

Il laboratorio diagnostico tradizionale

microscopio e luce di Wood

Il Laboratorio diagnostico

**Il laboratorio interviene per razionalizzare l'anamnesi sulle materie prime
ciò per individuare qualità e sofisticazioni e
prevedere prognosi sullo strumento nel restauro**

*lo scopo è offrire **certezze sulla qualità** dei materiali in ingresso, valutarne lo stato di conservazione e identificare eventuali alterazioni presenti nel prodotto finito*

Fun...chemistry nell'aula di micro del Liceo "Torriani"



Analisi microscopica nell'arte

L'analisi
microscopica
cross-section
evidenzia molto
bene le
sovrapposizioni
di colore e
dunque le
tecniche
operative:

COLORE AD AFFRESCO ED OLIO SU PREPARAZIONE

*lapis azzurro /
 azzurrite

 base organica

 colore stratificato
 preparazione oleosa
 a gesso/bianca
 (Solfati e carbonati)

 preparazione
 a calce*



*colore sovrapposto
 stuccatura

 sponziosa
 colore originale
 preparazione
 base*

**VERNICE
STRATIFICATA**

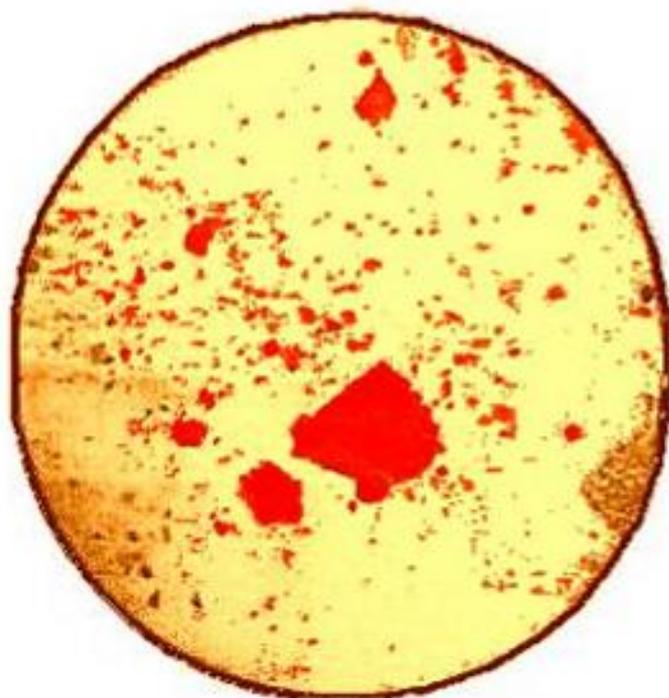
**VERNICE
IMPREGNANTE**

VERNICE DI VIOLINO

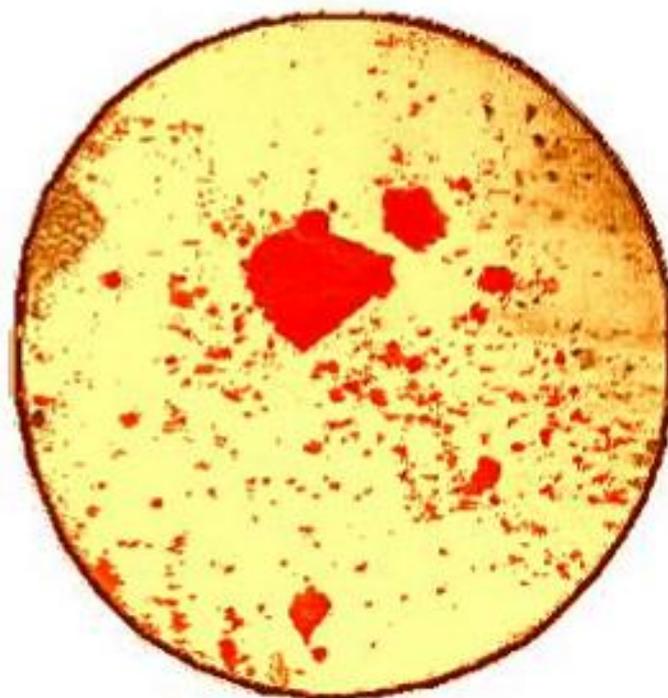


- oli siccativi
- resine,
- oli, pigmenti
- strato proteico
- pH tampone
- turapori silicico,
"liquor silicum"
- colle,
cere pigmentate

Micrografia di una vernice di Stradivari
come dice Sacconi o di lacca di Garanza
come timidamente rileva il Mancina una
cinquantina d'anni prima?



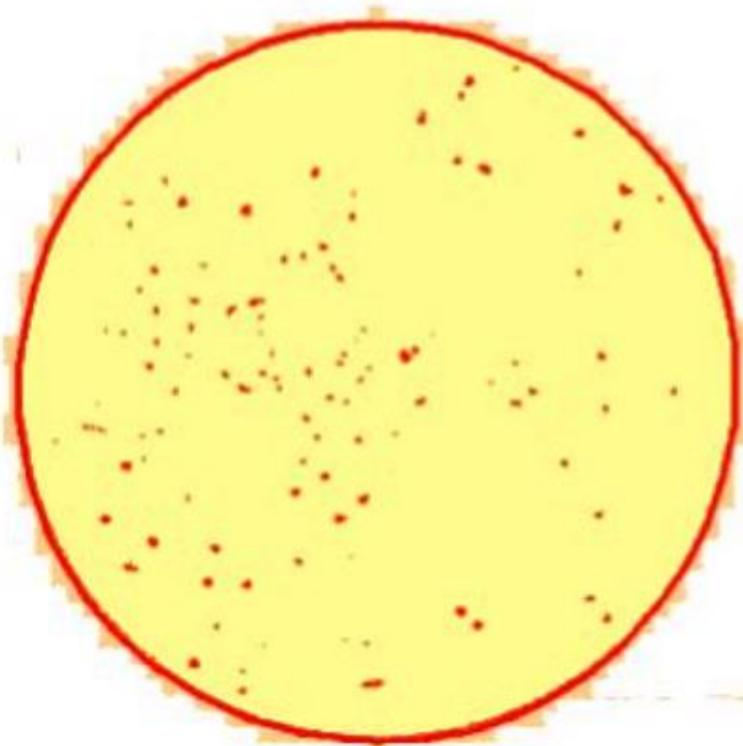
Micrografia di una scheggia di vernice di Stradivari - Tratto da "I segreti di Stradivari di Simone Sacconi



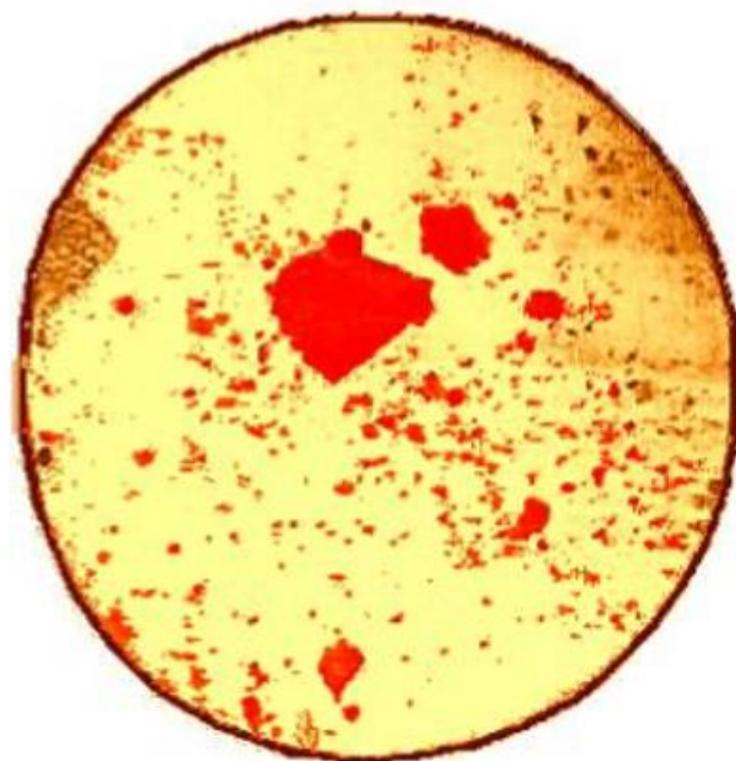
Microfotografia di lacca di garanza - Campione anteriore al 1850 dal prof. Silvestri - Tratto da "L'esame scientifico delle opere d'arte e il loro restauro" di Renato Mancina

Sezione sottile :

il Mancina evidenzia la diversa istologia di campioni di lacca di garanza rossa (*rubia tinctorum*) antica e moderna per dimostrarne le diverse caratteristiche



