

DIAGNOSTICA PER I BENI CULTURALI

MEDIA, ARTI, CULTURE, SPETTACOLO
(LM-65)

Università di Teramo

Cecilia Paolini

Università di Teramo



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI TERAMO

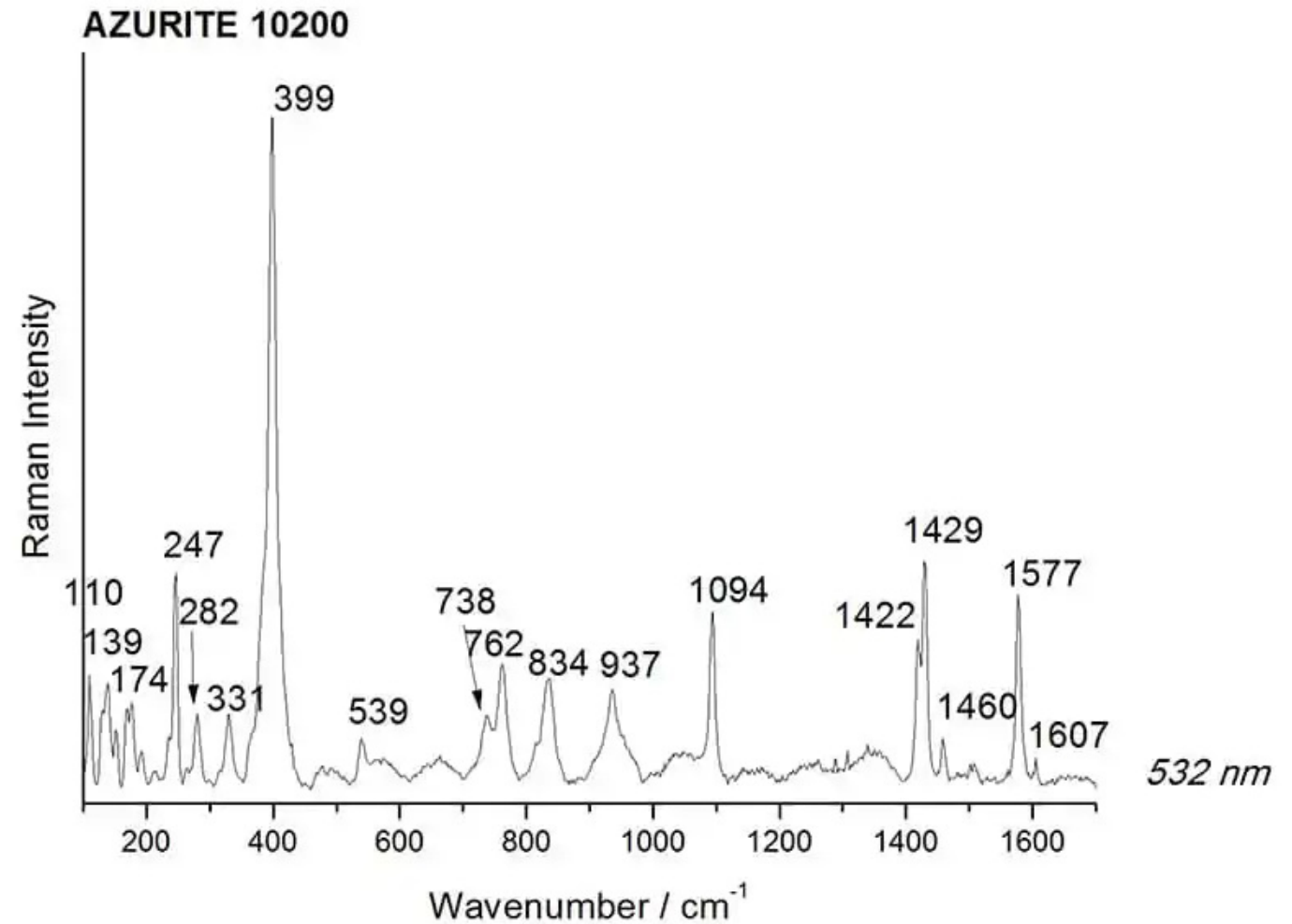
Dipartimento di Scienze della Comunicazione

