai diamanti naturali di qualità gemma, i quali sono generalmente ottaedrici e più o meno contraddistinti da dissoluzione o ad accrescimento misto cuboide-ottaedrico. Per delineare le differenze tra le facce del cubo e del cuboide va precisato che le facce del cubo sono piatte e a spigoli vivi, mentre le facce del cuboide sono grezze e con spigoli irregolari. Le facce del cuboide non esistono nei diamanti sintetici ma sono molto comuni nei diamanti naturali mentre le facce del cubo non esistono praticamente nei diamanti naturali ma sono molto comuni nei diamanti sintetici. I difetti come l'azoto, il boro e il nichel sono distribuiti in diverse concentrazioni nei vari settori di accrescimento. Per l'azoto come regola generale, la distribuzione dei difetti nei diversi settori è  $\{111\} > \{100\} > \{113\} = \{110\}$ . Le impurità del cobalto e del nichel si trovano solo nei settori  $\{111\}$ . Il boro mostra un' incorporazione variabile, ma di solito è più elevata nei settori  $\{111\}$  (Burns, 1990).

Questi difetti possono essere definiti sia microscopicamente sia dalla luminescenza per un aspetto fortemente dipendente dal settore, poiché essi o provocano il colore, come è il caso del centro C (giallo), del boro (blu) e del nichel (marrone), o la luminescenza, come nel caso del boro (PL blu verdastro ad eccitazione di 220-235 nm), del Nichel (PL verde a bassa temperatura della banda 484 nm o PL verde del centro S2 e S3 a temperatura ambiente e a bassa temperatura) e del cobalto (PL dal giallo all'arancio dal centro di 545 nm).

I diamanti sintetici CVD sono molto diversi dai diamanti sintetici HPHT, ma le loro proprietà permettono di distinguerli dal diamante naturale. Le dislocazioni e gli strati di accrescimento della crescita omo-epitassiale possono essere visualizzate mediante la luminescenza. I CVD a differenza dei diamanti sintetici HPHT non sono prodotti da grafite o da polvere di diamante all'interno di un catalizzatore

solvente in una pressa HPHT, ma da un gas contenente carbonio - tipo il metano - sotto vuoto in un reattore CVD. Di conseguenza questi diamanti spaziano generalmente dall'incolore al brunoastro e sono virtualmente esenti da azoto (tipo IIa); Le uniche impurità presenti in quasi tutti i diamanti CVD, oltre alle basse concentrazioni di azoto, sono i difetti di silicio, come il difetto [SiV]. La sorgente del silicio presente nel plasma sembra essere, in molti casi, la campana di quarzo presente nel reattore CVD (Moore et al., 2015). Il silicio è stato aggiunto intenzionalmente per indurre una colorazione dal grigio al violetto, e secondo alcune fonti, viene aggiunto di proposito per migliorare l'accrescimento del cristallo.

### Metodi di identificazione e tecnologie per lo screening del diamante sintetico

Esistono svariati metodi per lo screening identificativo tra possibili sintetici e altri diamanti; alcuni di questi sono stati concepiti specificamente per l'analisi del melee, altri fanno parte della strumentazione tipica dei laboratori di verifica gemmologica. La strumentazione di indagine per lotti di diamanti di misura melee incolore (o quasi) è stata introdotta allo scopo di rassicurare il mercato poiché dalla loro apparizione si temeva un effetto destabilizzante. Oggi si trovano in commercio svariati strumenti che dovrebbero mettere in grado i distributori ed i produttori di diamanti, di gioielli e di orologeria di effettuare lo screening dei diamanti (quasi) incolore alla ricerca di possibili sintetici. La maggior parte di questi strumenti sono "scatole nere" completamente automatiche. Alcuni sono sistemi semplici di visualizzazione ed altri - come il GGTL DFI Deep UV Laser<sup>+</sup> System - sono strumentazioni di laboratorio ridisegnate per lo screening dei diamanti.

### Le più importanti tecniche di laboratorio per l'identificazione dei diamanti sintetici

#### Spettroscopia all'infrarosso

In ogni laboratorio gemmologico di provata serietà tutti i diamanti - con eccezione del melee - vengono singolarmente sottoposti ad analisi spettroscopica all'infrarosso come primo passo per appurare se possano essere sintetici, sintetici trattati, naturali o naturali trattati. Mediante questa tecnica, e con la necessaria conoscenza

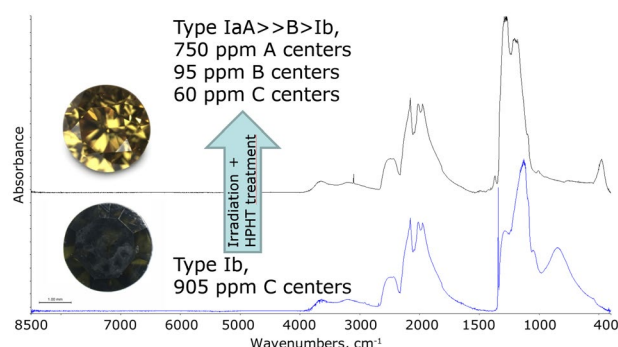


Fig. 3 Gli spettri IR di diamante sintetico ad elevato contenuto di azoto prima e dopo trattamento per irraggiamento e HPHT mostrano la trasformazione della pietra da tipo Ib puro in tipo misto IaA>>B>Ib; La conseguenza visibile del trattamento mostra la modificazione del colore da verde oliva scuro in giallo vivido. Un particolare interessante da rilevare è la formazione - successivamente al trattamento - del picco relativo alle platelets. Foto: T. Hainschwang.

dei difetti dei diamanti naturali, si possono ottenere importanti informazioni, non solo la mera determinazione del tipo. Mentre i diamanti sintetici senza post-trattamento commercialmente disponibili sono tipicamente del tipo IIa (incolore/quasi-incolore), di tipo Ib (gialli) e di tipo IIb (blu), quelli di tipo Ib possono subire una modificazione a mezzo trattamento HPHT e con una maggiore temperatura di accrescimento che li porta a diventare di tipo Ia. Nel caso il diamante venga irradiato artificialmente e successivamente trattato HPHT, praticamente tutti gli atomi liberi di azoto genereranno aggregati di tipo A, di tipo B, centri N3 e anche platelets (Fig. 3). Così tutti i tipi, ad eccezione di quello prevalentemente IaB, possono figurare tra i diamanti sintetici. Dato che, nel momento in cui l'azoto tende ad aggregarsi a causa del trattamento HPHT, simultaneamente alcuni degli aggregati si scompongono nuovamente in centri C, e dunque è virtualmente impossibile - almeno sino ad oggi - ottenere una completa decolorazione di un diamante (sintetico o naturale) originariamente di tipo Ib e creare un diamante di tipo Ia senza centri C residui. Solo per diamanti di tipo Ib con bassissimo contenuto di azoto è possibile ottenere un numero di aggregati sufficiente ad avere una tinta solo leggermente colorata. Il grado di colore più elevato ottenuto sinora non va al di sopra del K.

#### Spettroscopia a fotoluminescenza

Combinata alla spettroscopia infrarossa, la tecnica a

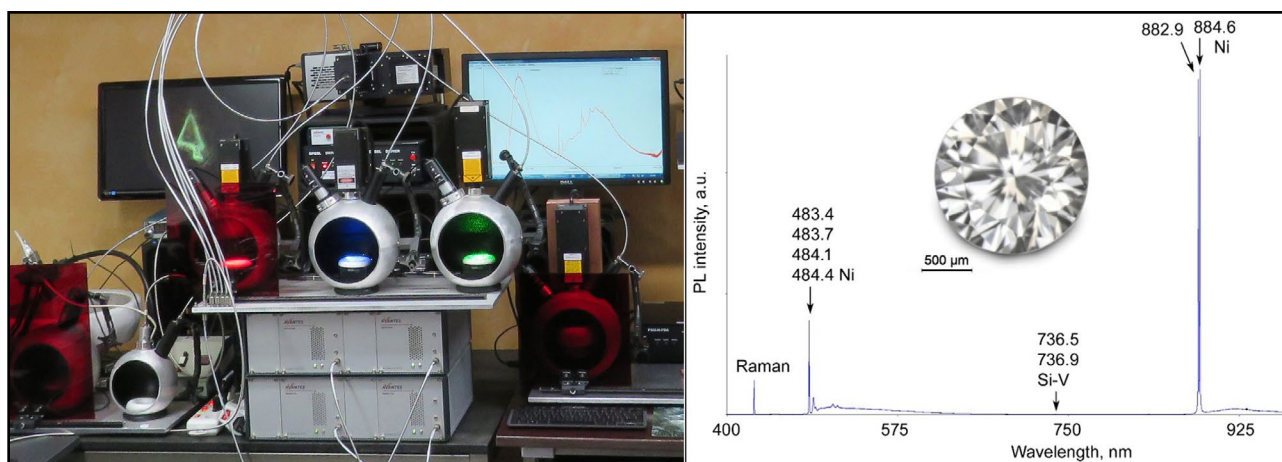


Fig. 4 Un prototipo GGTL Photoluminator 200CRS-6 provvisto di laser di 6 differenti lunghezze d'onda utilizzato per spettroscopia Raman/PL ad alta risoluzione presso il laboratorio GGT nel Liechtenstein (sinistra) e lo spettro di un diamante sintetico incolore HPHT rilevato a bassa temperatura (77°K) mediante eccitazione di laser a 405 nm con caratteristici difetti dovuti a Ni e Si (destra). Foto: T. Hainschwang.

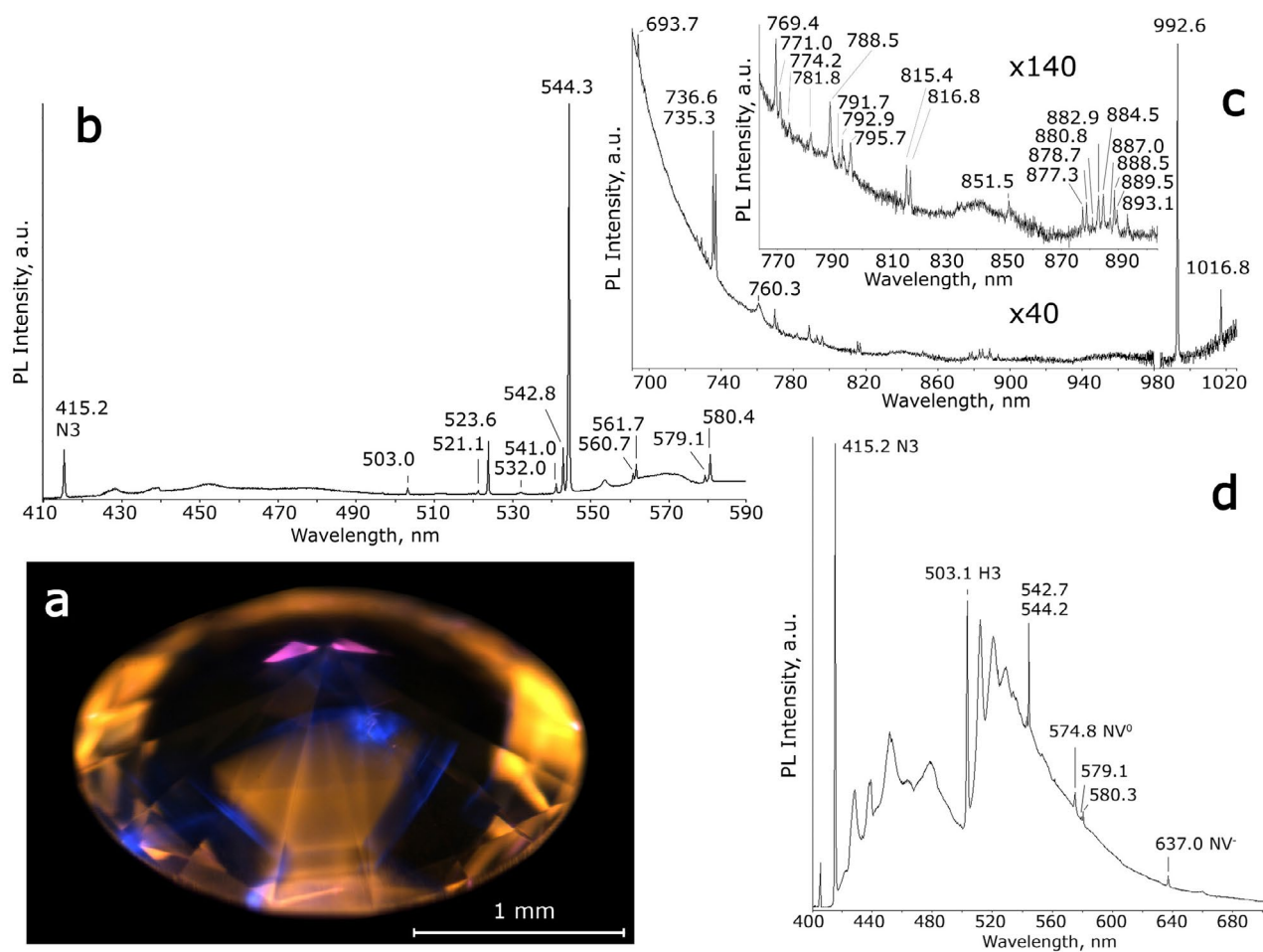


Fig. 5 Diamante sintetico accresciuto con utilizzo di solvente al cobalto HPH (metodo HPHT – irradiato – post-trattato ad alta temperatura). Sottoposto a forte eccitazione UV (da 300 a 410 nm) (in basso a sinistra), esibisce luminescenze blu/blu-verde e giallo/arancio. Il riflesso porpora è causato dalla lampada. Gli spettri PL corrispondenti sono visualizzati rispettivamente in basso a destra per le zone blu/blu-verdi e al di sopra per i settori giallo/arancio. Gli spettri NIR sono fortemente ingranditi per consentire di appurare le deboli e strette bande presenti in quest'area. Foto: T. Hainschwang.