Lacca moderna



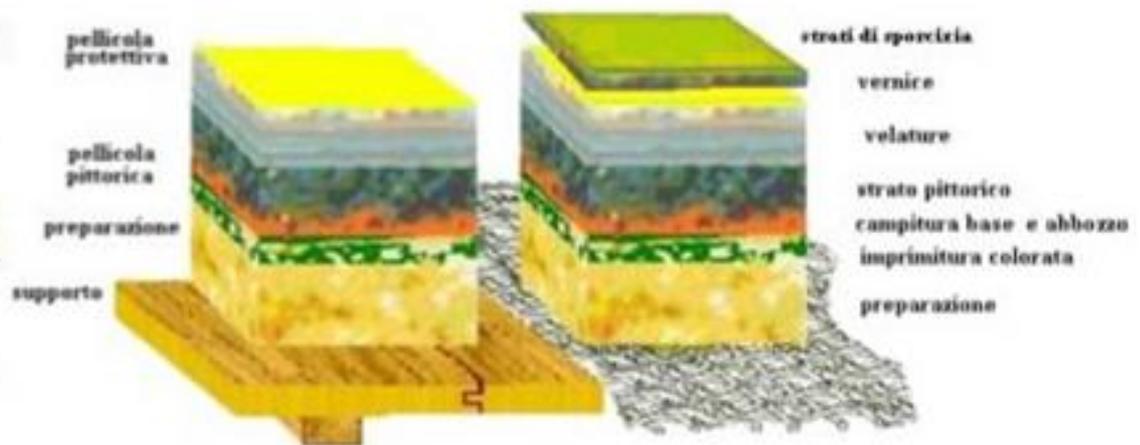
lacca antica

La lacca frantumata grossolanamente o cristallizzata internamente alla vernice, appare di un colore intenso; se la frantumazione procede e la cristallizzazione è impedita, si ottengono clasti di pigmento assai più piccoli di diametro con diminuzione dell'intensità del colore

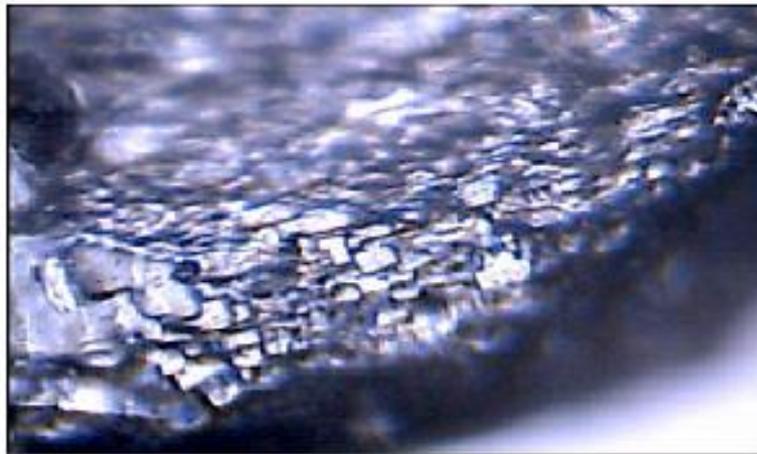
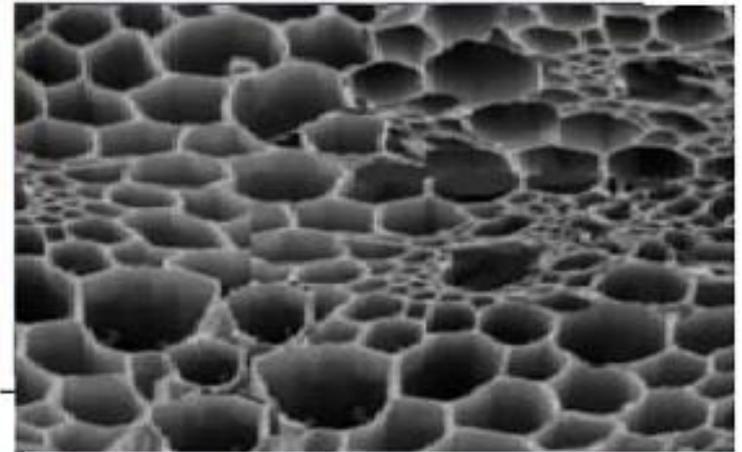
Laboratorio : diagnostica nel visibile

La diagnostica al microscopio è fondamentale per valutare quali interventi successivi di pulitura, ripristino o restauro conservativo, si possono effettuare sul dipinto. L'esempio applicato ad un oggetto di liuteria modello Amati appartenente alla collezione storica dell'ITIS "Torriani" di Cremona.

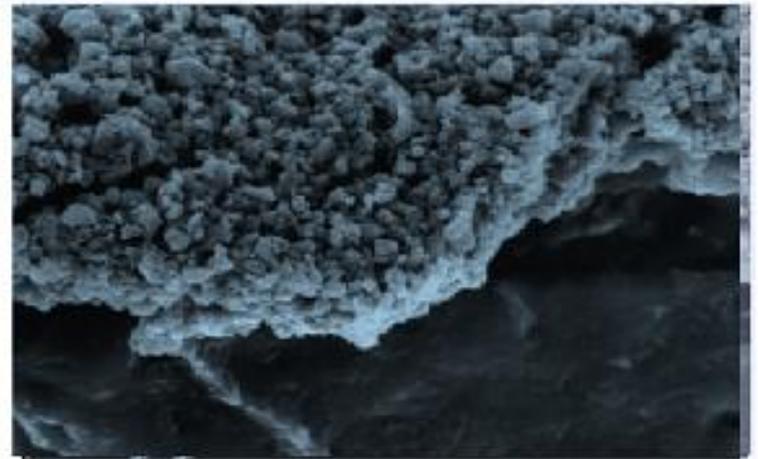
Analisi microscopica nell'arte



**Laboratorio: diagnostica del legno, cellule e cristalli
con microscopio associato a computer
per indagare l'intima materia ma anche per verificare ingenuie
falsificazioni**



**comune sale da cucina ottenuto
con microscopio scolastico**



**vernice di Stradivari ottenuta con
microscopio elettronico (presa dalla
letteratura)**

LEGNO

gli alberi preferiti dai liutai sono gli abeti rossi della Foresta di Paneveggio, nella Val di Fiemme in Trentino. Anche Stradivari sceglieva quegli alberi. Il cedro rosso si ritiene fosse usato per tavole armoniche di violini e clavicembali nel rinascimento.

Lo strumentista usa dire che l'abete, per la sua potenza di emissione sonora, è "per chi ascolta" mentre il cedro, per la dolcezza ed equilibrio di armonici, è "per chi suona".

Palissandro ed ebano per la loro compattezza servono per accessori del violino, archi, e per costruire strumenti a pizzico ed a fiato



acer di monte acer pseudoplatanus



acero riccio, acer platnoides



quilted maple



Acer campestre



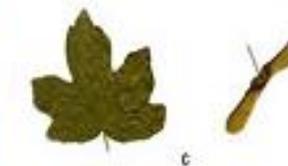
Acer campestre nostrano Oppio



a



b



c



pioppo nero



Pero



Ciliegio



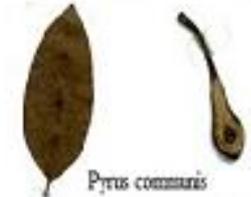
ebano (Diosyros ebanum)



Ginepro



populus nigra



Pyrus communis



Abete rosso



Palissandro



Cedro



Cedro rosso



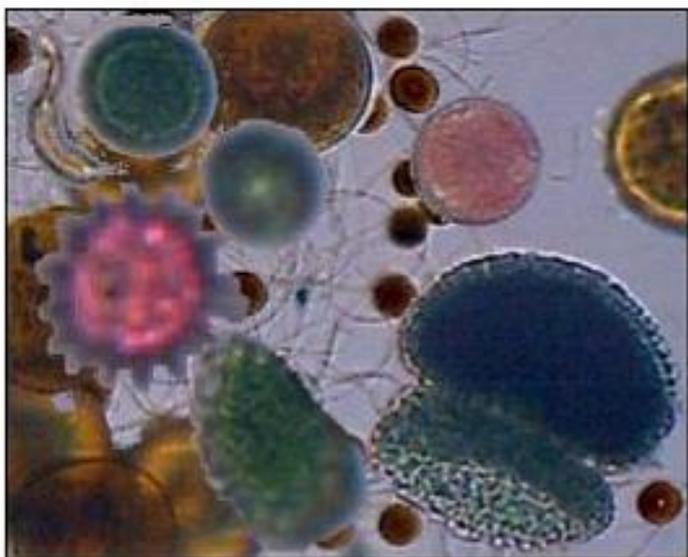
Mogano



ABETE

ACERO

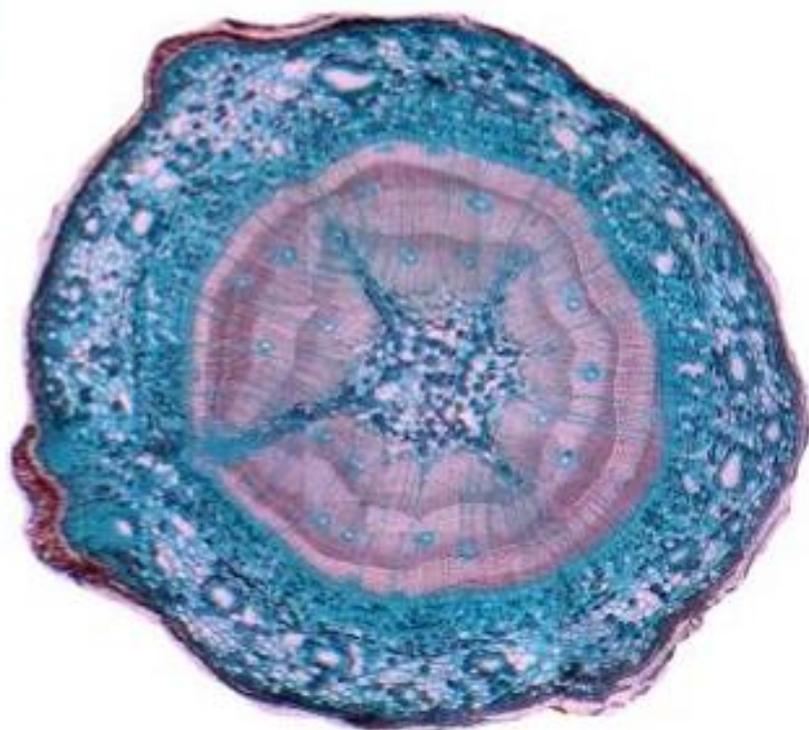
Specifici tipi di legno sono usati per: filetti decorativi (Acero, Pioppo ,*Populus*), Salice (*Salix*), tastiere (Ebano, *Dyospiros*), contro fasce (Faggio,*Fagus sylvatica*)



