

# Analisi spettroscopiche Raman di materiali da costruzione stradale

Vari materiali solidi utilizzati nella costruzione di strade sono stati analizzati utilizzando uno spettrometro Raman portatile. I materiali studiati sono pigmenti e resine comunemente usati come il  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{TiO}_2$  e DEGALAN®. Gli spettri misurati differivano

notevolmente l'uno dall'altro. Per valutare le principali differenze nelle strutture chimiche, i picchi dei diversi spettri sono stati assegnati ai gruppi funzionali che li hanno originati.

## INTRODUZIONE

Diversi materiali come vernici, pigmenti (bianchi) e resine sono comunemente usati nella costruzione di strade. Insieme a perline di vetro (usate per la segnaletica orizzontale visibile di notte) e vari altri materiali, ci aiutano ad arrivare in sicurezza da A a B. In questo studio, sono stati analizzati diversi materiali

per la costruzione di strade utilizzando l'analizzatore Raman portatile Mira M-1. Gli spettri raccolti sono stati confrontati tra loro per vedere le principali differenze nei gruppi funzionali. L'analisi ha dimostrato che Mira M-1 è adatto per la differenziazione di tali materiali.

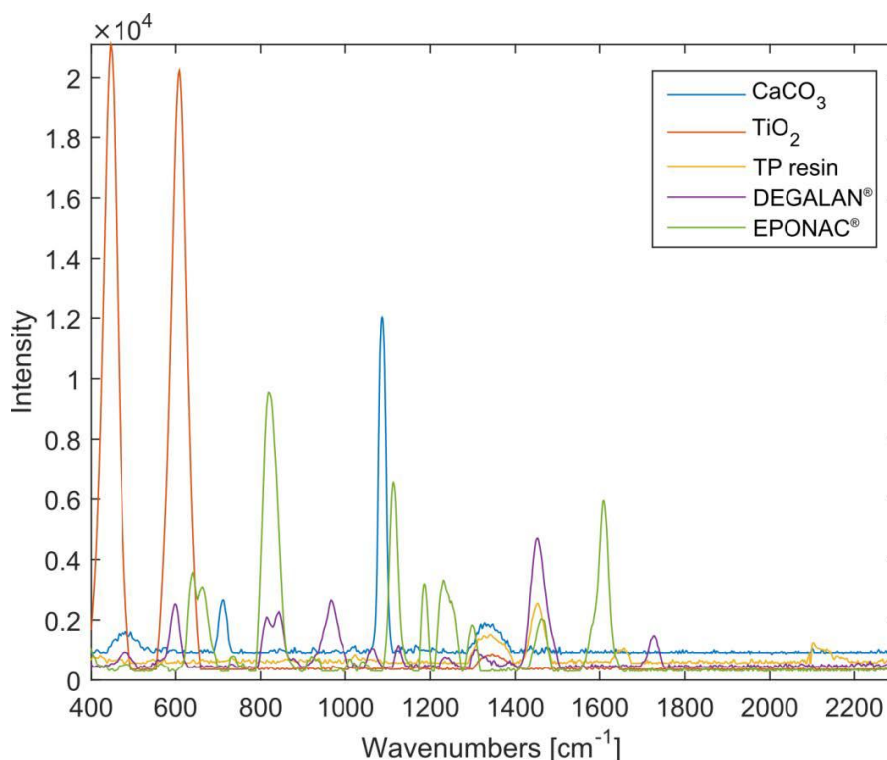


Figure 1. Sovrapposizione di spettri di diversi materiali stradali

## ANALISI

Tutti gli spettri sono stati misurati utilizzando lo spettrometro Raman Mira M-1 in modalità di acquisizione automatica, ovvero i tempi di integrazione sono stati determinati automaticamente. Sono state applicate una lunghezza d'onda laser di 785 nm e la tecnica Orbital-Raster-Scan (ORS). Le misurazioni sono state eseguite in piccole fiale campione con l'adattatore porta fiale. Sono stati esaminati i seguenti campioni:

1. Gesso ( $\text{CaCO}_3$ )

2. Biossido di titanio ( $\text{TiO}_2$ )

3. Resina EPONAC®

4. Resina TP

5. Pigmento giallo

6. Pigmento blu

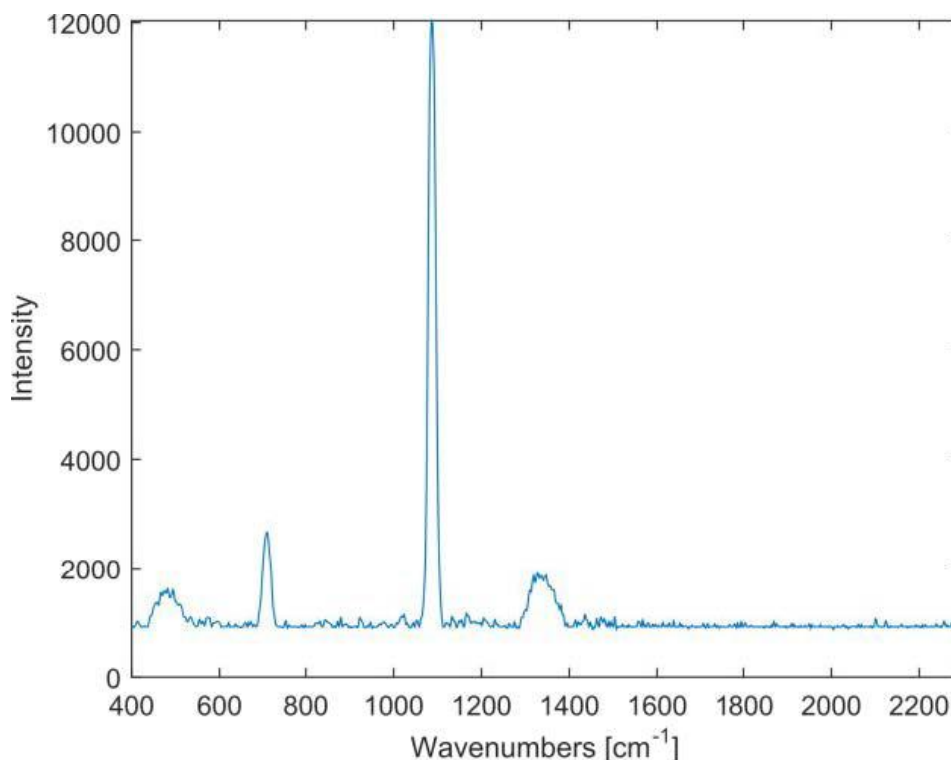
7. Pigmento rosso

8. Resina DEGALAN®

## RISULTATI E DISCUSSIONE

La misurazione del carbonato di calcio ha fornito uno spettro chiaro con due picchi principali a  $712 \text{ cm}^{-1}$

(vibrazione di flessione simmetrica O–C–O) e  $1087 \text{ cm}^{-1}$  (vibrazione di allungamento simmetrico).



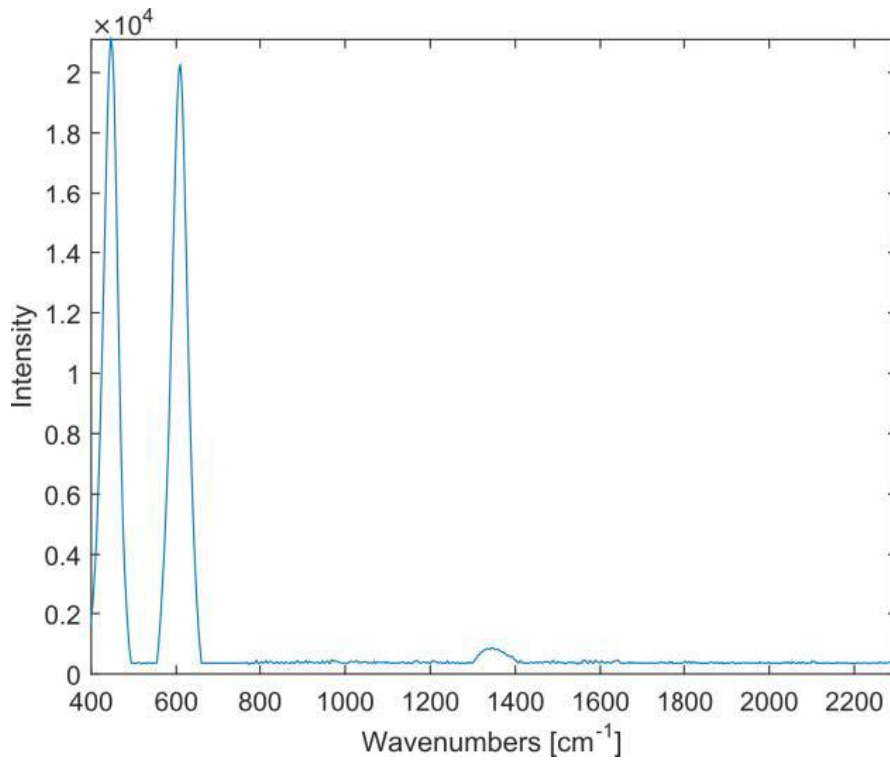
**Figure 2.** Spettro del carbonato di calcio.