fotoluminescenza costituisce il metodo più efficace per l'identificazione dell'origine naturale o sintetica dei diamanti. La procedura prevede che il campione venga immerso in azoto liquido (77°K, 196°C) e successivamente eccitato da una sorgente ad alta intensità, di solito un laser. La luminescenza emessa dal diamante verrà quindi registrata a mezzo di uno spettrometro (Fig. 4, sinistra). Con questo metodo è possibile evidenziare reazioni causate anche da concentrazioni infinitesime di difetti nella struttura cristallina che caratterizzano i diamanti sia naturali che sintetici, aprendo quindi la strada alla loro corretta identificazione. A confronto con le altre tecniche spettroscopiche questa è di gran lunga la più sensibile ed efficiente. Per quanto riguarda i diamanti sintetici HPHT non post-trattati si possono evidenziare una serie di difetti che causano specifiche emissioni, più precisamente: per associazione a presenza di nichel il centro a 484 nm (in effetti un quadrupletto 483.4, 483.7, 484.1, 484.4 nm) e quello a 884 nm (in questo caso un doppietto a 882.9 e 884.6 nm). Difetti associati a silicio, tra cui va menzionato il centro SiV (doppietto a 736.5, 736.9) (Fig. 4, destra), e a tracce di cromo, molto probabilmente correlate a micro inclusioni di rubino sintetico (doppietto a 692.0, 693.4) (Iakubovskii and Adriaenssens, 2002). Caratteristico inoltre il centro generato dal cobalto a 544.4 nm (tripletto 541.1, 542.9, 544.4 nm). Molti dei diamanti sintetici HPHT quasi incolori contengono un numero così straordinariamente esiguo di difetti che a volte questi non possono essere in nessun modo evidenziati, a prescindere dal tipo o potenza della sorgente di eccitazione utilizzata.

Nei diamanti sintetici colorati post-trattati termicamente possono essere identificati un consistente numero di specifici picchi di emissione. La loro presenza varia a seconda che per il procedimento di sintesi si sia utilizzato un solvente-catalizzatore a base Ni-Fe oppure Co-Fe. Mentre nel caso dei solventi Co-Fe la fotoluminescenza è caratterizzata dal centro a 544,4 dipendente dal cobalto – con reazione drasticamente più marcata che nelle pietre non trattate (Fig. 5) - l'emissione nel materiale sintetizzato con solventi Ni-Fe cambia drasticamente in un verde acceso a causa dei centri S2 e S3. Nel caso vengano utilizzate diverse sorgenti di eccitazione è possibile evidenziare molti altri centri relativi al nichel ma la loro specifica trattazione andrebbe decisamente al di là degli scopi di questo articolo. Un aspetto interessante da notare nei diamanti sintetici gialli è che un ulteriore trattamento HPHT genera nella pietra delle aree contenenti una significativa concentrazione di centri N3 che si manifesteranno con una forte emissione a 415,2 nm, a volte associata al centro H3 a 503 nm (Fig. 5d).

Le emissioni PL dei diamanti sintetici CVD differiscono drasticamente da quelle del materiale sintetizzato con metodo HPHT: l'unica caratteristica che hanno in comune è quella dovuta al difetto silicio-lacuna [SiV]. Considerato inizialmente diagnostico ed esclusivo del solo sintetico CVD, è stato individuato dall'autore anche in materiale HPHT solo a partire dal 2010. Successivamente è comunemente risultato presente nei sintetici HPHT prodotti a partire dal 2014 (D'Haenens-Johansson et al., 2014).

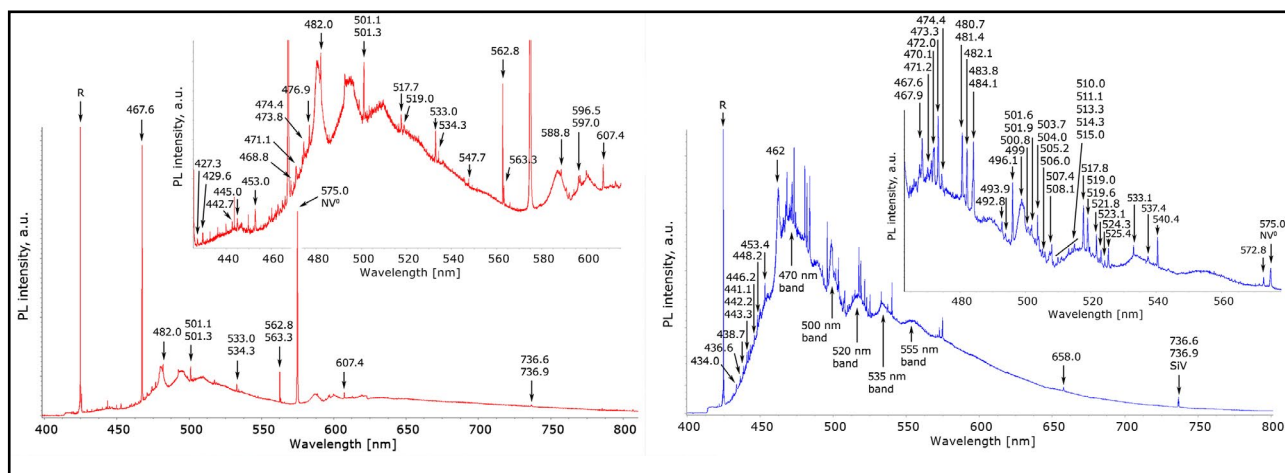


Fig. 6 Spettri PL a bassa temperatura e alta risoluzione di diamante sintetico CVD prima (sinistra) e dopo (destra) il post-trattamento HPHT ottenuti con sorgente a 405 nm. Originariamente il diamante presentava componente marrone successivamente rimossa dal trattamento. Gli spettri cambiano drasticamente le proprie caratteristiche: da 476,6 nm con centro NV dominante a spettri dominati da larghe bande nella porzione del blu e del verde.

Gli spettri dei sintetici CVD non post-trattati sono caratterizzati da un elevato numero di marcate bande, le più evidenti delle quali dovute al centro a 467 nm, ai centri NV<sup>0</sup> e NV<sup>-</sup>, al centro [SiV] che genera il doppietto a 736.5/736.9 nm, ai centri a 562.8, 563.3 nm e al doppietto a 596.5 nm e 597.1 nm (Fig. 6, sinistra). Quando i sintetici CVD vengono sottoposti a trattamento HPHT per rimuovere la componente marrone tipica del materiale, lo spettro si modifica sensibilmente: la banda a luminescenza arancio/rossa causata dai centri NV cambia da blu a verde a viola nell'area da 450 a 530 nm con o senza i centri NV. Al di sopra di queste ampie bande sono osservabili un numero consistente di marcati picchi e, all'estremità della banda del visibile, il centro [SiV] rimane identificabile (Fig. 6, destra). Nello spettro PL dei CVD post-trattati HPHT è possibile in alcuni casi rilevare un centro N3 di debole intensità.

#### Visualizzazione della luminescenza

Una tecnica realmente efficace per la distinzione dei diamanti naturali dai sintetici è la visualizzazione diretta della luminescenza. I vari difetti identificabili - come si evince dalla spettroscopia PL - insieme alla loro distribuzione possono essere individuati grazie all'osservazione diretta della luminescenza. A seconda di quale difetto si desidera visualizzare è necessario utilizzare sorgenti che stimolino emissione in bande differenti dello spettro. Per la maggior parte dei diamanti sintetici la miglior banda di utilizzo si

colloca tra i 220 e i 235 nm ma per i diamanti CVD anche bande differenti sono altrettanto utili. Gli strumenti specifici per l'osservazione visiva della luminescenza sono il sistema DiamondView™, che opera nel profondo ultravioletto ed i microscopi a fluorescenza le cui sorgenti, di solito confinate nelle onde lunghe UV, ne limitano fortemente l'efficacia. Un'eccezione a quest'ultimo limite è costituita dal "GGTL DFI Deep UV Laser<sup>+</sup> Luminescence Microscope and Spectroscopy System". Disponendo infatti di un numero di sorgenti che vanno dai 220 ai 405 nm, questo apparato consente di estendere enormemente la gamma delle osservazioni possibili. Nella figura 7, a sinistra, si può osservare il prototipo da laboratorio del Mega-DFI Deep UV Laser<sup>+</sup>, una versione potenziata del sistema DFI in commercio e, a destra la visualizzazione di un diamante naturale tipo la esposto alla sorgente a UV profondi di cui il sistema è dotato. La fluorescenza esibita dai diamanti naturali si presenta molto raramente omogenea e mostra distribuzioni che tendono ad essere spesso irregolari ma che, tutte le volte che sono regolari, presentano motivi geometrici tipici (Fig. 7, destra); per contro, la fluorescenza dei diamanti sintetici HPHT spesso rivela distinte zonature a settori (Fig. 8), mentre quella che caratterizza i diamanti sintetici CVD è di solito molto omogenea (Fig. 9) e con le linee di crescita poco visibili e spesso solo con determinate angolazioni a distanza ravvicinata. Nei sintetici CVD non post-trattati il colore della luminescenza va dal rosso

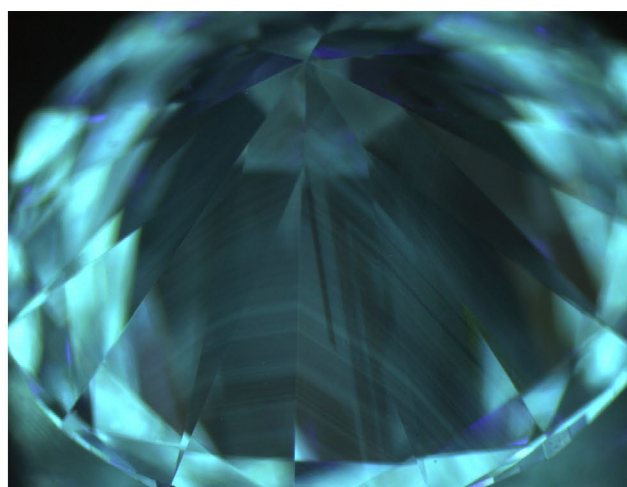


Fig. 7 L'unità GGTL DFI Deep UV Laser<sup>+</sup> Luminescence Microscope and Spectroscopy System (sinistra) e la reazione di un diamante naturale quasi incolore tipo la osservato mediante questo sistema (destra). Foto: T. Hainschwang.

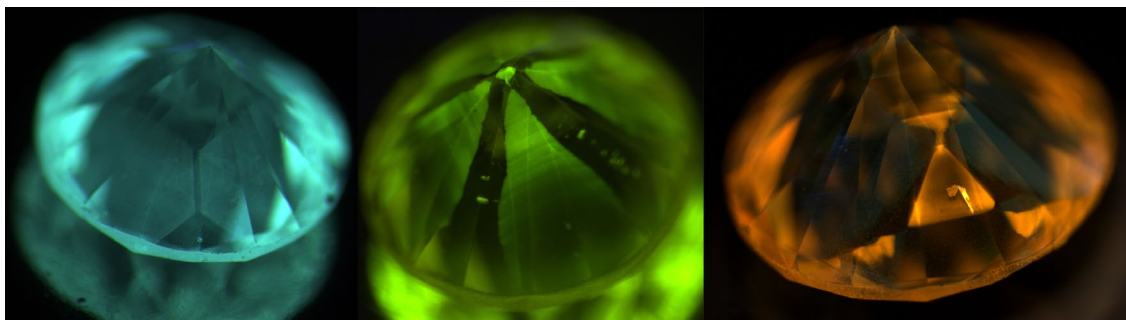


Fig. 8 Un diamante sintetico HPHT incolore (sinistra). Un diamante sintetico HPHT giallo intenso non post-trattato ottenuto mediante catalizzatore Ni-Fe (centro). Un diamante sintetico HPHT giallo intenso trattato ottenuto mediante catalizzatore Co-Fe (a destra) sotto la forte eccitazione UV del GGTL Mega-DFI System mostra la caratteristica luminescenza che rende visibili i tipici settori di accrescimento dei diamanti. Foto: T. Hainschwang.

all'arancio a causa dei centri NV (Fig. 9, destra) mentre per i CVD post-trattati può manifestarsi un'ampia gamma di colori a seconda della sorgente di eccitazione utilizzata. Per sorgenti UV ad onda lunga la reazione assume toni che vanno dal blu al verde, al viola e al porpora (Fig. 9, sinistra). A seguito di eccitazione mediante UV ad onde corte, la vasta maggioranza dei diamanti sintetici HPHT incolore manifesta una forte e persistente fosforescenza indotta dal contenuto di boro. La stessa reazione è solo raramente osservata nei diamanti CVD.