L'analisi microscopica
cross- section di spore e
legno



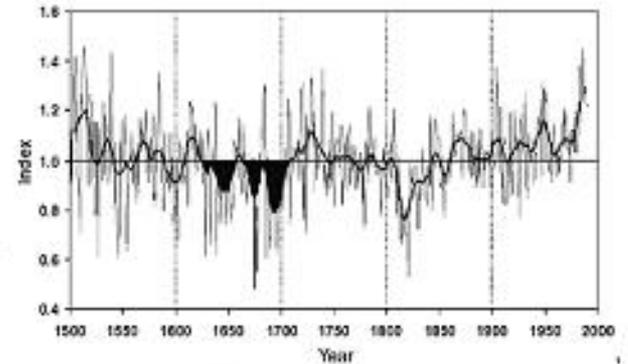
preparazione del campione nel
laboratorio ITIS



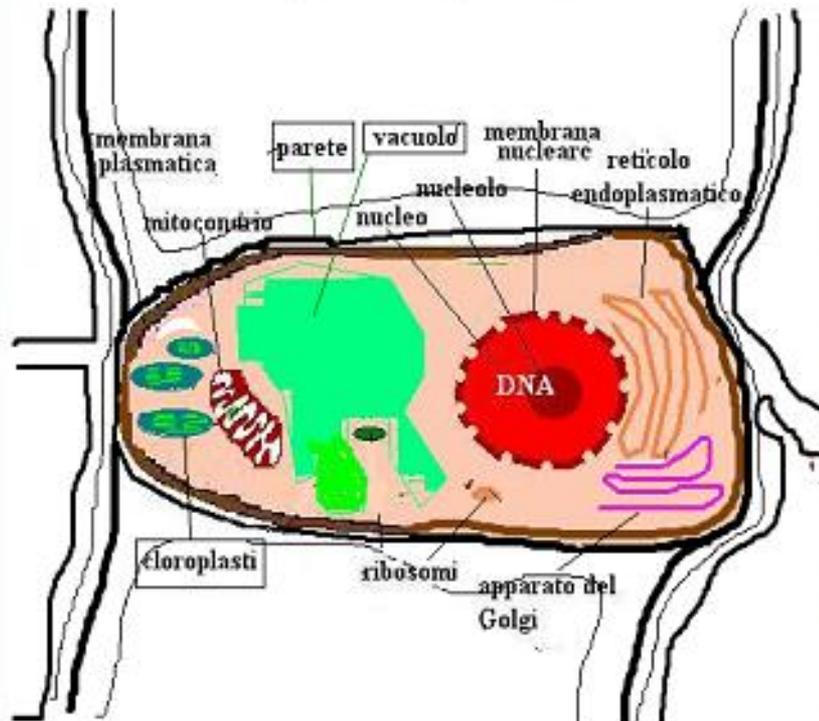
ANALISI del legno caratteristiche, datazione, evoluzione all'invecchiamento

- **Metodo dendrocronologico** Si utilizza per valutare l'invecchiamento degli oggetti in legno e si basa sullo studio degli anelli del tronco che rappresentano le fasi di crescita dell'albero da cui il legno proviene.

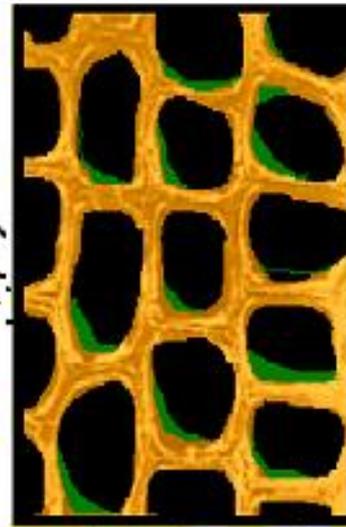
L. Burdke, H. D. Grissino-Mayer



- **Metodo del carbonio 14** : misurare la radioattività residua di un campione dovuta al carbonio 14 permette di conoscerne l'età
- **Analisi microscopica SEM** per valutare l'invecchiamento del legno e della membrana



Durante l'invecchiamento o stagionatura le cellule perdono il protoplasma mantenendo la parete cellulare

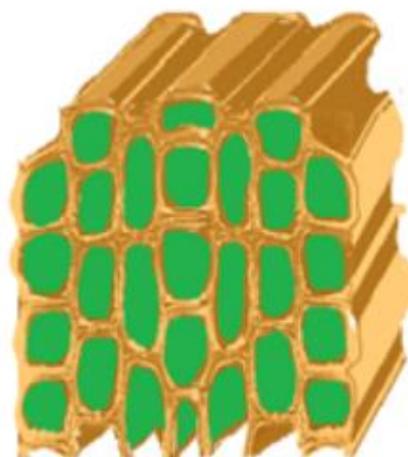


Osservazione per una didattica delle scienze



ABETE ROSSO

Proprietà Isotrope:
la frequenza di vibrazione
avviene in direzione
longitudinale

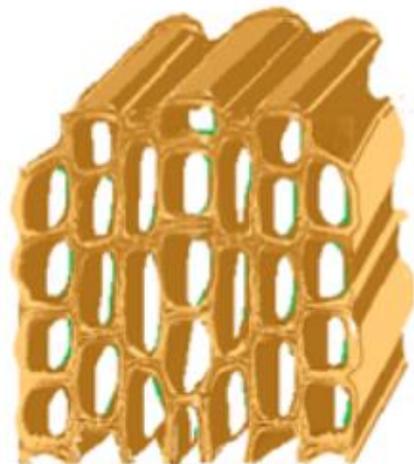


LEGNO FRESCO



ABETE ROSSO DI RISONANZA *Picea Excelsa, o Abete Maschio*

Proprietà anisotrope:
La frequenza e la ricetta
degli armonici è arricchita
anche dalla vibrazione
radiale



LEGNO STAGIONATO

L' "abete armonico", "abete che canta", "abete maschio", "abete noseler" o "abete fagherino" è caratterizzato da introflessioni (indentature o mazzature) orientate verso il midollo che producono curiosi riflessi argentati

**Il legno con le sue fibre a forma di canne d'organo è un risuonatore naturale.
La Chimica studia la sua natura e le sue trasformazioni con la stagionatura**

legno fresco



lamella mediana permette l'adesione tra cellule e contiene pectina

parete primaria contiene

cellulosa Polisaccaride, altopolimero del cellobiosio, $(C_6H_{10}O_5)_{4000-6000}$

pectine Eteropolisaccaridi

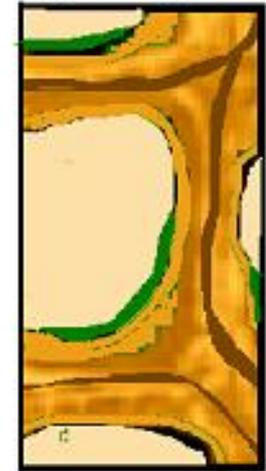
emicellulose plastiche Esosani (mannani, galattani ed altri)

lignina rigida Macromolecola con gruppi alcolici, fenolici e metossilici;