*COME SI LEGGE LA
SPETTROGRAFIA RAMAN*

LETTURA DELLA SPETTROSCOPIA RAMAN

Ordinate (X): lettura Raman in centimetri alla -1

Ascisse (Y): intensità dello spettro determinata dalla quantità di energia propria della radiazione diffusa di ritorno da quella laser di emissione e dal numero di ripetizioni.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI TERAMO

Dipartimento di Scienze della Comunicazione

COME SI LEGGE LO SPETTRO

LETTURA DELLA SPETTROSCOPIA RAMAN

Il laser della Raman può avere diverse tarature, in base alle quali la spettroscopia sarà più sensibile a determinate lunghezze d'onda:

532 nm (VIS verso UV)

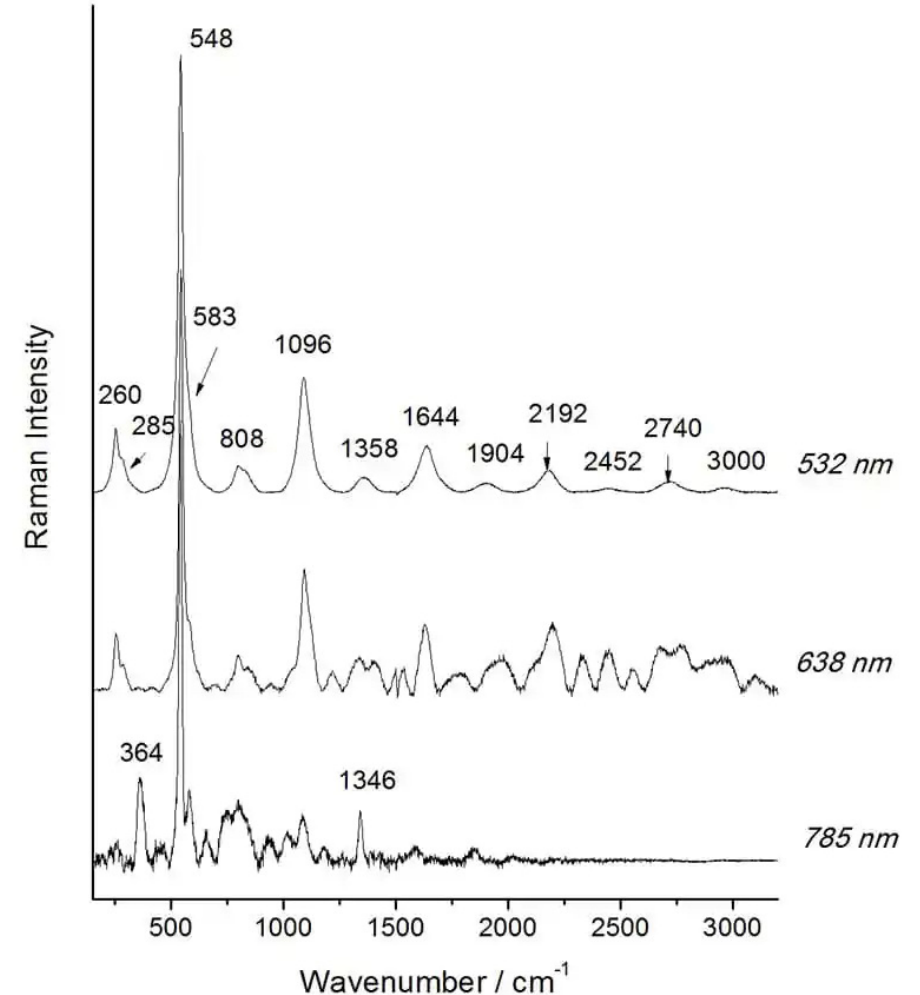
638 nm (VIS)

785 nm (NIR)

1080 nm (NIR)

Di conseguenza, gli apparecchi tarati a 532 nm vedono i pigmenti verdi ma non vedono i pigmenti rossi, al contrario, gli apparecchi a 785 e a 1080 vedono i rossi ma non i verdi.

ULTRAMARINE NAT 10510



EMISSIONI LASER



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI TERAMO

Dipartimento di Scienze della Comunicazione

Gli spettri Raman si leggono per picchi; il valore dei picchi è riportato su tabelle predeterminate; ogni valore è caratterizzante di uno specifico pigmento. Ogni pigmento può rispondere a tutte le tarature laser oppure soltanto a una (in questo caso, nelle altre tarature quel pigmento non potrà essere riconosciuto); alcuni pigmenti hanno più picchi corrispondenti a una sola taratura. I picchi sono caratterizzanti e costanti: per 532, 638 e 785, per esempio, corrispondono sempre ad A, B, C. In alcuni casi, come per le phtalocianine, a 532 corrispondono più picchi (A, B, C) e a 638 altri (D, E, F).