Osservando lo spettro del biossido di titanio, si possono vedere due picchi principali che danno informazioni sull'attuale modificazione del cristallo

(rutilo o anatasio). Due picchi rappresentano il rutilo, mentre tre picchi sono tipici dell'anatasio a causa della sua simmetria cristallina.

Entrambi i picchi sono vibrazioni di allungamento simmetriche e appartengono a O-Ti-O ( $446\text{ cm}^{-1}$ ) e Ti-O ( $609\text{ cm}^{-1}$ ). Nel caso dell'anatasio, il picco a  $446\text{ cm}^{-1}$

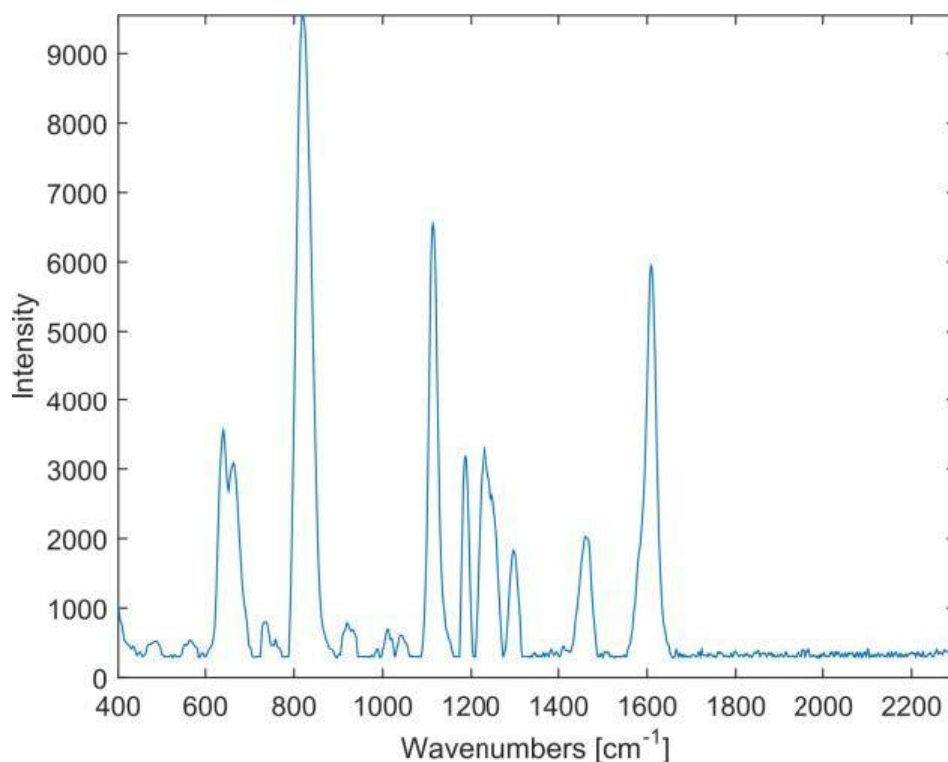
$\text{cm}^{-1}$  è diviso in due. Questo rende facile distinguere tra rutilo e anatasio.