protoplasma contiene acqua e particelle plasmatiche

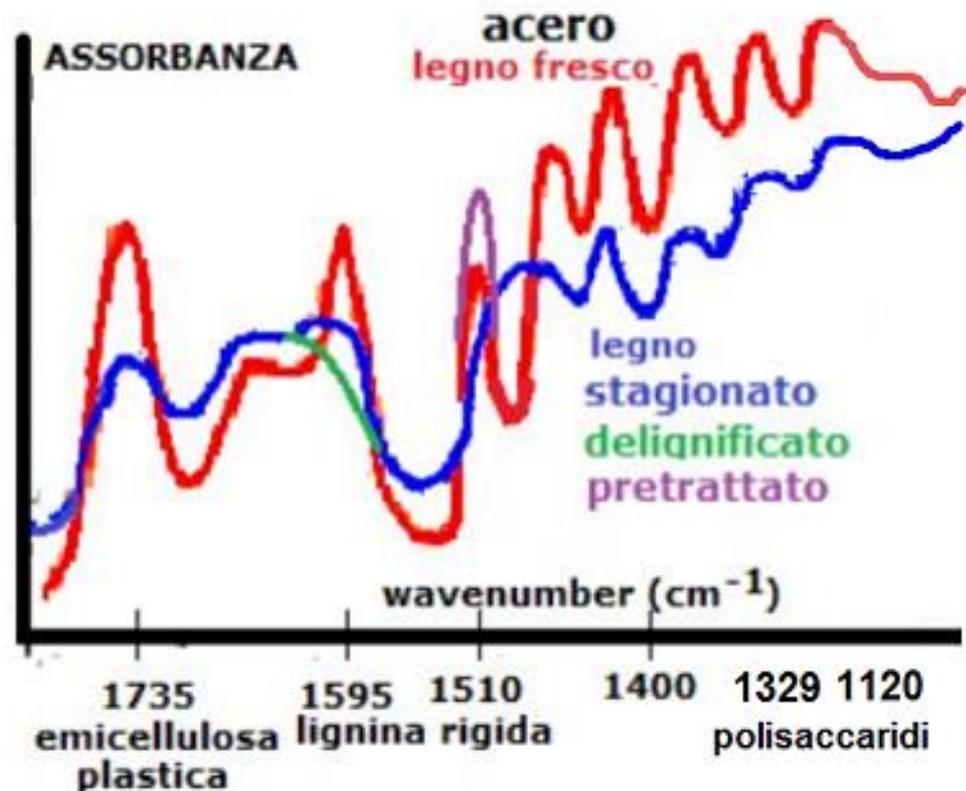
membrana plasmatica

legno stagionato



Le cellule legno, durante l'invecchiamento, perdono le caratteristiche plastiche in quanto subiscono una degradazione della membrana cellulare a base di fosfolipidi, e contemporaneamente una denaturazione delle pectine ed emicellulose con formazione di chinoni, xilani e conseguente eliminazione dei liquidi metabolici e acqua.

Trattamenti diversi incidono sullo spettro analitico



L'analisi chimica si affida a norme UNI

Analisi chimiche del legno

- Contenuto estrattivi (acquosi - organici)
- Contenuto lignina (Klason)
- Contenuto olocellulosa (Norman & Jenkins)
- Contenuto ceneri
- Capacità di Scambio Cationico

Normativa

- UNI 11205 Beni Culturali - Legno di interesse archeologico ed archeobotanico - Linee guida per la caratterizzazione
- UNI 11206 Beni Culturali - Legno di interesse archeologico ed archeobotanico - Linee guida per il recupero e la prima conservazione
- UNI 11205 Definisce i parametri chimici, fisici, biologici atti a valutare lo stato di conservazione del legno:
Campionamento

Caratterizzazione del legno Identificazione

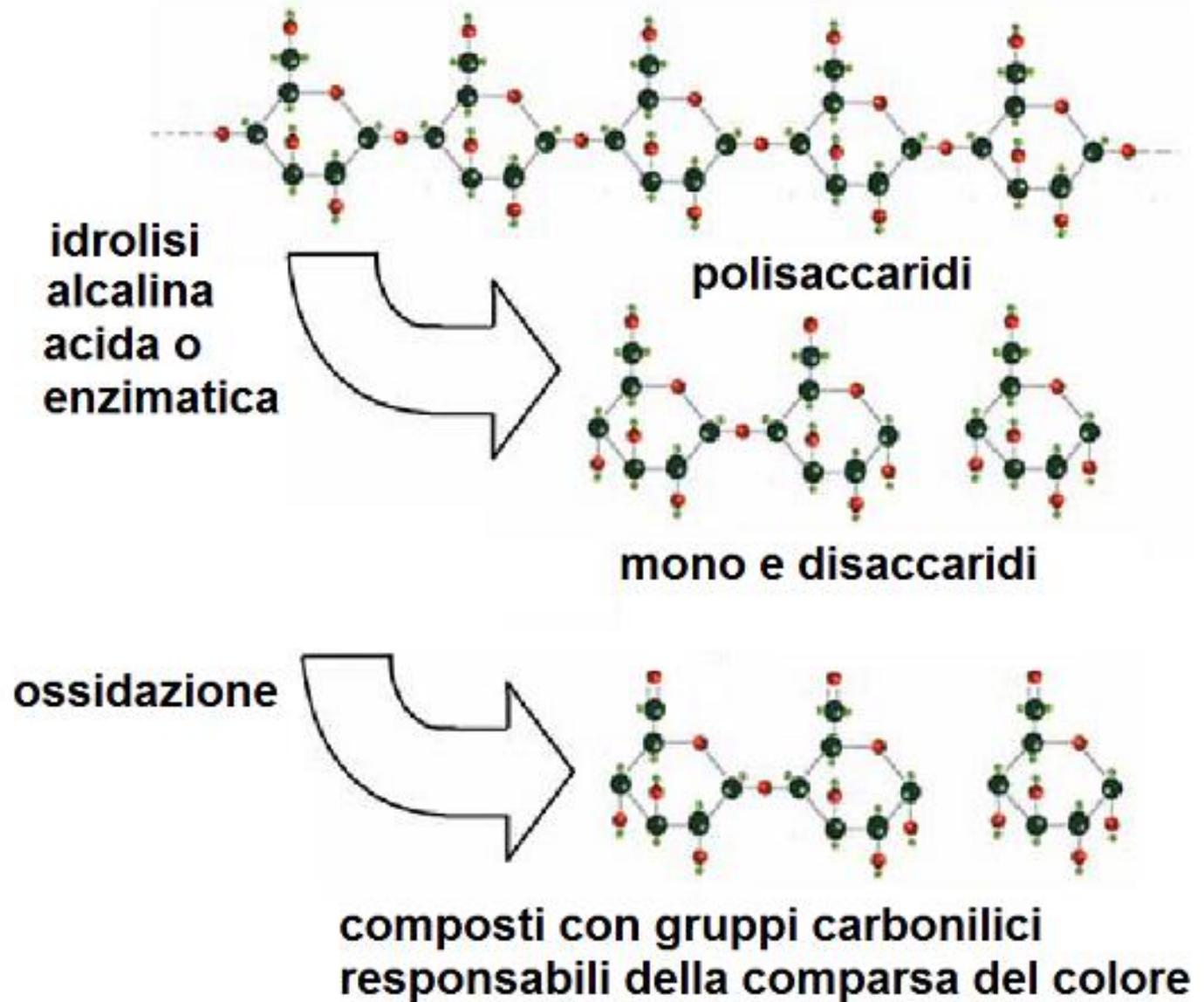
- Descrizione macroscopica
- Caratterizzazione anatomica
- Caratterizzazione chimica
- Caratterizzazione fisica

Resoconto della caratterizzazione

UNI 11206

Criteri da adottare durante le operazioni di recupero di legno di interesse archeologico e i parametri da conoscere allo scopo di assicurarne la corretta conservazione a breve termine, preliminarmente ai successivi eventuali interventi di caratterizzazione e restauro.

La chimica del degrado della cellulosa nel legno



Tradizionali analisi chimiche sul controllo di qualità. nelle resine

Un esempio riguarda il controllo delle sofisticazioni che dall'800 ha caratterizzato il commercio di gommalacca "allungata" con colofonia o rosin, molto meno pregiata.

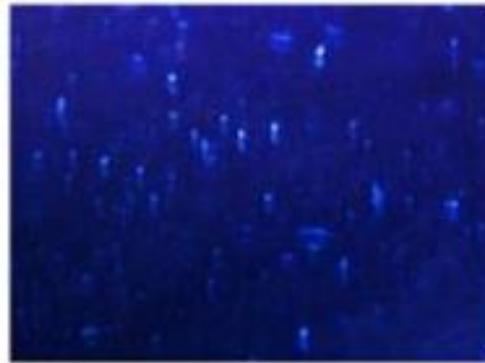
La solubilità della colofonia in anidride acetica e il suo alto n° di iodio, a differenza dei parametri chimico fisici caratteristici della gommalacca, indicano la presenza del sofisticante

differenze nei punti di fusione, punto di acidità e peso specifico contribuiscono a classificare inoltre la qualità della resina

Laboratorio artigianale: diagnostica all'UV



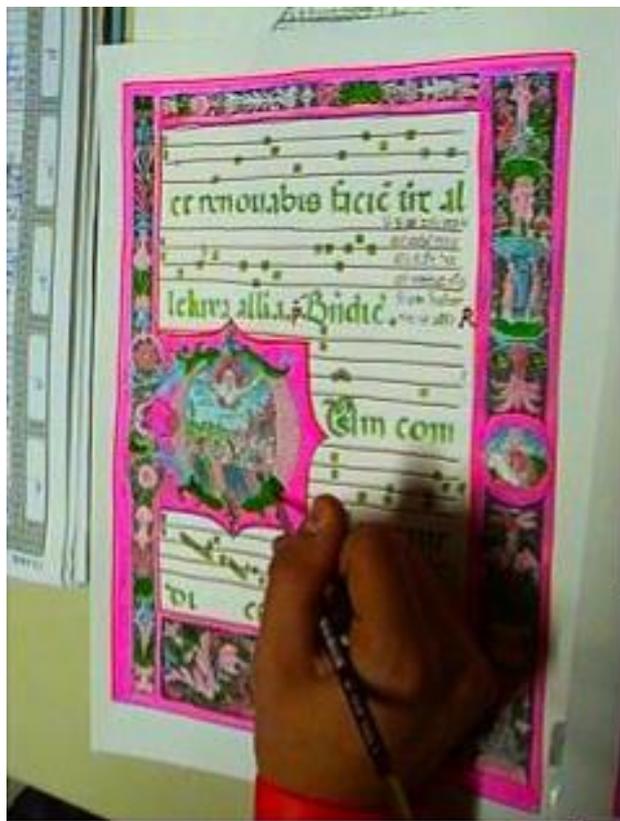
Polvere evidente all'UV



Sinopia appare più incisa



Un'analisi al microscopio sarà favorita da diverse sorgenti di luce. La fluorescenza emessa indicherà particolari sostanze organiche e permetterà indagini di mappatura topochimica (colorazioni specifiche di zone e sezioni ed identificazione delle sostanze)