Name/product code	Composition	Principal Raman signals [cm ⁻¹]	Ref.
Black			
Vine black (PBk8) K-47000	Amorphous C	532 nm: 1265, 1353, 1602 638 nm: 1265, 1353, 1514, 1602 785 nm: 1265, 1340, 1593	[22]
Lamp black (PBk7) K-47250	Amorphous C	532 nm: 630, 1348, 1585 638 nm: 1333, 1598	[7,22]
Ivory black (PBk9) K-12000	Amorphous C	532 nm: 1353, 1597 638 nm: 1344, 1514, 1602 785 nm: 1348, 1496, 1585	[7,22]
Bone black (PBk9) K-47100	Amorphous C	532 nm: 463, 1354, 1603 638 nm: 1336, 1515, 1603 785 nm: 463, 1331, 1594	[22]
Green			
Cobalt titanate green. K-44100	Cobalt titanate green spinel	532 nm: 118, 173, 340, 480, 530, 712, 984, 1400 638 nm: 174, 705, 979, 1400 785 nm: 118, 173, 237, 338, 480, 530, 547, 608, 712, 984, 1400	[23]
Viridian K-44250	Hydrated chromium oxide	532 nm: 262, 487, 584, 618	[7,24]
Malachite K-10900	Basic copper(II) carbonate	532 nm: 153, 178, 219, 270, 350, 430, 508, 534, 564, 596, 717, 749, 1059, 1096, 1368, 1460, 1494	[7,16,25]
Cadmium green K-44510	Barium sulfate, cadmium yellow, phthalocyanine blue	532 nm: 231, 255, 598, 680, 842, 951, 1034, 1138, 1341, 1447, 1527, 1690, 2672, 2870, 2974, 3056 638 nm: 480, 588, 675, 747, 838, 951, 1139, 1202, 1335, 1458, 1610, 2006, 2198, 2265, 2661, 2862, 2966, 3046 785 nm: 258, 480, 594, 679, 752, 842, 950, 1143, 1338, 1447, 1526	
Verdigris K-44450	Copper(II)-acetate-1-hydrate	532 nm: 180, 228, 318, 477, 630, 702, 945, 1052, 1358, 1418, 1442, 1536, 2431, 2938, 2980, 3022	[42-44]
Chrome oxide green K-44200	Chromium(III)-oxide	532 nm: 301, 340, 388, 538, 595, 1355	[14,26]
Phthalo green K-23000	Copper-phthalocyanine	532 nm: 142, 162, 230, 505, 685, 770, 818, 978, 1080, 1200, 1284, 1340, 1388, 1503, 1536 638 nm: 199, 258, 282, 358, 683, 700, 738, 775, 817, 975, 1080, 1214, 1292, 1339, 1392, 1443, 1538, 1899, 2825, 2875, 3077 785 nm: 176, 350, 688, 744, 784, 1217, 1297, 1347, 1540	[8,27]
Green earth K-11000	Glauconite and celadonite	532 nm: 145, 180, 275, 345, 405, 556, 667	[45-47]
Red			
Lac dye K-36020	Laccalic acid	638 nm: 367, 412, 454, 478, 661, 800, 967, 1012, 1054, 1102, 1183, 1231, 1318, 1384, 1466, 1579, 1642	[21,48]
Madder lake C-1C12061A	Rubia tinctorum	No signal - fluorescence	[5,21,48,49]
Carmin lake K-42100	Carminic acid	532, 785 nm: 1318, 1483	[21,48]
Alizarin (naphthol red) K-23600	Organic synthetic monoazo. Naphthol	532 nm: 967, 1062, 1108, 1159, 1230, 1242, 1282, 1355, 1372, 1388, 1483, 1580, 1605 785 nm: 153, 198, 253, 304, 353, 395, 433, 445, 474, 533, 577, 621, 686, 733, 754, 819, 901, 975, 1069, 1116, 1166, 1237, 1290, 1365, 1381, 1399, 1466, 1493, 1560, 1585	[28]
Vermilion K-10610	Mercury sulfide	532, 638, 785 nm: 252, 283, 343	[7,29]
Cadmium red K-21120	Cadmium selenosulfide	638 nm: 136, 200, 296, 361, 488, 587	[41]
Red ochre K-11574	Iron oxides	532, 785 nm: 225, 290, 405	[7,33,50]
Red lead K-42500	Lead(II)V oxide	532 nm: 138, 279, 375, 541 638 nm: 120, 148, 225, 312, 388, 477, 548, 1098 785 nm: 120, 148, 225, 312, 388, 477, 548	[7,31,10,30]
Brown			
Van dyke brown (NBk8) K-41000	Humic acids, iron oxide	532 nm: 1358, 1600	[7]
Burnt umber (PBk8) K-40710	Manganese and iron oxides	532 nm: 209, 271, 590, 1267 638 nm: 224, 296, 410, 649, 1227, 1317	[33]
Raw umber (PBk8) K-40610	Manganese and iron oxides	532 nm: 298, 398, 635 785 nm: 175, 253, 304, 400, 640, 1233, 1312, 1585, 1730	[33]
Raw sienna (PY 43) K-17050	Iron oxides	532 nm: 238, 300, 391, 477, 555, 681, 1240, 1322, 1470, 1595 638 nm: 238, 300, 395, 477, 555, 681 785 nm: 302, 402	[33]
Burnt sienna (PR101) K-40430	Iron oxides	532 nm: 212, 273, 400, 465 785 nm: 224, 293, 406, 465, 494, 607, 653, 810, 1307	[33]