**Figure 3.** Spettro di  $\text{TiO}_2$  (rutilo).

Uno sguardo agli spettri di resine tipiche come EPONAC® o DEGALAN® rivela picchi ben separati che

possono essere assegnati ai loro gruppi funzionali corrispondenti (vedi sotto).



**Figure 4.** Spettro della resina EPONAC®.

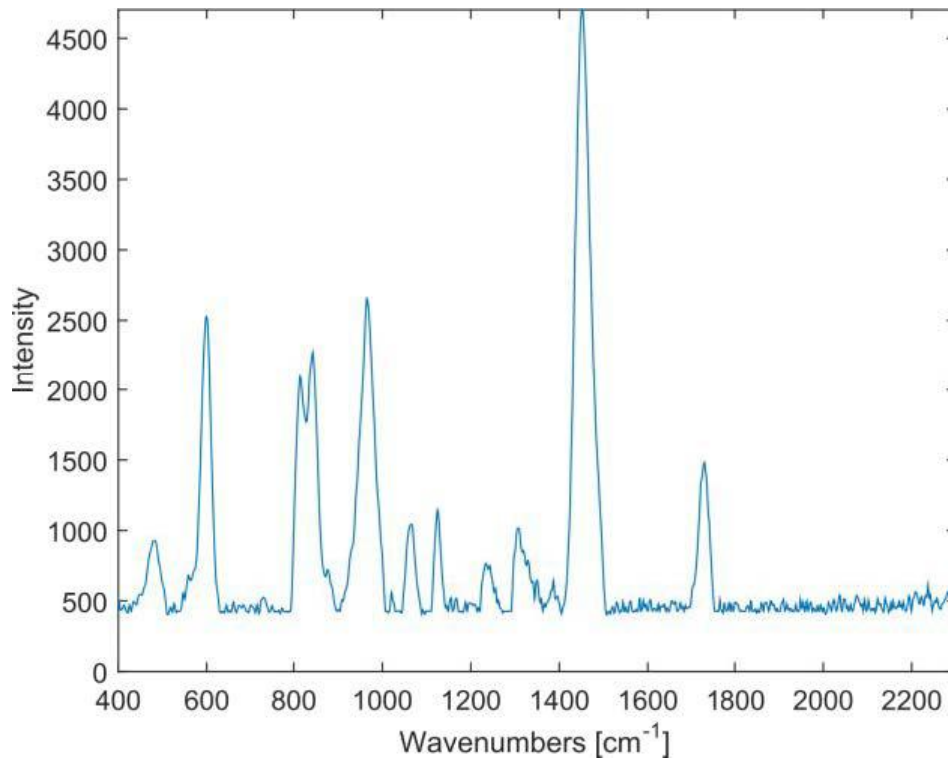
**Tabella 1.** Picchi osservati nello spettro EPONAC®.

Picco [cm <sup>-1</sup> ]	Descrizione
640	Vibrazione ciclica (benzene para-sostituito)
819	Vibrazione di flessione C-H (benzene para-sostituito)
1000	Varie vibrazioni di allungamento C-C
1113	Vibrazione di allungamento C-OH
1189	C-(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> vibrazione di stiramento
1231	CO
1248	C-H (benzene)
1298	-CH <sub>2</sub> - vibrazione di torsione
1461	-CH <sub>2</sub> - vibrazione flessionale
1609	C=C

I picchi sono molto caratteristici del benzene para-sostituito e confermano che EPONAC® è un copolimero del bisfenolo A (BPA) e un altro componente.

Quando si confronta lo spettro EPONAC® con lo spettro DEGALAN® (vedi Figura 5), è ovvio che il picco

del benzene a  $1600\text{ cm}^{-1}$  manca. Il picco intorno ai  $1700\text{ cm}^{-1}$ , insieme alle cime leggermente al di sotto e al di sopra dei  $1200\text{ cm}^{-1}$ , è caratteristico dei gruppi carbonilici. Inoltre, i picchi C–C sono più distinti per EPONAC® che per DEGALAN®.