Violino Antonius e Hieronimus Amati della Collezione Maggi, portato "a misura normale" da Rodig Giovanni 1926



Il laboratorio diagnostico strumentale



Il laboratorio diagnostico allo spettrofotometro

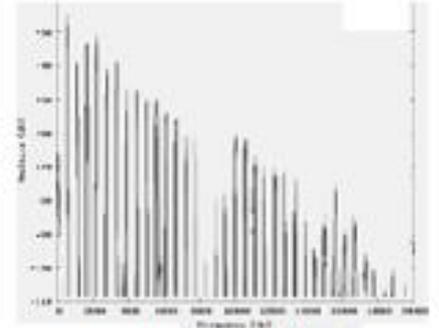
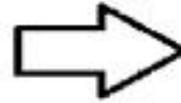


Joan Baptiste Fourier (1768- 1850)

Ricerca chimica strumentale ed acustica trovano le basi analitiche nelle intuizioni di Fourier



forma d'onda



spettro normalizzato

Può una corda vibrare con un numero di frequenze diverse allo stesso tempo? E' possibile studiare la ricetta di vibrazione di un fenomeno acustico?

Questo problema occupò molti dei più grandi matematici e musicisti del diciassettesimo e diciottesimo secolo, tra cui Marin Mersenne, Daniele Bernoulli, la famiglia di Bach, Giovanni-le-Rond d'Alembert, Leonhard Euler, Ohm e Giovanni Baptiste Giuseppe Fourier.

Quest'ultimo elaborò la teoria dell'analisi armonica in cui un'onda periodica può essere espressa come somma di seni e coseni. Le frequenze coinvolte sono i multipli interi della frequenza fondamentale con un'ampiezza che può essere determinata da un integrale.

Gli studi di Fourier applicati ad apparecchiature scientifiche hanno permesso lo studio di spettri

di indagini chimiche strumentali in IR sulla natura della materia

lunghezza d'onda/assorbanza

di indagini sulla natura degli armonici nell'analisi acustica

frequenza/intensità

Come funziona un FT-IR?

Il campione inserito nell'apposito compartimento viene investito da un raggio di luce coerente monocromatica. Il raggio giunge ad uno specchio mobile semiriflettente A (beam splitter) che lo smista allo specchio B e C. Da B a C si sommano o si escludono per interferenza due raggi luminosi. Passando attraverso il campione i raggi creano risonanza vibrazionale legata allo stiramento (stretching) o deformazione (bending) del legame molecolare. Per interazione tra il campo elettrico della radiazione e quello generato dal dipolo oscillante della molecola, a quella determinata lunghezza d'onda in IR, si può determinare l'assorbimento che verrà rilevato dal computer e descritto in grafico

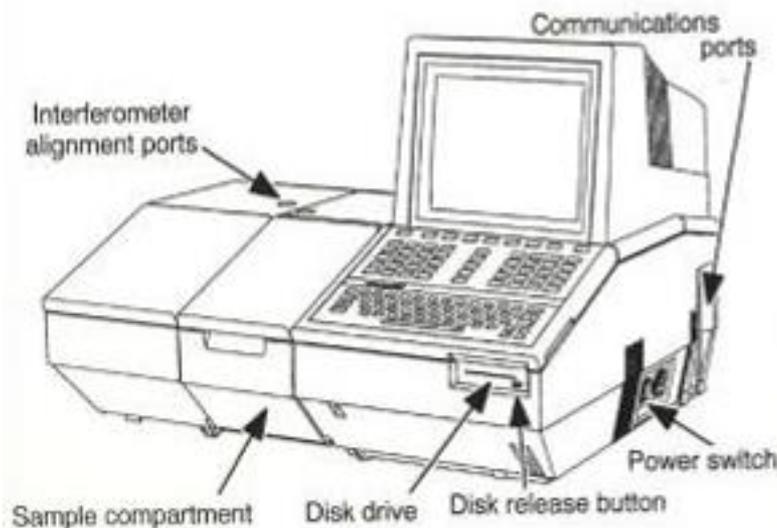
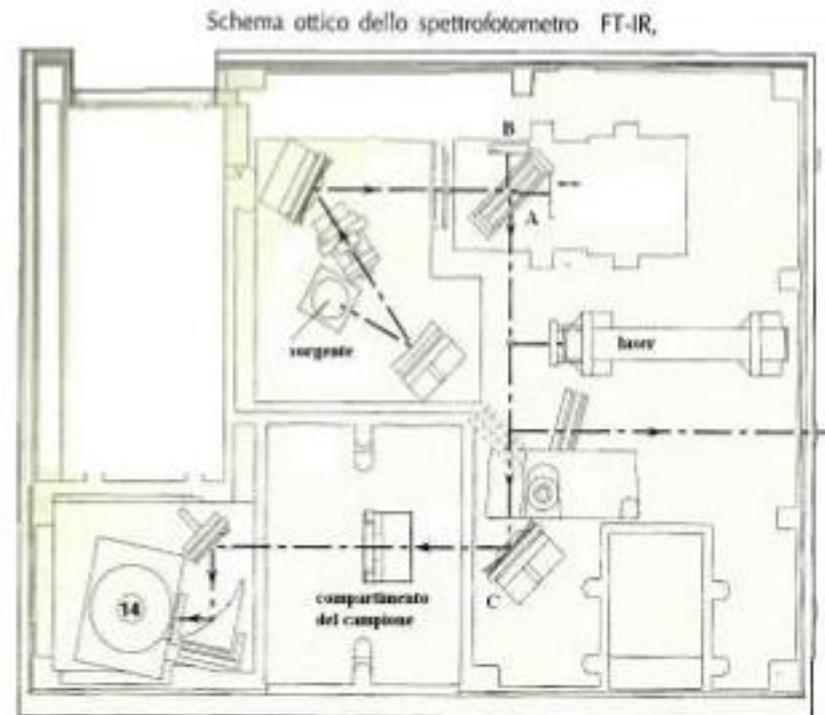
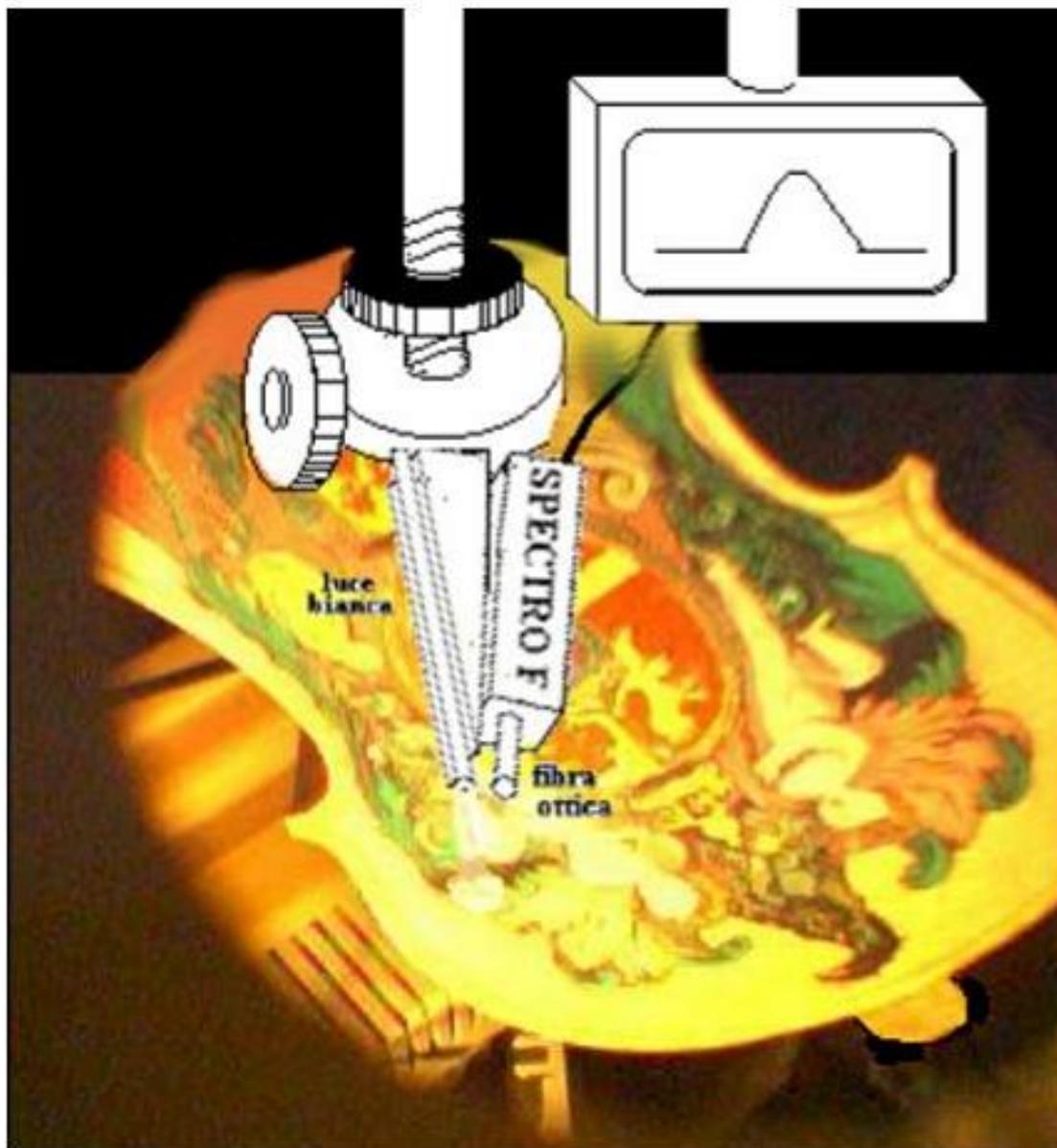