#### **Apparati per lo screening dei diamanti sintetici incolore nei lotti di mele**

##### *Sistemi di screening automatizzati*

Esistono sul mercato un paio di sistemi completamente automatizzati per lo screening dei diamanti con dimensione da 1 a 3 mm. Il campo di lavoro di queste unità è limitato a diamanti di forma rotonda, ed hanno una velocità di analisi variabile da poche centinaia ad alcune migliaia di pietre all'ora.

Il principio di funzionamento è basato su tecniche che includono: la trasparenza ai raggi UV, spettroscopia Raman, spettroscopia PL a la recentissima spettroscopia PL "lifetime". Inizialmente il materiale viene selezionato in base alla trasparenza ai raggi UV che consente di rimuovere le pietre di tipo IIa e IIb dal lotto. Il problema che questa tecnica non risolve è che i diamanti di tipo IaB a basso contenuto di azoto, seppure rarissimi, sono anch'essi trasparenti ai raggi UV per cui un certo numero di pietre non-IIa e non-IIb verranno conseguentemente escluse dal lotto come potenzialmente sintetiche (Fig. 10).

La spettroscopia Raman viene utilizzata in questi apparati per distinguere i diamanti dai simulanti come Zirconia Cubica, YAG, GGG, moissanite etc. Il segnale Raman generato mediante eccitazione da sorgente laser rappresenta la quantità di radiazione che viene diffusa in modo anelastico dal campione a causa del moto vibrazionale delle

molecole e degli atomi che lo compongono. Le linee caratteristiche osservabili nello spettro sono direttamente correlate alla composizione chimica ed alla struttura cristallina del materiale analizzato. Ne consegue che, grazie alla peculiarità di questa reazione, lo spettro Raman costituisce una vera e propria "impronta digitale" che caratterizza ogni singolo materiale, per cui rappresenta la tecnica diagnostica per eccellenza per l'identificazione di tutte le gemme.

La spettroscopia PL viene utilizzata per distinguere un gran numero di diamanti naturali da quelli sintetici. La percentuale di successo nell'individuazione si avvicina al 100% nel caso che l'analisi venga effettuata con tecnica criogenica a 77°K. La tecnica PL "lifetime" è talmente recente che non esistono ancora studi approfonditi riguardo la sua efficacia nel distinguere i diamanti naturali dai sintetici; tuttavia è presumibile che non ci vorrà molto perché se ne comprendano le reali potenzialità.

Poiché il numero di pietre che vengono scartate come potenzialmente sintetiche è relativamente esiguo, questi apparati sono piuttosto efficienti per il lavoro di pre-screening dei lotti. Data la loro completa automatizzazione che ne consente l'utilizzo continuo 24 ore su 24 senza l'ausilio di nessun operatore, è infatti intuitivo comprenderne la fondamentale efficacia nella filiera di controllo nonostante il fatto che un certo numero di pietre vengono inizialmente scartate. La sola criticità riscontrabile consiste nel fatto che si tratta essenzialmente di sistemi con capacità derivate da tecniche preinstallate e poco versatili. L'assenza del controllo umano può rendere questi sistemi inefficaci nel caso vengano introdotti nuovi tipi di sintetici che passerebbero come naturali rimanendo sostanzialmente per lungo tempo sconosciuti.

##### *Sistemi di screening basati sulla fosforescenza*

Dato che la stragrande maggioranza dei diamanti sintetici incolore introdotti in modo fraudolento nei lotti del naturale sono HPHT, sul mercato sono apparsi sistemi che possono rivelare una loro tipica caratteristica: la fosforescenza. Si tratta perlopiù di unità di semplice visualizzazione provviste

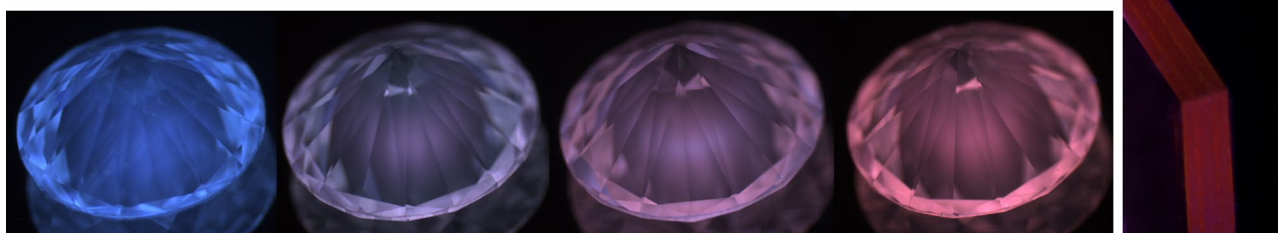


Fig. 9 A sinistra, quattro diamanti CVD trattati con metodo HPHT sottoposti ad eccitazione ad onde lunghe UV del GGTL Mega-DFI System mostrano luminescenza omogenea. A destra, un piatto su un diamante CVD non post-trattato esibisce un centro di luminescenza NV. Foto: T. Hainschwang.

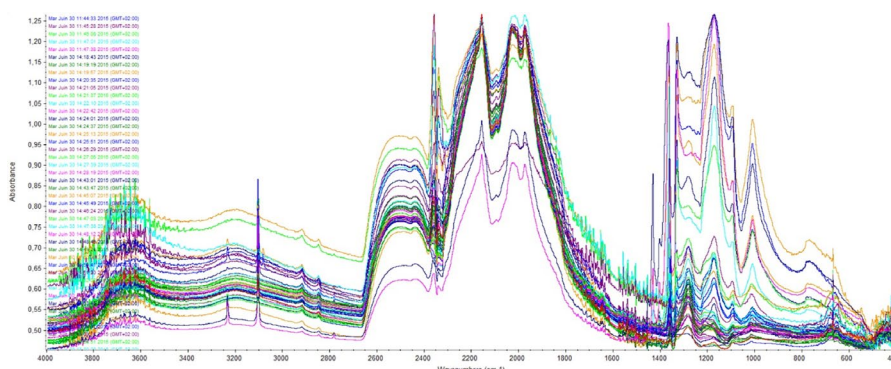


Fig. 10 Gli spettri all'infrarosso di 47 diamanti esclusi dal Sistema di screening automatico basato sulla trasparenza agli UV mostrano che nessuno dei campioni risulta essere del tipo II. La presenza di aggregati di azoto in numero variabile identifica infatti queste pietre come appartenenti al tipo Ia.

di sorgenti UV ad onde corte. Il lotto di diamanti viene inserito in un comparto e successivamente esposto alla sorgente illuminante. Quando questa viene poi disattivata viene scattata un'istantanea del lotto da un sistema di acquisizione immagini ad alta efficienza, consentendo di individuare le pietre che esibiscono fosforescenza. Sebbene questo sistema appaia a prima vista molto pratico ed efficiente esistono purtroppo diverse criticità che ne rendono praticamente inefficace l'utilizzo. Innanzitutto il principio funziona solo per il materiale HPHT ed un limitatissimo numero di CVD. Esistono inoltre esemplari HPHT che non esibiscono fosforescenza per quella specifica sorgente di eccitazione. Ovviamente non è poi possibile distinguere i diamanti dalle imitazioni e, da ultimo, in alcuni casi anche i diamanti naturali possono esibire fosforescenza. In conclusione, sebbene sia possibile escludere una buona parte dei sintetici HPHT, non si ha la certezza che altri sintetici, e le imitazioni, non siano rimaste inclusi nel lotto.

*Sistemi di laboratorio non automatizzati modificati per lo screening.*

Il "DFI Deep UV Laser<sup>+</sup> Fluorescence Imaging and Spectroscopy System" è un microscopio a fluorescenza modificato e migliorato per l'analisi dei diamanti di ogni dimensione e forma, siano essi sciolti o montati in gioielleria. Si tratta di un sistema non automatizzato che richiede pertanto un operatore ed è basato sulla visualizzazione della fluorescenza tramite microscopio accoppiato ad una telecamera ad alta efficienza. Il tutto è poi connesso ad unità spettroscopiche Raman e PL. I diamanti possono essere analizzati anche in lotti, sia a temperatura ambiente che in cella criogenica a 77°K., e questo consente di rendere il sistema efficace per l'identificazione di tutte le tipologie di diamanti. La sua peculiarità risiede nel poter osservare direttamente la luminescenza al microscopio ed in contemporanea rilevare gli spettri Raman e PL. La combinazione temporale delle tre tecniche consente all'operatore di analizzare più di 2000 diamanti in un'ora.

## Conclusioni

Con la recente diffusione dei diamanti sintetici il mercato è seriamente esposto a serissimi pericoli di contaminazione. Il problema principale è che il materiale sintetico è ormai disponibile a prezzi significativamente più bassi del materiale naturale. In un comparto dove la quasi totalità di diamanti di una certa dimensione è già corredata da report gemmologici appare chiaro che il problema riguarda il materiale che per condizioni oggettive, correlate alle misure ridotte, non viene tradizionalmente sottoposto ad analisi. Il problema che si presenta in modo più serio oggi è quindi l'introduzione di diamanti sintetici in lotti di naturali. Si tratta di una minaccia seria e reale che è iniziata nel 2010 con l'introduzione dei diamanti gialli melee ed ha sensibilizzato il mercato nella ricerca di una soluzione a partire dal 2014 con la diffusione del melee incolore/quasi-incolore. La quantità di materiale sintetico disponibile è drammaticamente aumentata negli ultimi due anni soprattutto per una sovrapproduzione di melee HPHT quasi incolore proveniente dalla Cina. Anche il sintetico CVD viene regolarmente prodotto in quantità significative da aziende sparse su scala globale anche se di dimensioni medie superiori ai 0.20 carati. Il melee è (ancora) così scarsamente disponibile da non essere statisticamente rilevante. Fortunatamente esistono oggi diverse opzioni per poter analizzare il melee, sia servendosi dei laboratori gemmologici, sia utilizzando le varie strumentazioni che abbiamo descritto e questo consente al mercato di contrastare efficacemente la minaccia costituita dai diamanti sintetici commercializzati in modo improprio e/o fraudolento.

## Note sull'autore

Il Dr. Thomas Hainschwang ([thomas.hainschwang@ggt-lab.org](mailto:thomas.hainschwang@ggt-lab.org)) è ricercatore scientifico della filiale di Balzers (Liechtenstein) del laboratorio GGTL del quale è direttore.

## Bibliografia

- Burns, R. C., Cvetkovic, V., Dodge, C. N., Evans, D. J. F., Rooney, M. L. T., Spear, P. M., & Welbourn, C. M. (1990) Growth-sector dependence of optical features in large synthetic diamonds. *Journal of Crystal Growth*, Vol. 104, No. 2, pp. 257-279.
- D'Haenens-Johansson, U. F., Moe, K. S., Johnson, P., Wong, S. Y., Lu, R., Wang, W. (2014) Near colorless HPHT synthetic diamonds from AOTC Group. *Gems & Gemology*, Vol. 50, No. 1, pp. 2-14.
- Iakubovskii, K., Adriaenssens, G. J. (2002). Comment on 'Evidence for a Fe-related defect centre in diamond'. *Journal of Physics: Condensed Matter*, Vol. 14, No. 21, p. 5459.
- Moore, S. L., Vohra, Y. K. (2015) Nitrogen and silicon defect incorporation during homoepitaxial CVD diamond growth on (111) surfaces. In *MRS Proceedings* (Vol. 1734, pp. mrsf 14-1734). Cambridge University Press.
- Shigley, J. E., Fritsch, E., Stockton, C. M., Koivula, J. I., Fryer, C. W., Kane, R. E., Hargett, D. R., Welch, C. W. (1987). The gemological properties of the De Beers gem-quality synthetic diamonds. *Gems and Gemology*, Vol. 23, No. 4, pp. 187-206.