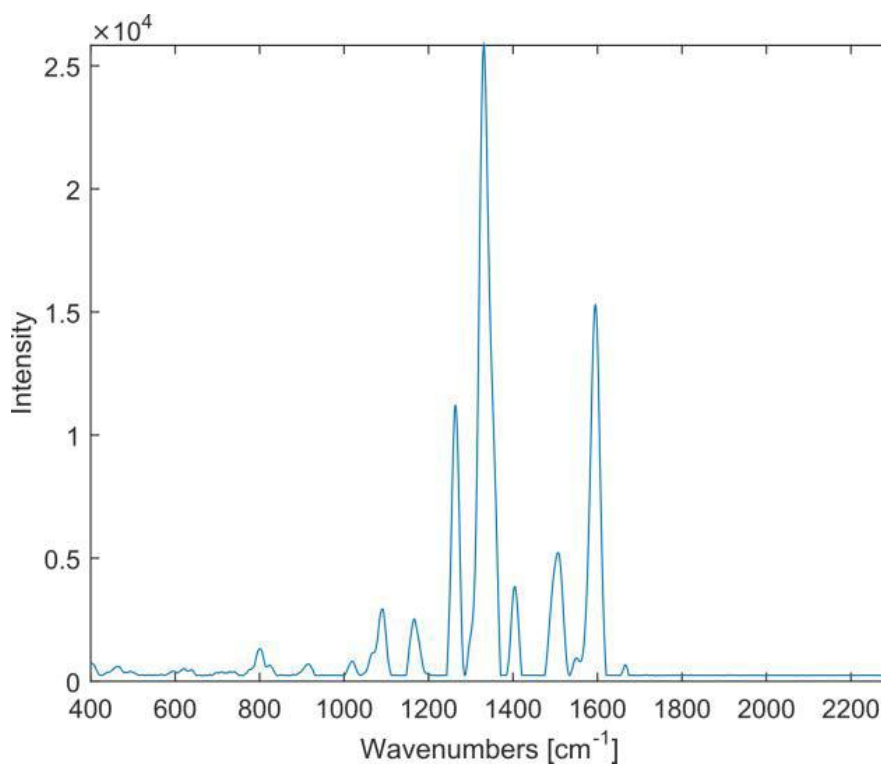
**Figure 5.** Spettro della resina DEGALAN®

**Tabella 2.** Picchi osservati nello spettro DEGALAN®.

Picco [ $\text{cm}^{-1}$ ]	Descrizione
599	-COO vibrazione di flessione
814	Vibrazione di flessione propionata
843	C-CH <sub>3</sub> vibrazione di stiramento
965	Vibrazione di allungamento C-C
1065	Vibrazione di allungamento C-COO
1125	CO
1234	CO
1308	-CH <sub>2</sub> - vibrazione di torsione
1452	-CH <sub>2</sub> - vibrazione di flessione
1728	C=O gruppo carbonile, estere

Utilizzando queste differenze, è facile discriminare tra

le resine e anche tra resine e pigmenti (vedi **Figura 6**).



**Figure 6.** Spettro del pigmento giallo «Hansa®-Brilliantgelb»

## CONCLUSIONI

A causa delle grandi differenze nei loro spettri, la spettroscopia Raman portatile è ideale per l'analisi dei materiali utilizzati nella costruzione di strade. L'indagine degli spettri ha mostrato che ci sono

differenze significative nei gruppi funzionali dei materiali, consentendo così l'identificazione con sistemi Raman portatili come Mira M-1.

## CONTACT

Metrohm Italiana Srl  
Via G. Di Vittorio, 5  
21040 Origgio (VA)

[info@metrohm.it](mailto:info@metrohm.it)

## CONFIGURAZIONE



### MIRA P Advanced

Metrohm Instant Raman Analyzer (MIRA) P è uno spettrometro raman palmare ad alte prestazioni utilizzabile per determinazione e verifica rapide e non distruttive di svariate tipologie di materiale tra cui principi attivi ed eccipienti farmaceutici. Nonostante le dimensioni ridotte, MIRA P è estremamente robusto e dispone di uno spettrografo ad alta efficienza dotato della tecnologia brevettata ORS (Orbital Raster Scan). MIRA P soddisfa la normativa FDA 21 CFR parte 11.

La configurazione Advanced Package comprende una lente accessoria che permette l'analisi dei materiali diretta o attraverso gli imballi originali (laser classe 3b) e un porta vial per analizzare i campioni contenuti in vial di vetro (laser classe 1).