Figure 1 The Spectrum RXI

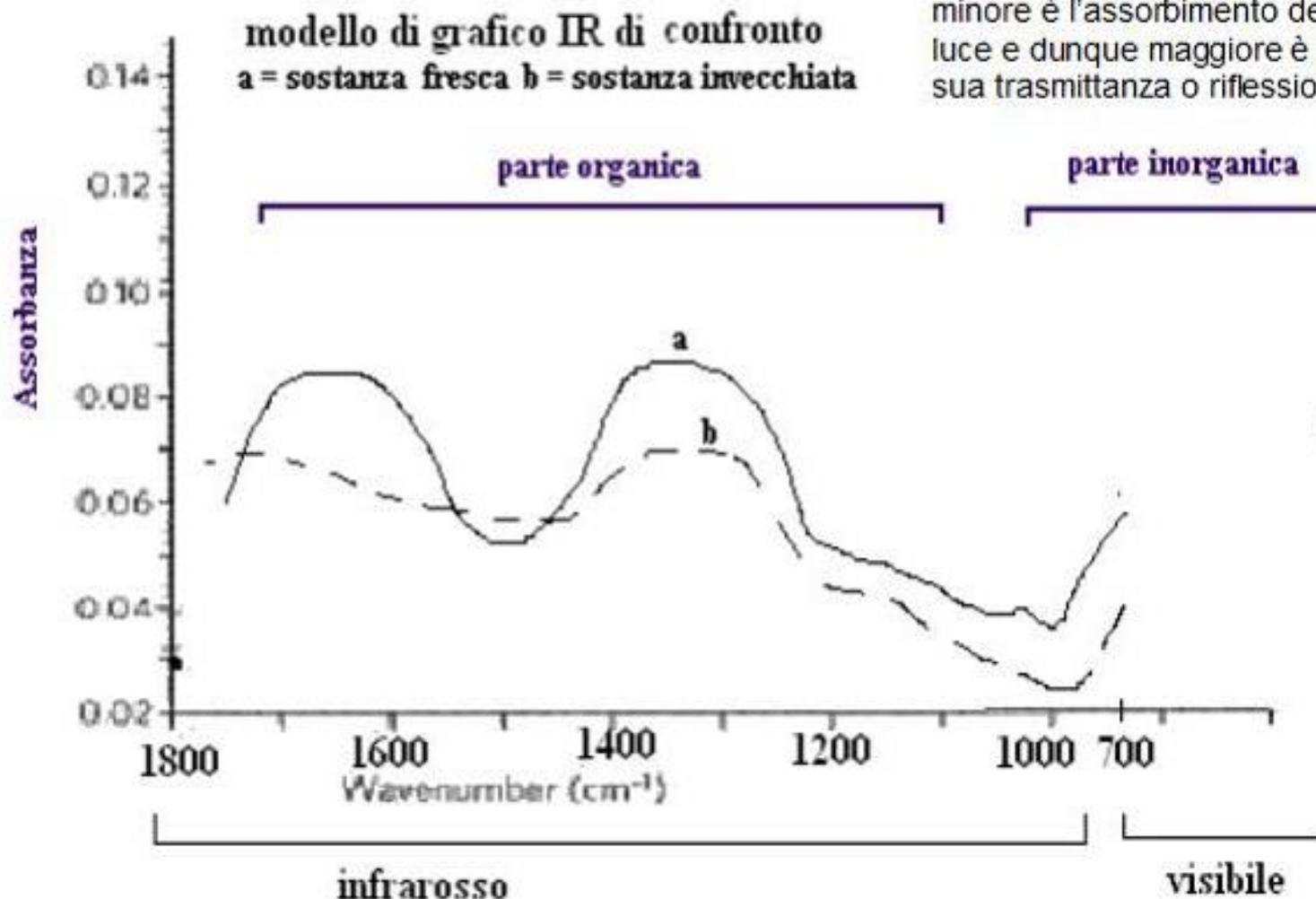


Analisi con spettrometro portatile

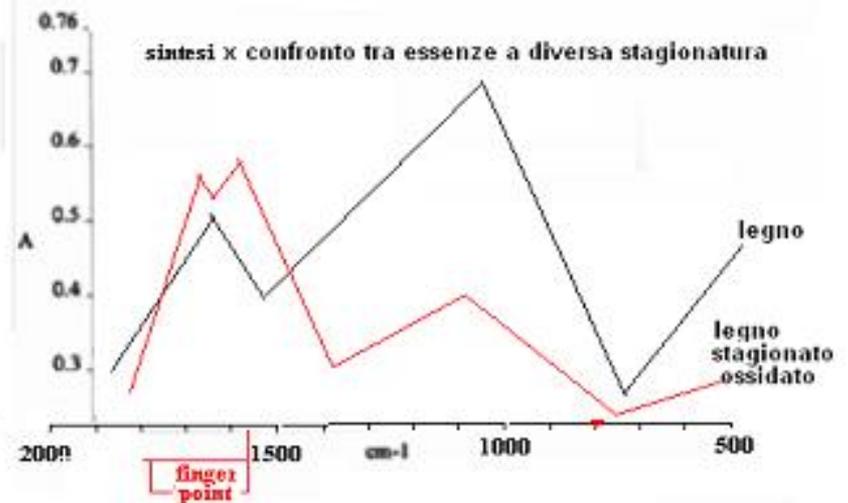
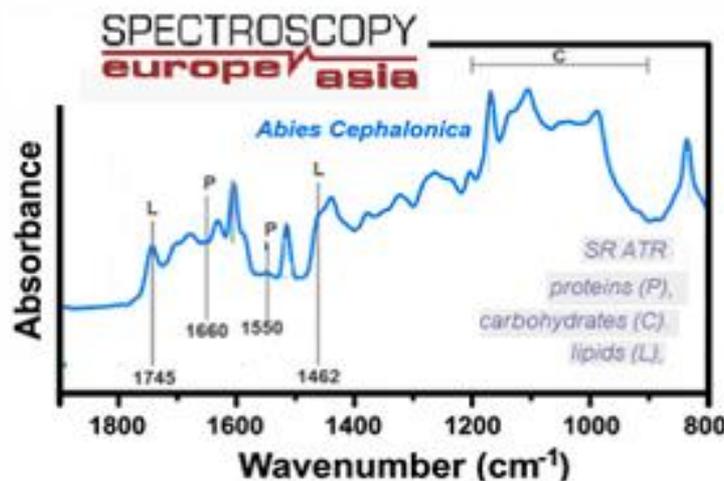
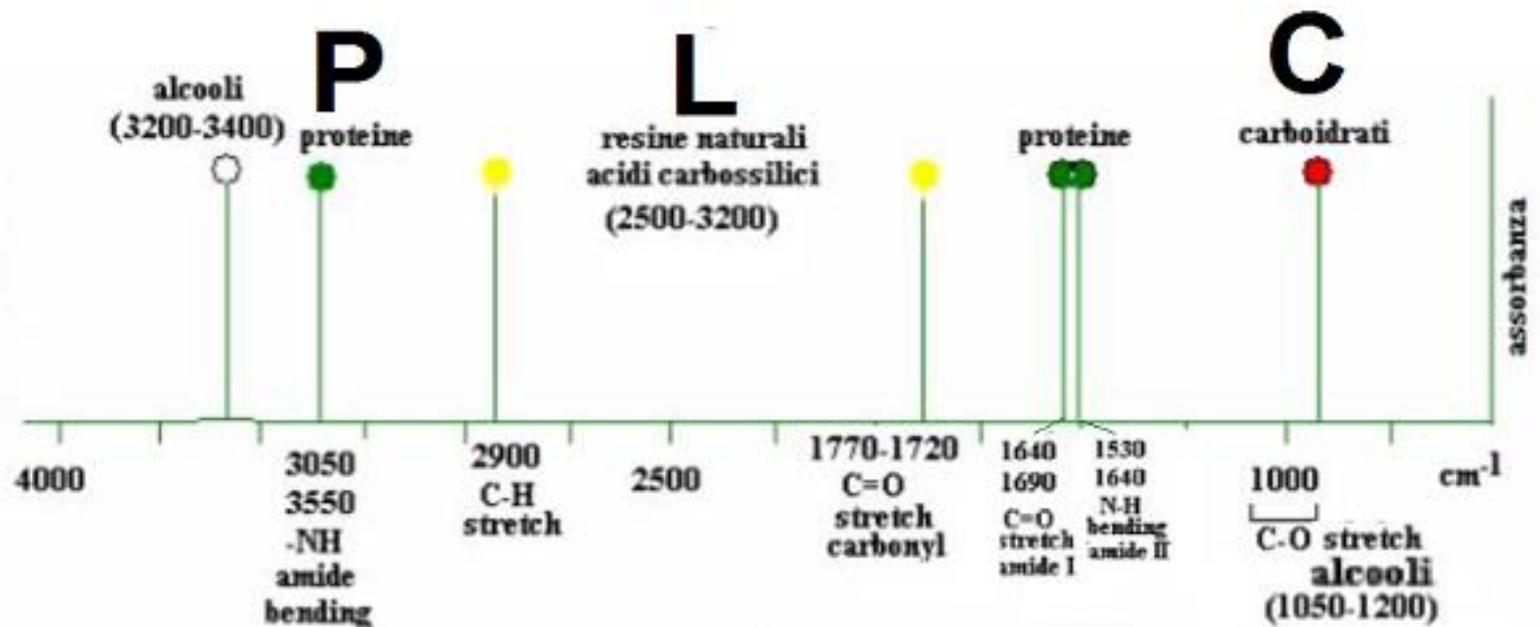