# LA SPETTROSCOPIA UV-VIS-NIR IN GEMMOLOGIA

a cura di Alberto Scarani e Mikko Åström

La spettroscopia UV-Vis-NIR (Ultraviolet-Visible-Near InfraRed) consente di analizzare l'interazione dei materiali con le radiazioni elettromagnetiche nel campo dell'ultravioletto, visibile e vicino infrarosso.

La banda spettrale di questi strumenti, a seconda dei modelli, può comprendere intervalli che vanno dai 200 nm (nanometri) dell'ultravioletto C fino ai 1100 nm del vicino infrarosso, ben più ampia della semplice regione del visibile (400-700 nm) analizzabile mediante lo spettroscopio ottico.

I principi teorici, che non verranno trattati in questo articolo, rimandano alla spettroscopia ottica: ogni materiale, nel nostro campo – gemmologico –, reagisce in modo diverso assorbendo porzioni della radiazione che, se rappresentate graficamente, costituiscono un metodo efficace per la sua identificazione. L'assorbimento o la trasmissione sono direttamente connessi alla composizione chimica delle gemme e alla loro struttura cristallina. Per quanto riguarda l'ambito spettrale del visibile, una puntualizzazione è però necessaria nel mettere a confronto gli spettri osservati otticamente con quelli registrati da apparati, nel nostro caso dotati di sensori elettronici. La sensibilità dell'occhio umano alla luce non è costante per tutto lo spettro del visibile: il massimo dell'efficienza corrisponde tipicamente ad una lunghezza d'onda di 550 nm e diminuisce progressivamente man mano che ci allontaniamo da questo valore, per lunghezze d'onda sia inferiori che superiori. Ne consegue che la nostra vista percepisce con difficoltà le bande di assorbimento alle due estremità dello spettro del visibile, mentre i sensori CCD (Charge-Coupled Device), che equipaggiano le moderne unità UV-Vis-NIR, presentano un'efficienza decisamente superiore.

Gli Spettrofotometri UV-Vis-NIR impiegati in gemmologia utilizzano sostanzialmente due geometrie di campionamento. La prima che descriveremo deriva direttamente dagli strumenti originariamente sviluppati per l'analisi dei liquidi, contenuti in cuvette di vetro o quarzo (Fig. 1). La gemma viene posizionata tra la sorgente e il rilevatore. Una sorgente parallela fornisce il segnale di riferimento. Solo una parte dell'emissione elettromagnetica attraverserà la gemma e il rilevatore riceverà esclusivamente la radiazione che non è stata assorbita. Successivamente un sistema computerizzato effettuerà la comparazione tra la radiazione di riferimento e quella parzialmente assorbita dalla gemma e consentirà di visualizzare lo spettro risultante in un grafico dal quale sarà possibile valutare quali lunghezze d'onda il campione ha assorbito e quali ha invece lasciato passare (trasmesso).

Come per la spettroscopia visibile, l'orientazione delle gemme birifrangenti influisce sul percorso della radiazione all'interno del materiale; conseguentemente, in base a come viene allineato il campione, si avrà la generazione di due differenti spettri, uno riferito al raggio ordinario ed uno a quello straordinario. Le pietre che esibiscono dicroismo possono generare spettri anche molto differenti a seconda del loro orientamento rispetto alla sorgente. Dovendo inoltre tener conto delle riflessioni che possono essere generate dalle faccette, il posizionamento del campione richiede una certa attenzione per ricavare delle letture consistenti. Queste unità, normalmente progettate per soddisfare le esigenze di laboratori di vario genere, non specificatamente gemmologiche, presentano la caratteristica di avere un comparto per il campionamento molto ampio di dimensioni standardizzate. Ciò consente



Fig. 1 Moderno spettrofotometro UV-Vis-NIR. Si noti l'ampio comparto di dimensioni standardizzate disegnato per accogliere i più diversi setup di campionamento.

l'utilizzo del numero più vasto possibile di setup di analisi a seconda delle specifiche esigenze. In Gemmologia, ad esempio, nel caso si debba analizzare una pietra opaca, il setup tipico, che prevede l'attraversamento della gemma da parte della sorgente, non sarà adatto e bisognerà dotarsi di un ulteriore modulo che consenta al sensore di rilevare la luce riflessa dal campione. Per alcune unità più piccole ed economiche è necessaria l'adozione di una sonda coassiale che funga da sorgente e consenta al tempo stesso di ricevere la radiazione risultante riflessa dalla pietra (Fig. 2).

La seconda geometria utilizzata sempre più spesso in gemmologia prevede l'utilizzo della sfera integratrice, originariamente concepita per gli studi colorimetrici. Il

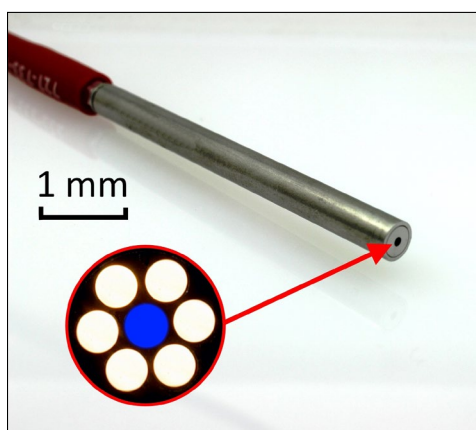


Fig. 2 La sonda per riflettanza è costituita da un gruppo di fibre ottiche coassiali. Quelle esterne (in giallo nella foto) forniscono la sorgente luminosa, quella centrale (in blu) riceve la luce riflessa dal campione e la veicola allo spettrofotometro.

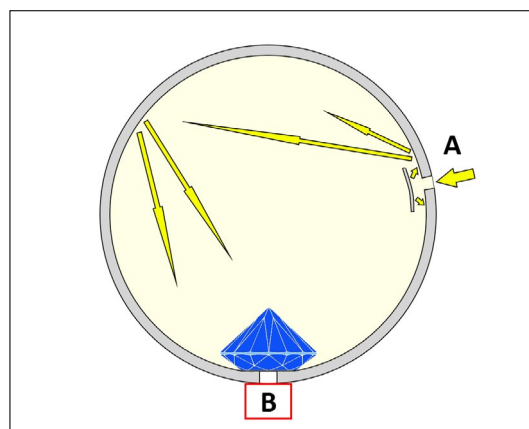


Fig. 3 Schema di sfera integratrice. La sorgente luminosa (A) viene diffusa internamente in modo omogeneo e raggiunge la gemma da tutte le direzioni possibili. Il rivelatore (B) leggerà la porzione di radiazione trasmessa dalla gemma.

concetto di base implica la riflessione diffusa ed uniforme della sorgente all'interno di una sfera rivestita da uno strato di materiale ad altissimo grado di riflettanza (Fig. 3). Forma e rivestimento della sfera consentono alla luce di rimbalzare ovunque senza venire praticamente assorbita, generando omogeneità di irraggiamento. La pietra verrà attraversata da raggi provenienti da ogni direzione consentendo di eliminare la problematica legata all'orientamento degli assi. Le pietre opache possono essere analizzate posizionandole ad una distanza minima dal rivelatore che ne leggerà quindi esclusivamente la risultante riflessa. È intuitivo che, consentendo l'analisi di materiali trasparenti, traslucidi ed opachi, senza dover modificare il setup di campionamento, questa geometria sarà probabilmente preferita nello sviluppo futuro di unità per uso gemmologico.

A prescindere dal modello di geometria utilizzato, il funzionamento degli spettrofotometri UV-Vis-NIR prevede che lo spettro di riferimento della sorgente venga inizialmente registrato senza posizionare il campione. Successivamente questo viene analizzato e il sistema effettua automaticamente una comparazione tra i due spettri generando infine lo spettro di assorbimento del materiale.

### Applicazioni gemmologiche

Disponendo di un'ampiezza spettrale che non si limita al solo campo del visibile, la tecnica UV-Vis-NIR fornisce un numero decisamente maggiore d'informazioni. La visualizzazione grafica a mezzo software consente inoltre di comparare la nostra lettura con un database di spettri significativi facilitandone l'interpretazione.

### Diamante

La differenziazione dei tipi del diamante per mezzo della presenza di azoto nel reticolo cristallino non è da considerarsi, soprattutto oggi, un mero ed inutile esercizio teorico. Partendo dal presupposto, infatti, che tutti i diamanti sintetici incolori e i naturali che possono essere soggetti a trattamento per miglioramento del colore HPHT (alta pressione-alta temperatura) appartengono al tipo II (in rarissimi casi al tipo IaB), si può facilmente intuire l'importanza di poter rilevare l'esistenza di aggregati di azoto, presenti in tutti gli altri tipi. Uno su tutti il centro N3: costituito da 3 atomi di azoto connessi ad una lacuna, questo importantissimo indicatore genera un picco di

assorbimento a 415,2 nm. Il 98% circa di tutti i diamanti in circolazione appartiene alla cosiddetta "serie del capo" ed esibisce il centro N3 nello spettro di assorbimento. Ne consegue che, se stiamo analizzando una pietra incolore-quasi incolore, e rileviamo la presenza del centro N3, possiamo automaticamente escludere che si tratti di un sintetico o di un trattato per HPHT (alta pressione-alta temperatura). Ci si potrebbe chiedere se sia allora necessario dover ricorrere ad un complesso e costoso apparato quando l'indicatore di cui sopra rientra nello spettro del visibile, per cui potenzialmente apprezzabile anche con un semplice spettroscopio ottico. La risposta ci viene dalla sensibilità dei moderni spettrometri, capaci di rilevare anche difetti di valore infinitesimo, praticamente impossibili da appurare con i semplici strumenti ottici. Tra le altre caratteristiche potenzialmente critiche nell'analisi dei diamanti si possono annoverare: il centro N9 a 236 nm e la banda a 270 nm, presenti in quasi tutti i trattati HPHT; il centro H3 a 503,5 nm che, in abbinamento alla presenza del GRI (General Radiation I) a 741 nm costituisce un forte indicatore di irraggiamento nei diamanti colorati; quest'ultimo, al tempo stesso, può escludere un trattamento HPHT in quanto non in grado di resistere a temperature superiori agli 800 °C. Importante anche la banda a 550 nm, responsabile della colorazione naturale nei diamanti fantasia rosa. Benché evidenziabile con certezza solo a mezzo spettroscopia a fotoluminescenza, il doppietto a 736,6-736,9 nm causato dal difetto Silicio-lacuna (SiV) tipico e diagnostico dei diamanti sintetici CVD, può essere molto spesso rilevato anche come picco singolo di assorbimento. Del GRI a 741 nm abbiamo già accennato ma vale la pena di aggiungere che è il più comune indicatore di irraggiamento (di origine naturale e artificiale): presente in molti diamanti tipo IIa, per lungo tempo si è considerato diagnostico per il riconoscimento dei diamanti non trattati HPHT data la sua scarsa resistenza al calore. Tuttavia i solerti e disonesti operatori dei trattamenti hanno fatto in modo di aggirare l'ostacolo: sottoponendo i trattati HPHT ad un leggero irraggiamento, infatti, il GRI può essere ricreato. Continuando a spingerci nel vicino infrarosso incontriamo il picco a 805,2 nm, tipico di molti diamanti sintetici e praticamente quasi sempre assente nei naturali. Chiudiamo questa rapida e necessariamente incompleta carrellata con il centro H2 a 986 nm, importantissimo nell'analisi dei diamanti e la cui presenza, in abbinamento al centro H3, costituisce un altro indicatore di trattamento HPHT. Esiste uno sterminato elenco di ulteriori bande di assorbimento che caratterizzano i diamanti incolori e fancy

color: la spettroscopia UV-Vis-NIR è a tutt'oggi uno dei metodi maggiormente efficaci nella loro caratterizzazione.

Ultima menzione necessaria riguarda una tecnica efficace e molto diffusa nello studio dei diamanti che prevede l'utilizzo di speciali setup criogenici ad azoto o elio liquidi. Raffreddandoli a temperature bassissime, i campioni possono rivelare bande non visibili a temperatura ambiente.

### Gemme colorate

In moltissimi casi la spettroscopia UV-Vis-NIR può essere utilizzata per una rapida identificazione delle pietre di colore in quanto, sorprendentemente, anche un gran numero di gemme incolori esibisce uno specifico spettro di assorbimento che aiuta nel loro riconoscimento. Come per la spettroscopia del visibile, tuttavia, l'efficacia della tecnica è fortemente dipendente dall'esperienza maturata dal gemmologo nel valutare i tipici spettri di assorbimento delle gemme e loro imitazioni. Sono disponibili un certo numero di librerie spettrali di riferimento - a pagamento o *open source* -; tuttavia gli algoritmi che sono alla base delle analisi computerizzate non sono particolarmente efficaci a causa dell'immensa mole di dati da analizzare, soprattutto dal punto di vista della variabilità di ampiezza delle bande di assorbimento. Generalmente lo spettro costituisce una veloce conferma per l'operatore che abbia già un'idea piuttosto precisa sulla natura del materiale (Fig. 4).