Analisi Spettrofotometriche in IR da 700 a 4000 nm

a rappresenta la curva spettrale della sostanza fresca mentre b è la curva spettrale della stessa sostanza invecchiata o stagionata: maggiore è l'invecchiamento minore è l'assorbimento della luce e dunque maggiore è la sua trasmittanza o riflessione.



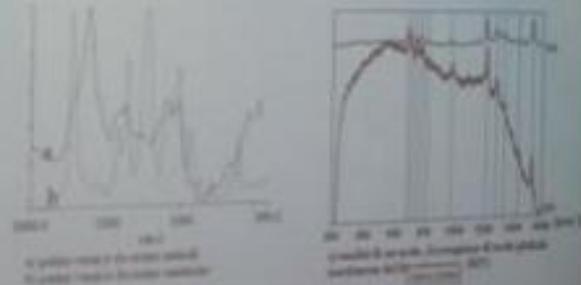
Sintesi dei punti di identificazione (finger point) nell'analisi IR



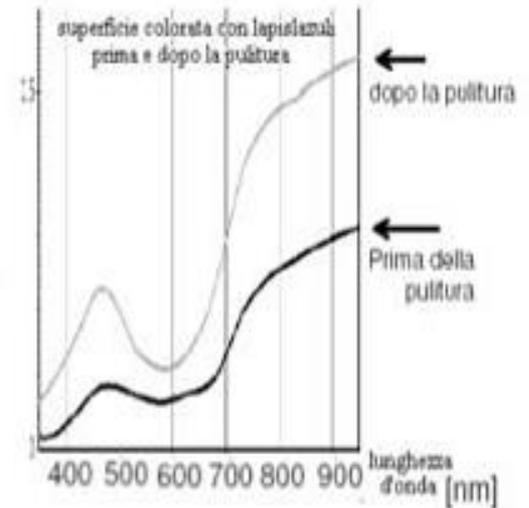
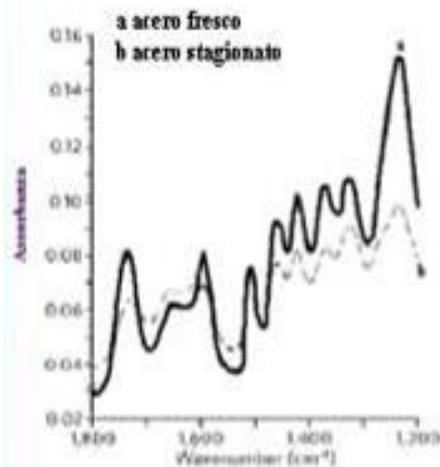
Esempi di utilizzo del FT-IR nel restauro artistico.



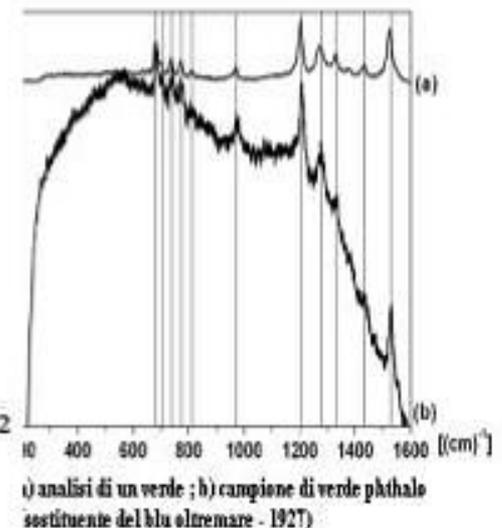
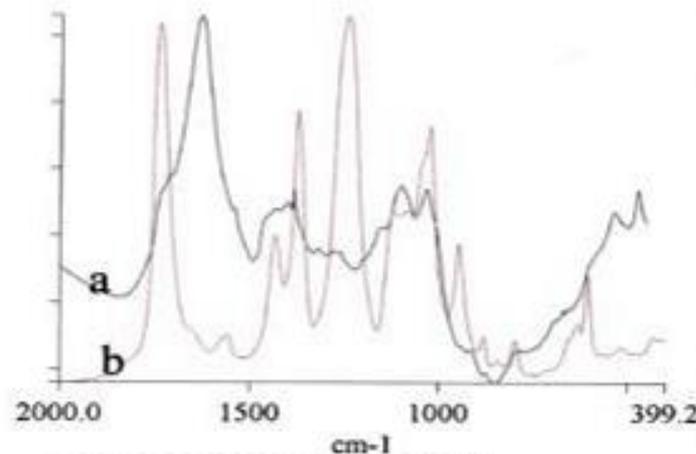
- La coerenza e presenza di sostanze nel tempo
- L'uso esclusivo del legno e dei pigmenti
- La polifonia dopo un restauro
- La sottorapposizione di colori moderni su dipinti storici
- La qualità di vernici diverse



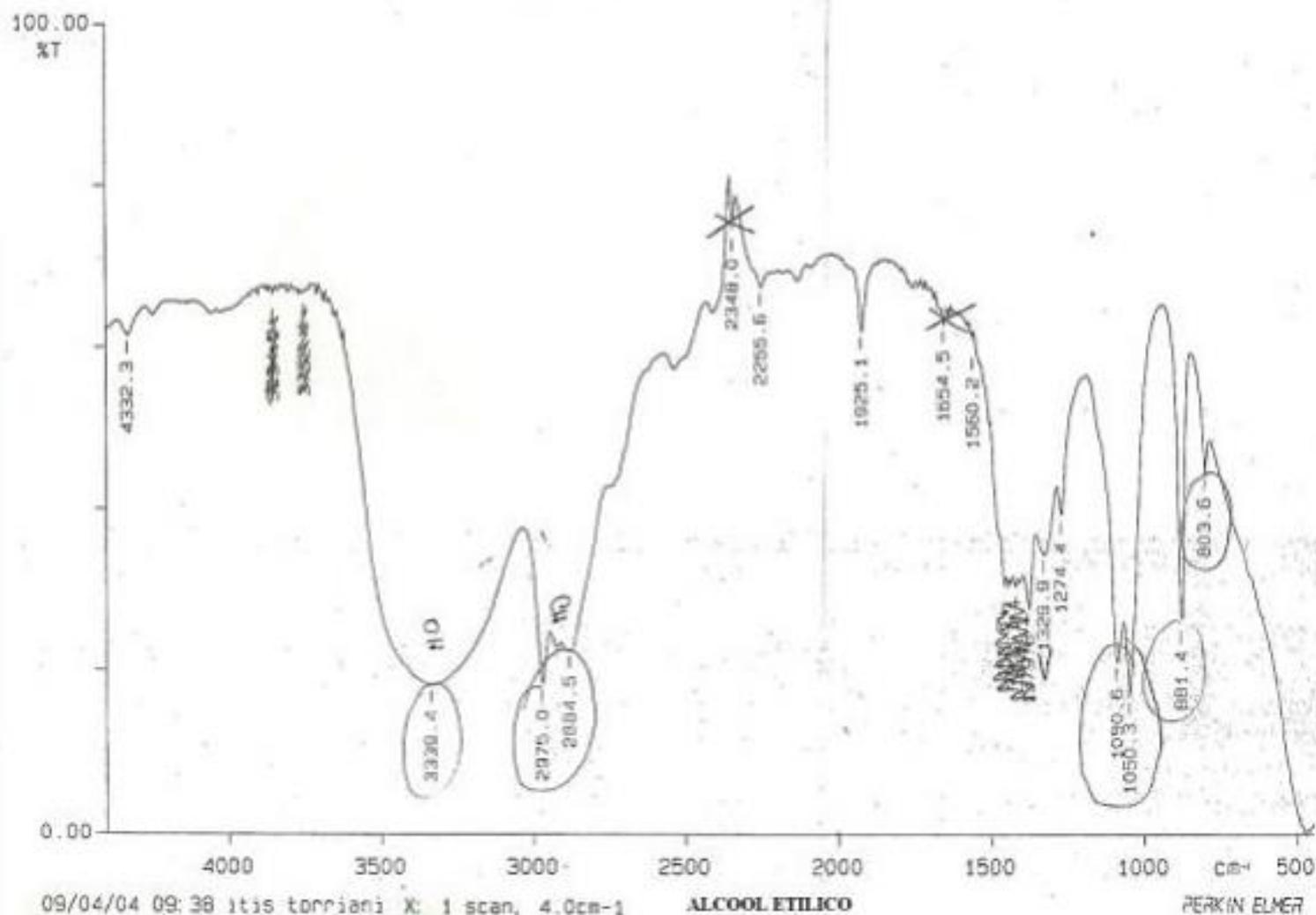
Esempi di utilizzo del FT-IR nel restauro artistico.



L'apparecchiatura permette di valutare ad esempio:
 l'invecchiamento del legno e dei pigmenti
 La pulitura dopo un restauro
 La sovrapposizione di colori moderni su dipinti storici
 La qualità di vernici diverse

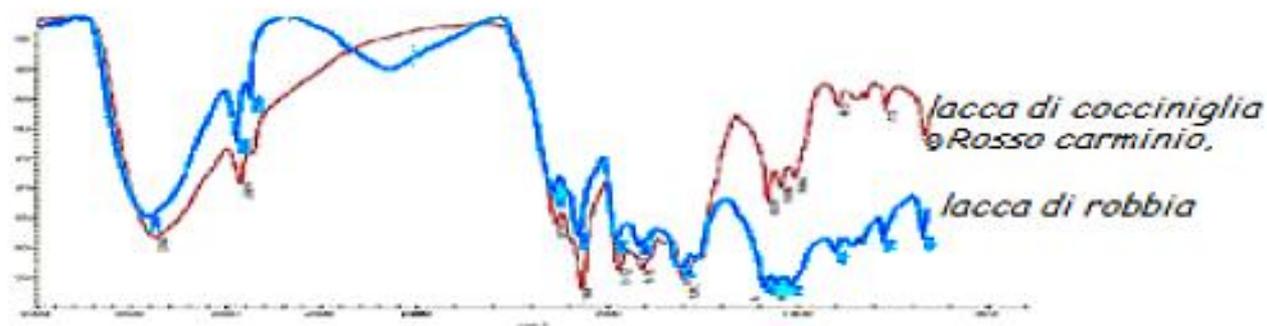
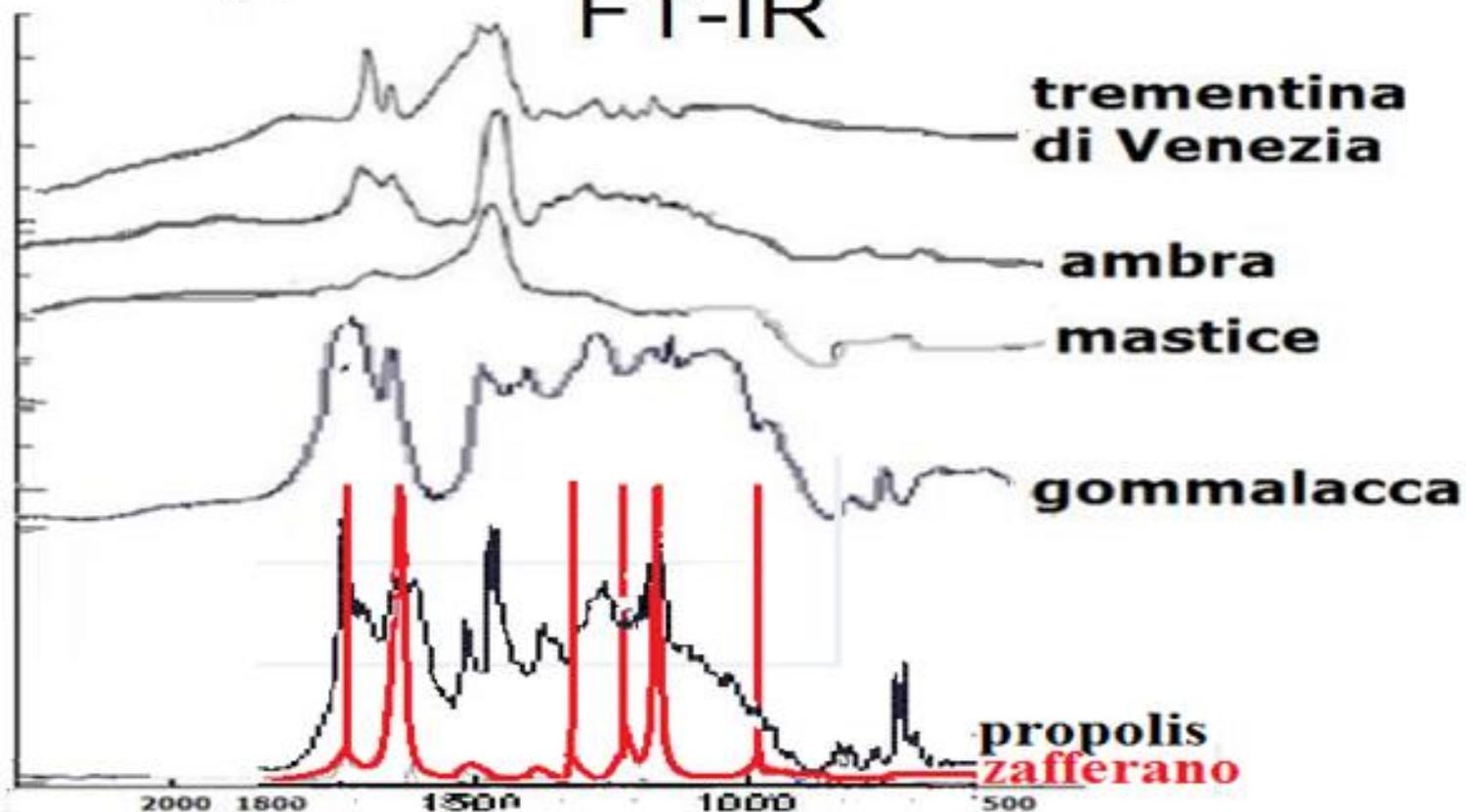


Un esempio sull'FTIR dell'ITIS



Esempi di indagine strumentale

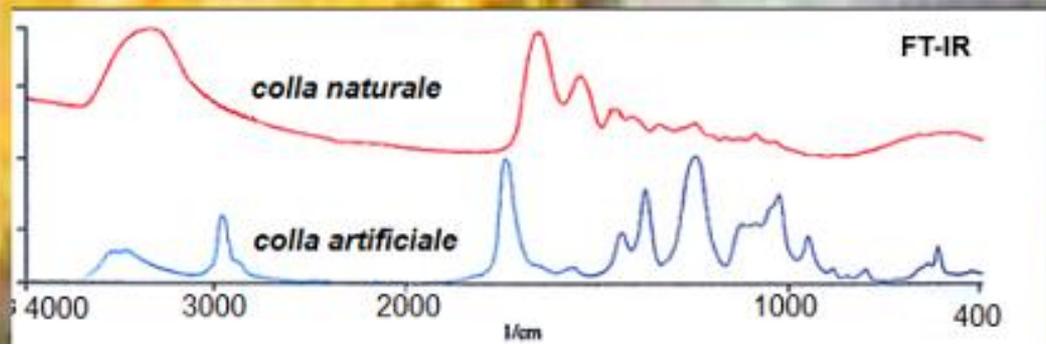
FT-IR



Valutazioni sulle colle nella costruzione e nel restauro di strumenti musicali e oggetti lignei tra cui

colle animali , colla caravella, la colla di caseina, colle vegetali all'amido e farina; gomme, colle artificiali come poliuretatiche, colle ai siliconi; adesivi termoplastici, le colle viniliche (PVAc bianche e gialle, EVA; le "colle alifatiche"), cianoacriliche, epossidiche; adesivi termoindurenti, urea-formaldeide.

La valutazione strumentale ha evidenziato differenze riconoscibili



Il laboratorio diagnostico al cromatografo

Cromatografia di oli e resine: una buona introduzione didattica alla gascromatografia.

Si tratta il campione con solventi alcolici in ambiente basico o con aggiunte calibrate di acetone.

La separazione dei componenti su supporto adsorbente si sviluppa con opportuni reagenti/colore



10. Cromatografia di oli e resine
11. Cromatografia di oli e resine
12. Cromatografia di oli e resine
13. Cromatografia di oli e resine
14. Cromatografia di oli e resine
15. Cromatografia di oli e resine
16. Cromatografia di oli e resine
17. Cromatografia di oli e resine
18. Cromatografia di oli e resine
19. Cromatografia di oli e resine
20. Cromatografia di oli e resine

Gas Cromatografo

La tecnica gas-cromatografica è tra le più importanti, dà buoni risultati analitici ma funziona solo vaporizzando il campione. Il sistema permette di analizzare con successo campioni gassosi, liquidi o solidi vaporizzabili. :