Oltre alla mera identificazione delle gemme attraverso il loro spettro tipico, la tecnica UV-Vis-NIR fornisce un significativo numero di applicazioni utili in gemmologia. In molti casi queste non risolvono tutte le problematiche richieste dall'analista, tuttavia danno indicazioni molto utili e a volte indispensabili per poter trarre le conclusioni finali.

L'individuazione dell'origine geologica degli zaffiri blu è un passo molto importante nel processo di identificazione di un possibile trattamento termico. Gli zaffiri di origine metamorfica e magmatica presentano spettri che differiscono in base alla presenza di elementi in traccia nel reticolo cristallino. Più specificatamente, lo spettro del materiale di origine metamorfica è caratterizzato da una banda dominante causata dal trasferimento di carica tra  $Fe^{2+}$  e  $Ti^{4+}$  e da bande, di solito meno pronunciate, dovute al  $Fe^{3+}$  (Fig. 5). Gli zaffiri di origine magmatica, invece, esibiscono uno spettro con bande più pronunciate dovute al  $Fe^{3+}$  e una distintiva banda dovuta a trasferimento di carica tra  $Fe^{2+}$  e  $Fe^{3+}$ . L'integrazione di queste informazioni con le risultanze della spettroscopia FTIR e l'osservazione microscopica costituiscono parte fondante del protocollo di analisi gemmologica degli zaffiri in laboratorio.

Anche per l'analisi degli smeraldi la possibilità di operare nelle regioni UV e NIR è di cruciale importanza. Le tipiche bande principali nell'area del visibile dovute a  $Cr^{3+}$  e  $V^{3+}$  non si rivelano determinanti; tuttavia, gli assorbimenti (quando presenti) dovuti a  $Fe^{2+}$  e  $Fe^{3+}$ , rispettivamente nell'UV e NIR, forniscono indicazioni utilissime per l'attribuzione dell'origine geologica del materiale (Fig. 6). Mentre è decisamente improbabile osservare bande dovute al Ferro negli smeraldi colombiani o in quelli estratti nella miniera di Musakashi in Zambia, altri giacimenti, siano essi associati o meno a pegmatiti forniscono gemme che possono esibire queste bande con assorbimenti notevolmente variabili.

Negli ultimi anni la Tormalina Paraiba ha raggiunto un'importanza senza precedenti nel mercato delle gemme di colore. Si tratta di una varietà specifica di Elbaite caratterizzata dalla presenza di rame, originariamente rinvenuta nello stato brasiliano Paraiba. Le tormaline blu non sono particolarmente rare, sebbene solo un numero veramente esiguo possa fregiarsi del nome "Paraiba". Non si tratta tuttavia di una semplice questione di origine

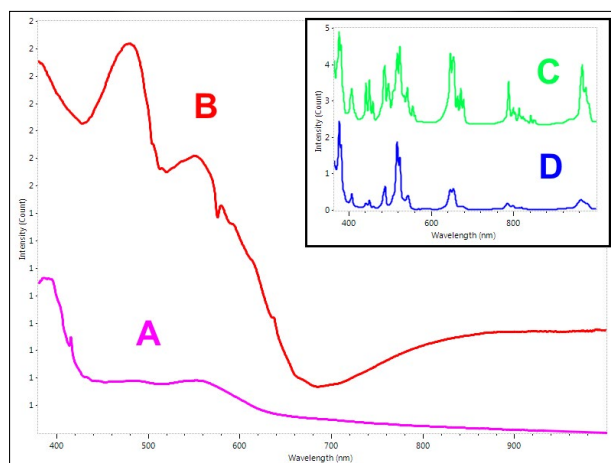


Fig. 4 Comparazione tra spettri di diamante naturale fancy color pink (A), diamante naturale fancy color pink trattato HPHT, irraggiamento e annealing (B), YAG rosa (C) e zirconia cubica rosa (D).

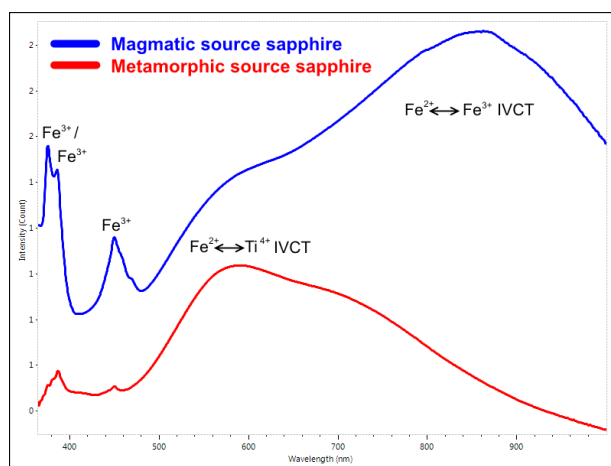


Fig. 5 Differenze degli spettri di assorbimento di Zaffiri di origine metamorfica e magmatica.

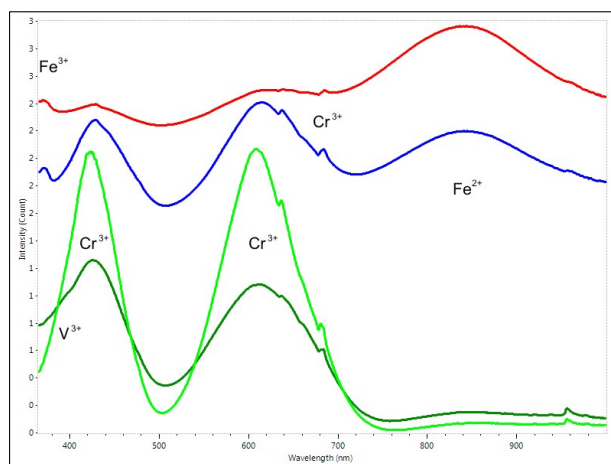


Fig. 6 Spettri di assorbimento di smeraldi di origini geologiche differenti. Da notare la totale assenza di bande di assorbimento relative al ferro negli spettri di colore verde, relativi in questo caso a gemme di origine colombiana ma che possono essere caratteristici anche di gemme estratte a Musakashi (Zambia).

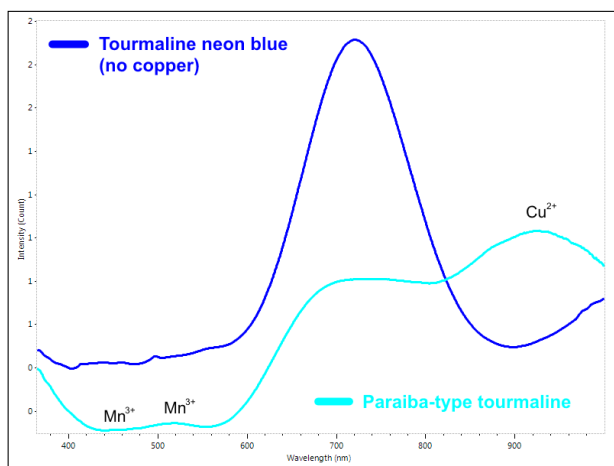


Fig. 7 Confronto tra gli spettri di assorbimento di tormalina blu e tormalina blu Paraiba. La caratteristica discriminante maggiormente evidente risiede nella regione 910-920 nm.

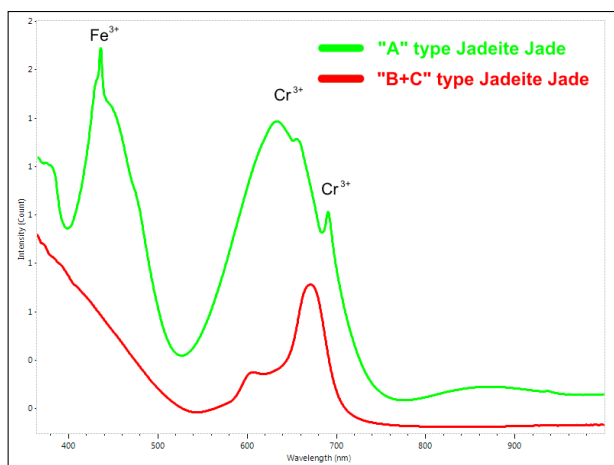


Fig. 8 Identificazione del tipo di giada giadeite. Da evidenziare nel tipo B+C l'assenza delle bande di assorbimento dovute al  $\text{Cr}^{3+}$  ed al  $\text{Fe}^{3+}$  e la presenza di una importante banda centrata a 670 nm dovuta alla colorazione artificiale.

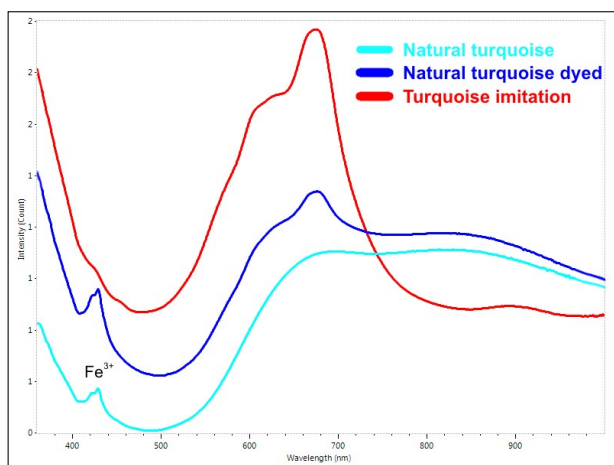


Fig. 9 Spettri di assorbimento di turchese naturale, trattato ed imitazione. Da evidenziare per il trattato la banda a 675 nm dovuta al colorante artificiale. Il turchese imitazione non presenta la banda a 428 nm dovuta al  $\text{Fe}^{3+}$ .

geografica: lo splendido colore blu acceso, talvolta con componente verde, che caratterizza queste splendide gemme è strettamente correlato alla presenza di tracce di rame e manganese nella struttura cristallina (Fig. 7). E' evidente come la capacità di identificare questi elementi nella pietra diventi cruciale: una "vera" Paraiba può spuntare prezzi in alcuni casi centinaia di volte superiori a quelli di una tormalina blu non Paraiba apparentemente identica.

Il valore della giada giadeite dipende per lo più dall'intensità ed omogeneità del suo caratteristico colore. La Giadeite di bassa qualità viene comunemente trattata in vari modi per poterne migliorare l'aspetto, dalla colorazione all'impregnazione con resine. La classificazione universalmente utilizzata per la giada giadeite attribuisce al materiale non trattato la denominazione di tipo A. Il tipo B individua il trattamento per impregnazione con sostanze incolori ed il tipo C l'utilizzo di sostanze coloranti. Il materiale di più scarsa qualità viene di solito sia impregnato che colorato ed è classificato come tipo B+C. La Giadeite verde della migliore qualità (tipo A) deve il suo splendido colore alla presenza di cromo e molto spesso sono rilevabili anche tracce di ferro. Entrambi gli elementi possono essere identificati mediante la spettroscopia UV-Vis-NIR. I coloranti verdi generalmente utilizzati per migliorare l'aspetto della Giadeite di tipo C generano uno spettro di assorbimento che, seppure simile a quello della giadeite di tipo A, è sufficientemente caratteristico da poter rivelare l'esatta qualità del materiale (Fig. 8). Purtroppo la presenza di resine non può essere evidenziata con la spettroscopia UV-Vis-NIR per cui sono necessarie analisi FTIR e microscopia a fluorescenza per poter identificare la giadeite di tipo B.

Un'altra gemma comunemente sottoposta a tintura è il turchese. Trattandosi di un materiale opaco è necessario procedere con la tecnica della riflettanza descritta in precedenza. La colorazione naturale blu dovuta al rame genera uno spettro in riflessione leggermente diverso da quelli prodotti dai più comuni agenti coloranti artificiali. Nello specifico, la presenza di ampie bande di assorbimento centrate a 620 e 670 nm è sintomatica di turchese colorato artificialmente (Fig. 9).

Quelli discussi sinora sono solo alcuni esempi che evidenziano l'importanza della spettrofotometria UV-Vis-NIR in gemmologia.

Esiste un'ampia gamma di altre applicazioni che la rendono praticamente insostituibile nella dotazione del moderno laboratorio gemmologico.

## Bibliografia

- Anderson B., Payne J. (1998) – *The spectroscope and gemology* – London, UK, 269 pp.
- Dobrinets I. A., Vins V. G., Zaitsev, A. M., (2013) – *HPHT-Treated Diamonds* – Berlin, Germany, 257 pp.
- Han W., Lu T., Dai H., Su J., Dai H. – (2015) – *Impregnated and dyed turquoise* – *Gems & Gemology*, Vol. 51, No. 3.
- Koivula J.I., Hughes R.W., (2006) – *Gem Testing with the Spectroscope* – [www.lotusgemology.com](http://www.lotusgemology.com)
- Saeseaw S., Pardieu V., Sangsawong S. (2014) – *Three-phase inclusions in emerald and their impact on origin determination* – *Gems & Gemology*, Vol. 50, No. 2.
- Smith C. P. (2009) – *Inside emeralds* – *Rapaport Magazine*, Vol. 32, No. 9.
- Smith C. P. (2010) – *Inside Sapphires* – *Rapaport Magazine*, Vol. 33, No. 7.
- Zaitsev A.M. (2001) – *Optical Properties of Diamond Data Handbook* – Germany, 486 pp.



**M&A GEMOLOGICAL INSTRUMENTS**

**MADE BY  
GEMOLOGISTS  
FOR  
GEMOLOGISTS**



**[WWW.GEMMORAMAN.COM](http://WWW.GEMMORAMAN.COM)**

# ANALISI DI LABORATORIO SU UNO STRAORDINARIO REPERTO: DAGLI SCAVI DI COLONNA (ROMA) UN DIADEMA CON ZAFFIRI

a cura di Enrico Butini e Flavio Butini

Nel 2011 a Colonna (piccolo comune vicino Roma), durante gli scavi per le fondamenta di una costruzione privata, è stata scoperta una tomba monumentale di epoca romana. Nel sarcofago rinvenuto all'interno della tomba erano conservati i resti mummificati di una donna insieme a uno straordinario diadema in oro e zaffiri. Mentre il ritrovamento è stato curato dalla Soprintendenza ai Beni Archeologici del Lazio, lo studio e la caratterizzazione del gioiello e delle gemme sono stati assegnati a Enrico e Flavio Butini, che di seguito descrivono le analisi eseguite. I risultati dei test hanno ampliato notevolmente lo scenario di ricerca in campo storico e archeologico.

## Introduzione (a cura di Micaela Angle e Flavio Altamura)<sup>1</sup>

Il gioiello oggetto di studio proviene da un contesto archeologico indagato nel corso delle attività di scavo preventivo della Soprintendenza per i Beni Archeologici del Lazio (SBAL). L'indagine, finalizzata alla costruzione di un edificio privato, è stata eseguita nella prima metà dell'anno 2011 sotto la direzione scientifica del funzionario di zona Dott.ssa Micaela Angle, in località Pian Quintino nel comune di Colonna (Roma) sulle pendici nord-orientali dei Colli Albani. Lungo l'attuale via Valle della Chiesa le indagini iniziate nel 2005 hanno permesso la scoperta parziale di

una necropoli con undici sepolture di periodo romano imperiale, distribuite in almeno due nuclei recintati lungo il passaggio di una via basolata al momento identificabile con la via Labicana. Il nucleo occidentale, con recinto in muratura, comprende una tomba monumentale (tomba I I, Figure A e B), attornata da sepolture infantili in fossa. Il mausoleo è del tipo tomba-ara/altare; sebbene la porzione superiore della struttura sia stata rasata da disturbi successivi, è infatti probabile che vi fosse sovrainpostata una piattaforma per attività rituali. La cella ospitava un sarcofago in marmo bianco con tabula decorativa su uno dei lati lunghi della cassa e coperchio a conformazione

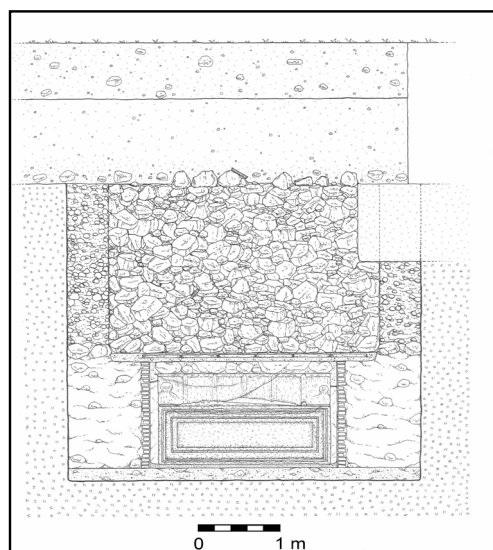
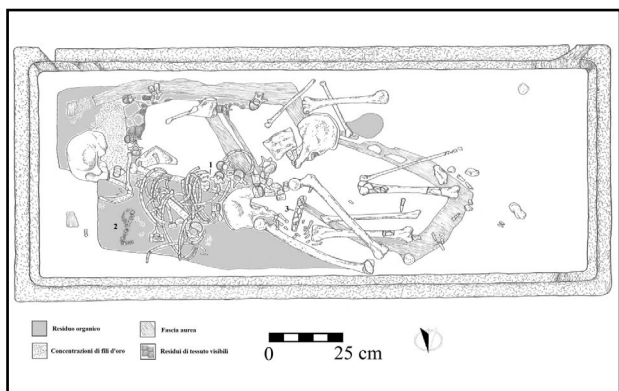


Fig. A Sezione verticale della tomba I I, all'interno della quale è stata rinvenuta la collana in oro e zaffiri oggetto di esame.



Fig. B Foto della tomba I I, sono visibili le lastre di marmo e i laterizi posti a copertura della camera ipogea.

<sup>1</sup> Altamura F., Angle M., P. Cerino, A. De Angelis, N. Tomei; “*Latum pictae vestis considerat aurum*”. *Sepolcri a Colonna*; in G. Ghini (a cura di); *Lazio e Sabina 9*; Atti del Convegno Nono Incontro di Studi sul Lazio e la Sabina; Roma 27-29 Marzo 2012; pp. 255-260



tettiforme. È probabile che il manufatto sia un'importazione dal Proconneso. Il successivo scavo micro-stratigrafico del sarcofago, eseguito presso il Museo Nazionale Prenestino, ha consentito di recuperare i resti dell'individuo inumato (Figure C e D), di sesso femminile e con età alla morte di ca. 40 anni. La defunta era stata deposta con un anello in argento, un flabello (?), ed il gioiello in oro e zaffiri oggetto della relazione (reperto 2). Sul fondo della vasca del sarcofago sono inoltre stati rinvenuti resti di un orlo in tessuto aureo, nonché residui di tessuto organico (lino-lana e seta), riferibili all'abbigliamento dell'inumata.

### Descrizione e indagine orafco-costruttiva del monile

La collana-diadema (Peso: gr. 58,72; Lunghezza: cm. 29,00; Figura 1) è composta da venticinque elementi di filo a verga tonda in oro, che formano due occhielli contrapposti, saldati tra loro, a disegnare un motivo a "nodo d'Ercole". Questo è ripetuto in varie dimensioni in gradazione crescente verso la parte centrale del monile. La struttura portante delle maglie, è costituita da due fettucce in oro, disposte a croce e saldate (Figure 2, 3 e 4). Lo snodo di raccordo tra le maglie è coperto da piccole sfere d'oro saldate (Figure 5 e 10).



Fig. 1 Collana-diadema in oro giallo e zaffiri



Fig. 2 Gancio-anello di raccordo tra i "nodi d'Ercole".



Fig. 3 Particolare di un gancio-occhiello saldato alla base del castone ovale e residuo di un paglione rettangolare di saldatura.



Fig. 4 Lamina d'oro saldata al di sotto dei castoni e fettucce disposte a croce utilizzate come base e raccordo tra i nodi d'Ercole.



Fig. 5 Griffe realizzate a filo presenti al disopra dei nodi e sfere distanziali tra le maglie.

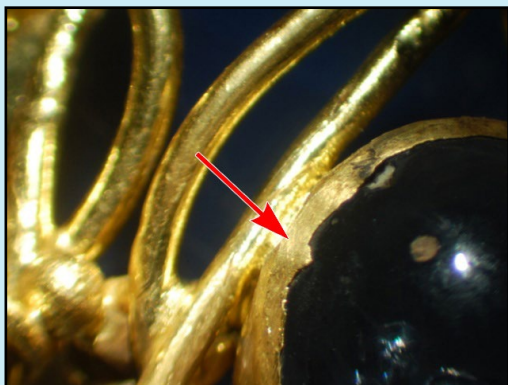


Fig. 6 Particolare di un castone "battuto" su cui sono visibili delle "barbe", residuo di lavorazione che sovravanza la gemma.



Fig. 7 Zaffiro centrale sostenuto da un perno con testa ribattuta; si nota, a sinistra della pietra, un perno verticale con gemma mancante.

Ognuna delle maglie è predisposta per alloggiare, alternate, n°7 gemme blu (identificate dall'analisi gemmologica come zaffiro, varietà di corindone). I due zaffiri di forma emisferica (n. 1 e 7) hanno un foro passante e sono fissati alla maglia per mezzo di due fili aurei saldati per un'estremità alla base; l'altro capo del filo va ad infilarsi, per la metà, all'interno del foro della pietra. La stessa tecnica è utilizzata anche per le maglie prive di gemme, essa consentiva la sospensione delle pietre dalla base. Le restanti gemme (n. 2, 3, 5 e 6), di forma ovoidale a taglio cabochon, sono fissate per mezzo di castoni "battuti" (Figura 6).

Lo zaffiro in posizione centrale (n. 4), di forma tonda cabochon, è forato dall'alto in basso e fissato per mezzo di un perno passante saldato alla base e ribattuto all'estremità a mo' di chiodo (Figura 7).

La maglia alla sinistra di quella centrale (n. 12) presenta anch'essa un perno libero con testa ribattuta (Figura 7) che fungeva da sostegno a una gemma mancante (una perla?).

I fili utilizzati nella composizione dei nodi sono stati accuratamente lucidati e rifiniti mentre quelli impiegati nella realizzazione delle griffe sono stati lasciati non rifiniti

(Figure 8-12). Questo si deduce dalle linee elicoidali rimaste sulle griffe (Figura 10) e dalle pseudo-faccette che appaiono invece sui fili che disegnano la maglia (Figura 11).

Tutte le griffe ricurve dei castoni, compresi quelli che non sono impreziositi da zaffiri, riportano dei segni di forzatura (Figura 12). Questi segni sono dovuti all'impiego, da parte dell'artigiano, di un utensile metallico usato per spingere le griffe all'interno di ulteriori gemme forate (perle?) ormai non più presenti.

## Materiali e metodi

I sette zaffiri montati sul diadema sono stati identificati tramite lettura a distanza (spot method), usando un rifrattometro Rayner Dialdex, e confronto degli spettri ottenuti utilizzando un Raman MAGI "Gemmoraman 532".

Test EDXRF sono stati effettuati su tutti e sette i campioni con un OMEGA X PRESS della Innov-X System.

Gli esami spettroscopici UV-VIS-NIR sono stati eseguiti solo in direzioni (che gli autori non sono stati in grado di identificare con certezza) obbligate dalla delicatezza e dall'ingombro del monile, utilizzando un PYE UNICAM SP8-100 e un JASCO V-630.



Fig. 8 Particolare delle linee elicoidali del filo d'oro ritorto che compone una delle due griffe che sosteneva la gemma mancante.

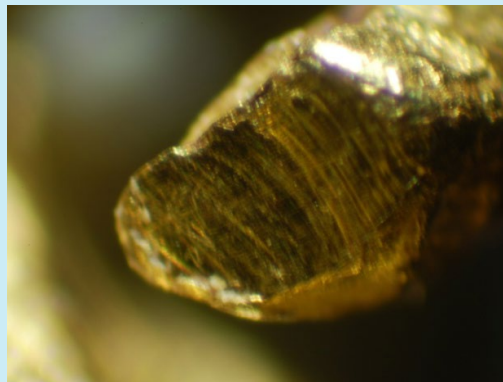


Fig. 9 Particolare della troncatura del filo d'oro eseguita con un utensile a scalpello.



Fig. 10 Linee elicoidali sulle griffe ottenute per torsione del filo d'oro (in origine di sezione quadrata).

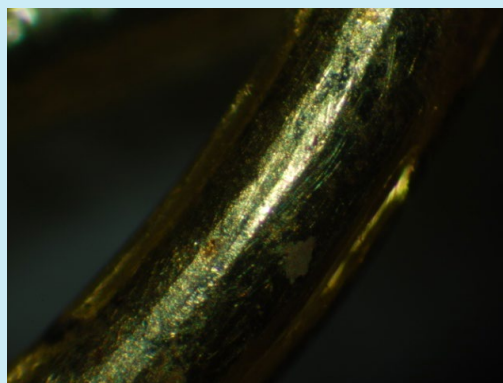


Fig. 11 Particolare della lavorazione del filo: si notano vari piani longitudinali lasciati impressi dall'antica tecnica di costruzione del filo, ottenuta per rotolamento (non trafilato).

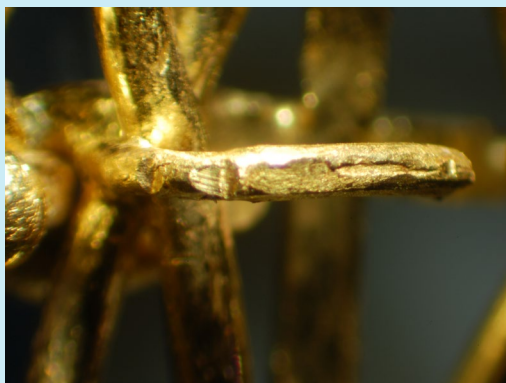
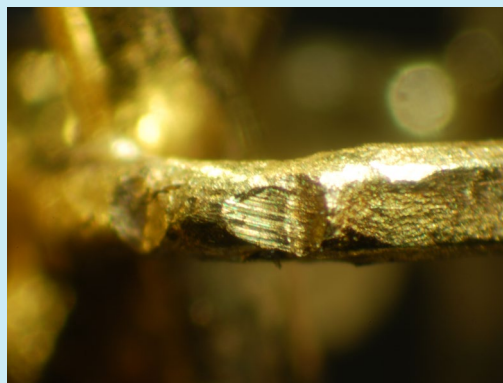


Fig. 12a/12b Segni di forzatura impressi dall'utensile sulle griffe; si notano i microsolchi causati da una non perfetta lucidatura dell'utensile impiegato.



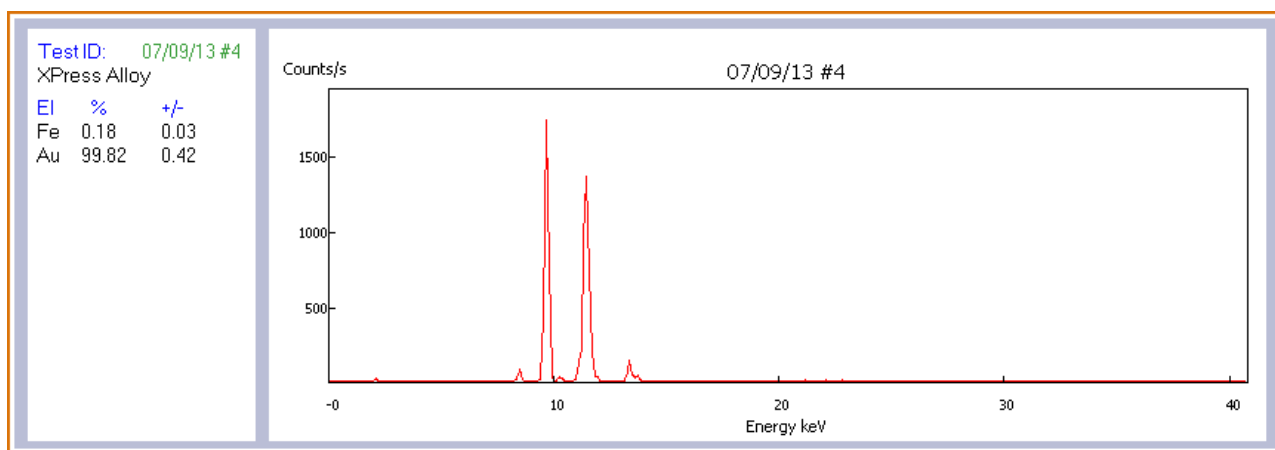


Fig. 13 Grafico ottenuto con la tecnica della fluorescenza ai raggi X; analisi effettuata su una maglia della collana-diadema.

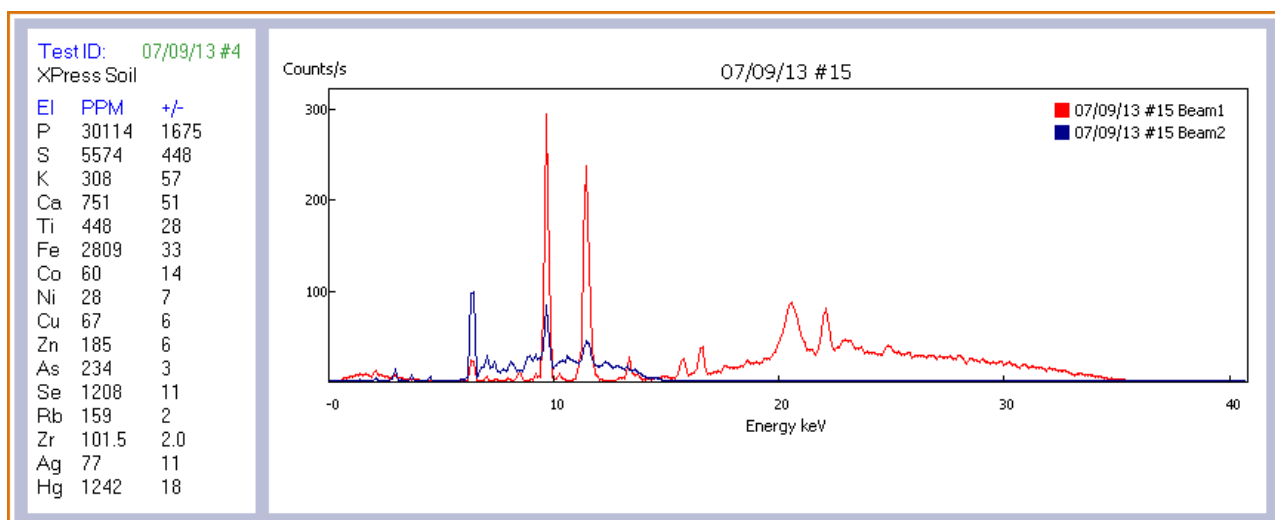


Fig. 14 Grafico ottenuto con la tecnica della fluorescenza ai raggi X; analisi effettuata su uno dei quattro zaffiri di presunta origine basaltica.

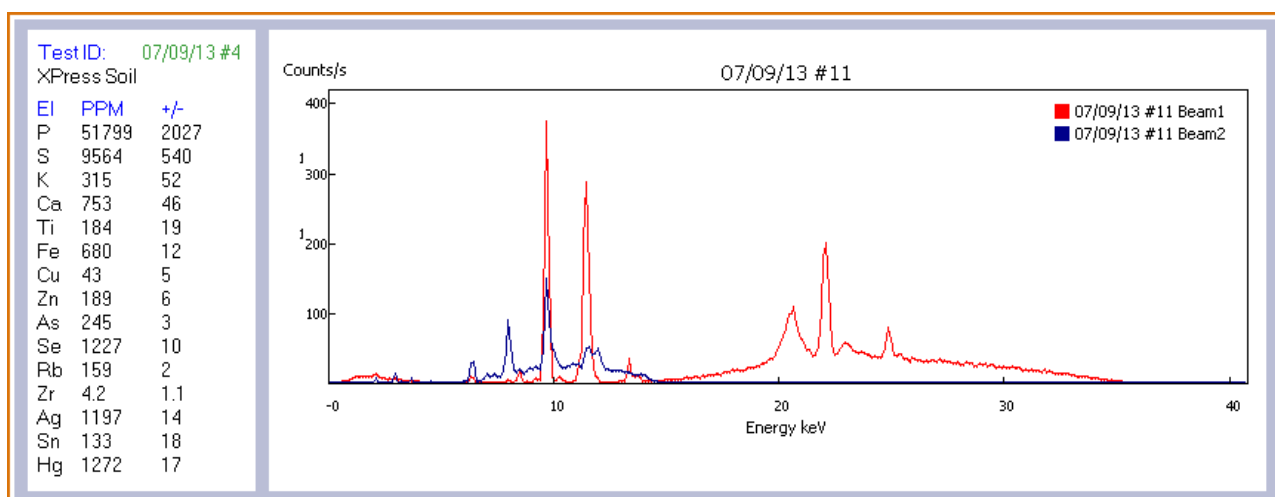


Fig. 15 Grafico ottenuto con la tecnica della fluorescenza ai raggi X; analisi effettuata su uno dei quattro zaffiri di presunta origine non basaltica.

## Risultati

### Analisi della lega

Il titolo dell'oro è stato rilevato in più punti con la tecnica EDXRF (Energy Dispersive X Ray Fluorescence) che ha rilevato percentuali di oro variabili tra 99.7 e 99.8 % con quantità trascurabili di ferro, rame e nichel (Figura 13).

### Analisi gemmologica

Tutte le gemme analizzate sono risultate essere zaffiri naturali (varietà di corindone). L'analisi EDXF (Krzemnicki 2014, Joseph et al. 2000) ha rivelato contenuti metallici in traccia tali da poter concludere che quattro degli zaffiri sono di origine basaltica (es. Thailandia e Cambogia) (n. 1, 2, 4 e 7; Figura 14) e altri tre sono invece di origine non-

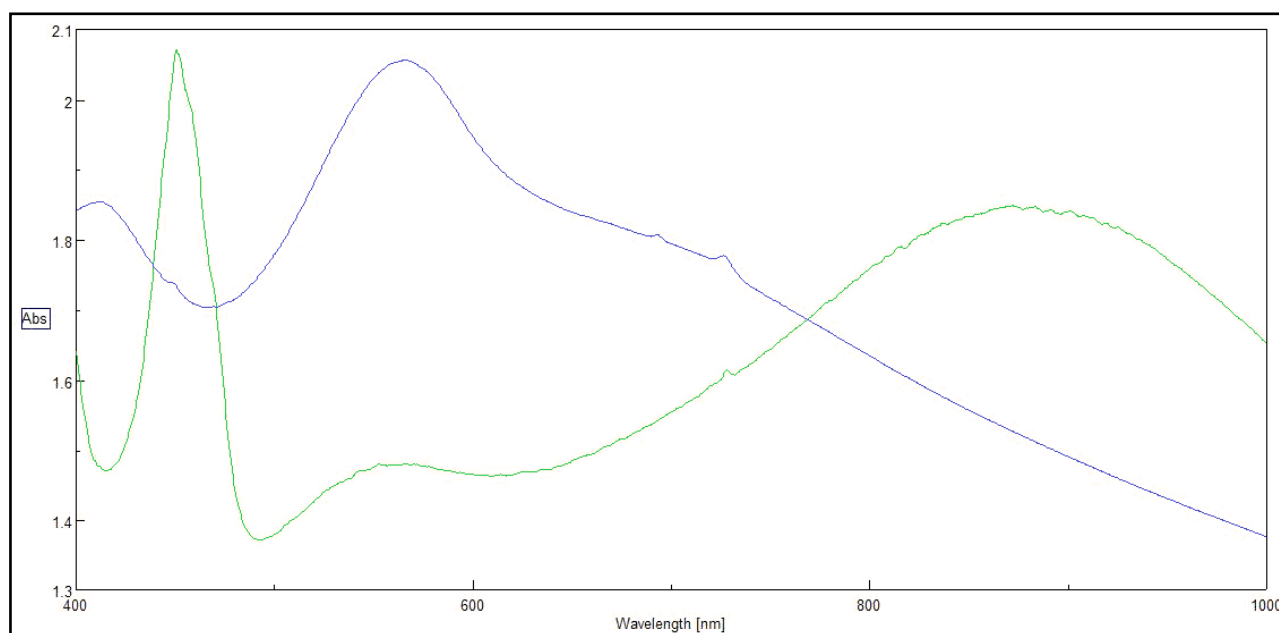


Fig. 16 Grafico in cui vengono messi a confronto il tracciato UV-Vis relativo a uno degli zaffiri di presunta origine basaltica (in verde) e quello relativo a uno degli zaffiri di presunta origine non basaltica (in blu).

basaltica (es. Sri Lanka e Birmania) (Figura 15) tale ipotesi è supportata dai risultati ottenuti con la spettroscopia UV-VIS (Krzemnicki et al. 1996, Themelis 2010) (Figura 16). Per i depositi basaltici, accanto alle origini attuali ben conosciute, come Thailandia e Cambogia (le pietre provenienti da questi luoghi potrebbero aver raggiunto Roma attraverso le “Vie Orientali”), si possono tenere in considerazione i depositi del Massiccio Centrale in Francia (Gaillou 2003; Giuliani et al. 2008; Medard et al. 2012), dai quali provengono alcuni importanti zaffiri di qualità gemma montati in gioielli

medioevali, per i quali non è completamente escluso il ritrovamento e l'utilizzo già secoli prima. Ad esclusione dello zaffiro n.2, anche l'osservazione microscopica ha fornito indicazioni di supporto alla determinazione di origine geografica di cui sopra (Andergassen e Bossi 1995, Gübelin e Koivula 2008). Nello specifico le foto in figura 17 sono state scattate alle gemme ritenute di origine basaltica mentre le foto in figura 18 a quelle di presunta origine non basaltica.

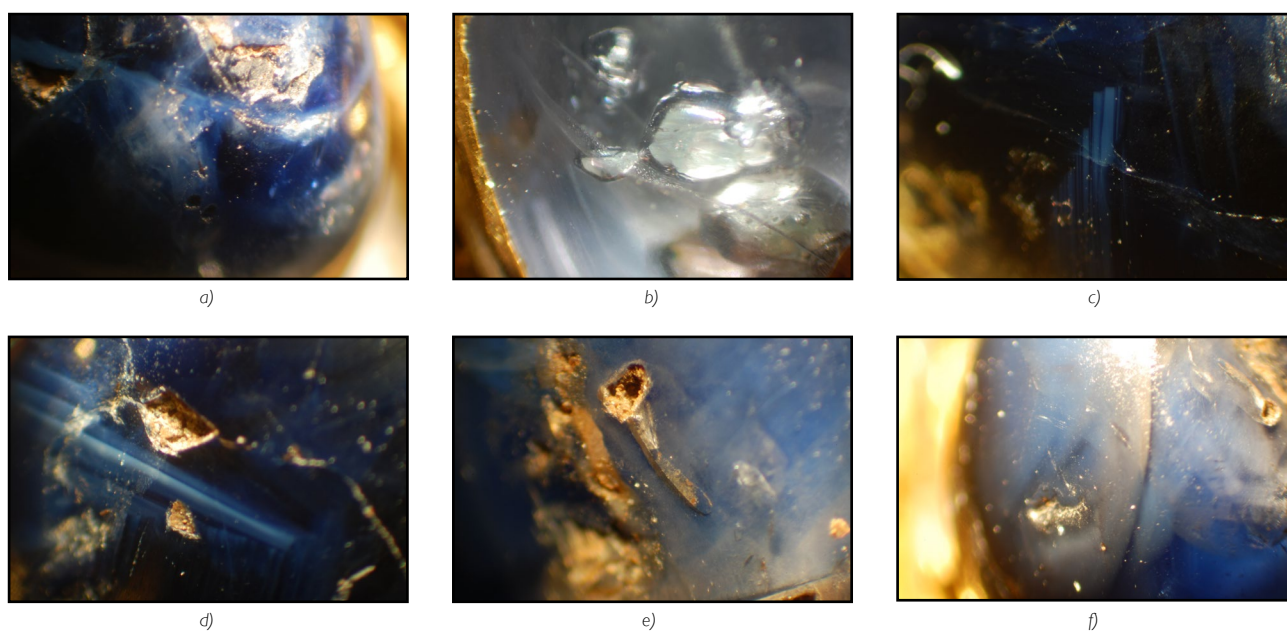


Fig. 17 Foto delle inclusioni relative ai quattro zaffiri di presunta origine basaltica: a. zonature di colore, fratture e cavità affioranti riempite con detriti; b. grossi cristalli negativi; c. zonature di colore e di crescita, bande biancastre di piccolissime inclusioni cristalline; d. cavità riempite di detriti, zonature di colore e di crescita, bande biancastre (come in b.); e. cavità e cristallo negativo allungato con detriti; f. cavità, zonature di colore e di crescita. Foto realizzate a differenti ingrandimenti (20x - 40x).

## Conclusioni

Il sodalizio tra la gemmologia e l'archeologia si sta facendo sempre più consolidato e proficuo. I risultati appena presentati, ad esempio, stanno dando grande impulso alla ricerca nel campo degli antichi scambi e tratte commerciali. I ricercatori, infatti, non immaginavano che il commercio delle pietre preziose potesse essere così complesso da

ipotizzare la presenza di antichi mercanti di gemme che avessero accesso a fonti così remote e distanti.

Sempre più musei, soprintendenze e fondazioni si stanno dotando di propri laboratori di restauro e manutenzione (disciplina molto sviluppata in Italia); chissà che lo sviluppo e la nascita di nuovi piccoli e medi laboratori gemmologici non vada proprio in questa direzione.

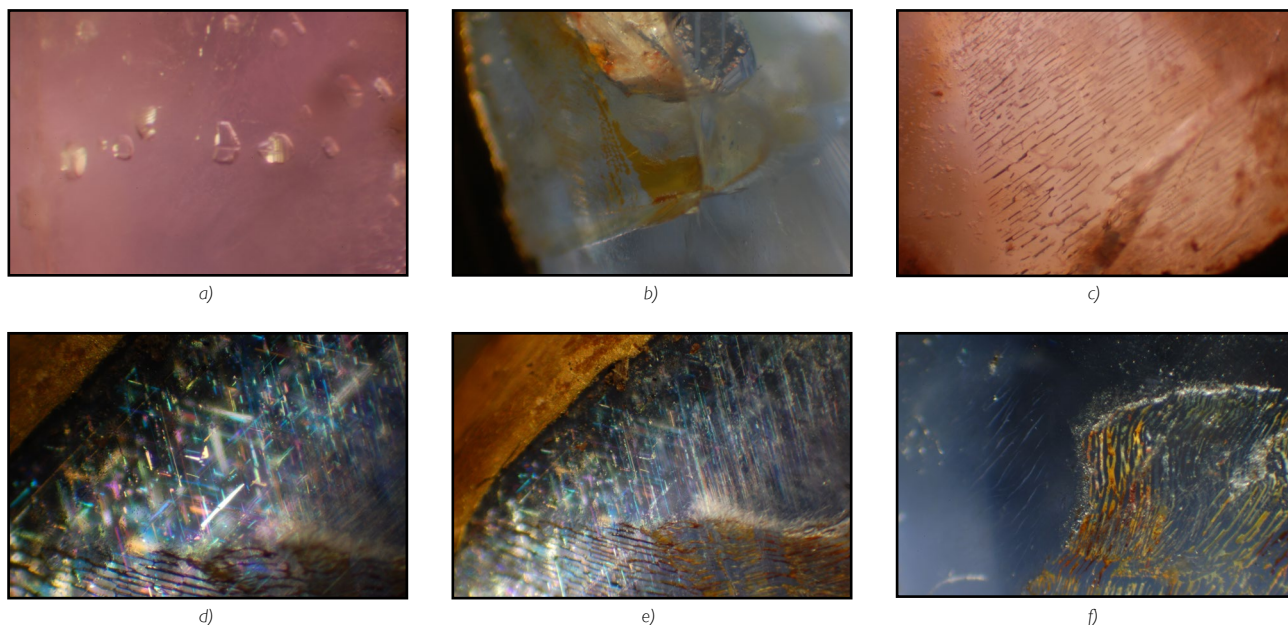


Fig. 18 Foto delle inclusioni relative ai tre zaffiri di presunta origine non-basaltica: a. inclusioni multifase; b. frattura con tracce di ossidazione e grosso cristallo negativo; c. fingerprint; d. inclusioni aghiformi incrociate; e. inclusioni aghiformi incrociate e fingerprint; f. a destra è possibile vedere una fingerprint mentre a sinistra, posizionati sulla superficie esterna della gemma, si notano dei "marchi di fuoco" (lucidatura mal eseguita). Foto realizzate a differenti ingrandimenti (20x - 60x).

## Bibliografia

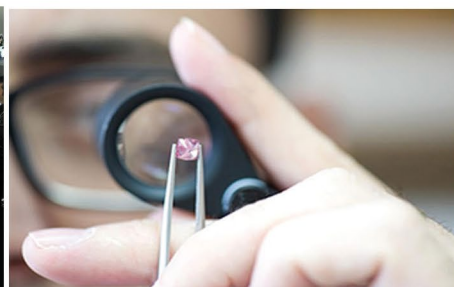
- Altamura F., Angle M. P., Cerino A., De Angelis, N. Tomei; "Laturn pictae vestis considerat aurum". *Sepolcri a Colonna*; in G. Ghini (editor); Lazio e Sabina 9; Atti del Convegno Nono Incontro di Studi sul Lazio e la Sabina; Roma 27-29 Marzo 2012; pp. 255-260
- Andergassen W., Bossi G., 1995. *Caratteristiche interne delle gemme*. Giovanni Bossi & C., Roma e Cavalese, settembre 1995.
- Dhaenaratne P.G.R., Ranjith Premasiri H.M., Dillimuni D., 2012. Sapphires from Thammanawa, Kataragama Area, Sri Lanka. *Gems & Gemology*, 48(2), pp. 98-107.
- Gaillou E., 2003. *Les saphirs du Massif Central: etude minéralogique des saphirs du Sioulot du Mont Coupet e du Menoyre*.
- Giuliani G., Fallick A., Ohnenstetter D., Pegere G., 2009. Oxygen isotopes composition of sapphires from the French Massif Central: implications for the origin of gem corundum in basaltic fields. *Miner Deposita*, 44, 221-231.
- Gübelin E.J., Koivula J.I., 2008. *Photoatlas of inclusions in Gemstones*, vol. 3, Opinio Publishers, Basel, Switzerland.
- Joseph G., Lal M., Shinde P.S., Padalia B.D., 2000. Characterization of gem stones (rubies and sapphires) by energy-dispersive x-ray fluorescence spectrometry. *X-Ray Spectrometry, Forensic Science*, 29 (2), pp. 147-150.
- Kan-Nyunt H-P., Karampelas S., Link L., Thu K., Kiefert L., Hardy P., 2013. Blu Sapphires from the Baw Mar Mine in Mogok. *Gems & Gemology*, 49(4), 223-232.
- Krzemnicki M.S., Hänni H.A., Guggenheim R., Mathys D., 1996. Investigations on sapphires from an alkali basalt, South West Rwanda. *J. Gemm.*, 25(2), 90-106.
- Krzemnicki M.S., 2014. *Scottish Gemmological Conference*
- Schmetzer K., Medenbach O., 1988. Examination of three-phase inclusions in colorless, yellow and blue Sapphires from Sri Lanka. *Gems & Gemology*, 24(2), 107-111.
- Schwartz D., Kanis J., Schmetzer K., 2000. Sapphires from Antsiranana Province, Northern Madagascar. *Gems & Gemology*, 36(3), 216-233.
- Smith C.P., Kammerling R.C., Keller A.S., Peretti A., Scarratt K.V., Dang Khoa N., Repetto S., 1995. Sapphires from Southern Vietnam. *Gems & Gemology*, 31(3), 168-186.
- Themelis T., 2008. *Gems & Mines of Mogok*. A&T Publications, Thailand, 352 pp.
- Themelis T., 2010. *The heat treatment of ruby & sapphire*, Second Edition. A&T Publications, Thailand, 384 pp.



## GEMTECH PER UNA GEMMOLOGIA ETICA. CREARE UNA COMUNITÀ PER GIOIELLIERI E GEMMOLOGI

GEMTECH È UN'ASSOCIAZIONE NO PROFIT SPECIALIZZATA NELLA FORMAZIONE TECNICA E NELLO STUDIO DEI TEMI ETICI DELLA GIOIELLERIA E DELLA GEMMOLOGIA.

IN ITALIA È LEADER NELLA RICERCA PER REALIZZARE ED APPLICARE  
PROCEDURE DI RESPONSABILITÀ NEL CAMPO DELLA CORRETTA  
DENOMINAZIONE COMMERCIALE DELLE GEMME, DELLA SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE,  
DEL SOSTEGNO ALLE COMUNITÀ NELLE AREE MINERARIE DI PAESI SVANTAGGIATI.



GEMTECH È PARTE DEL GRUPPO TRASPARENZE NETWORK

TRASPARENZE  network

CENTRO ORAFO IL TARI  
MOD. 173-174 - TEL: 0823/837635

SEDE CORSI: CENTRO ORAFO OROMARE  
S.P. 22, KM 1750 - MARCIANISE (CE)

[WWW.TRASPARENZE.NET/GEMTECH-HOME](http://WWW.TRASPARENZE.NET/GEMTECH-HOME)

# EMOTIONS DIAMONDS

OFFRIAMO AI NOSTRI CLIENTI  
LE MIGLIORI PIETRE SUL MERCATO  
CON AFFIDABILITÀ GARANZIA E LOGISTICA

**Diventa nostro partner e proponi nella tua gioielleria  
l'unico bene che mantiene il suo valore. Contattaci!**



# TRASPARENZE



# ZE

etwork

[www.trasparenze.net](http://www.trasparenze.net)

“CENTRO ORAFO IL TARI” - MOD. 173 - 174  
Z.I.ASI SUD 81025 MARCIANISE (CE) - ITALY

**T** +39 0823 837 393 - +39 0823 837 635

**F** +39 0823 837 637