M.C. Caspari et al. / Microchemical Journal 129 (2016) 123–132

12

(continued on next page)



TABELLE DI LETTURA

LETTURA DELLA SPETTROSCOPIA RAMAN

Ottenuto l'andamento dello spettro, si passa il cursore sulla stringa in basso a destra dove si legge Raman shift che riporta il numero di nanometri per il picco individuato e con quello si legge la corrispondenza nella tabella.

Table 1 (continued)

Name/product code	Composition	Principal Raman signals [cm^{-1}]	Ref.
<i>White</i>			
Chalk (PW18) K-58000	Calcium carbonate	532 nm: 154, 278, 710, 1086 785 nm: 280, 1088	[7,8,16]
Zinc white (PW4) K-46300	Zinc oxide	532 nm: 201, 330, 381, 435, 584, 667, 1075, 1150	[7]
Gypsum (PW25) K-58300	Hydrated calcium sulfate	532 nm: 181, 415, 493, 617, 670, 1008, 1134 785 nm: 1010	[7,16]
Titanium white (PW6) K-46200	Titanium dioxide	532 nm: 138, 230, 445, 609, 831 638 nm: 143, 238, 450, 615 785 nm: 142, 236, 449, 614	[8,34,35]
Lithopone (PW5) K-46100	Zinc sulfide and barium sulfate	532 nm: 215, 278, 344, 454, 460, 988, 1142 638 nm: 986 785 nm: 350, 454, 462, 992, 1145	[7]
Lead white (PW1) K-46000	Basic lead carbonate	532 nm: 324, 410, 675, 965, 1050, 1372, 1477, 1731, 2847, 2879 785 nm: 325, 413, 678, 969, 1050, 1372	[7,16,51]
<i>Blue</i>			
Smalt (PB32) K-10000	Cobalt potassium silicate glass	532 nm: 190, 310, 550, 1093	[7]
Cobalt cerulean blue (PB35) K-45730	Cobalt stannate	532 nm: 128, 176, 343, 513, 655, 985 785 nm: 132, 183, 254, 350, 419, 458, 495, 533, 621, 670, 990, 1144	[7]
Ultramarine nat. (PB29) K-10510	Sodium-aluminum-silicate	532, 638 nm: 260, 285, 548, 583, 808, 1096, 1358, 1644, 1904, 2192, 2452, 2740, 3000 785 nm: 364, 548, 583, 808, 1096, 1346	[7]
Maya blue (N/A) K-36007	Indigo in silicic crystal matrix	532 nm: 250, 547, 599, 668, 755, 945, 1104, 1149, 1251, 1318, 1362, 1463, 1493, 1576 638 nm: 546 785 nm: 254, 552, 758, 1317, 1574	[52]
Prussian blue (PB27) K-45202	Iron-hexacyanoferrate	532 nm: 272, 528, 946, 1865, 2094, 2154, 2431 638 nm: 276, 538, 956, 2157	[7]
Azurite (PB30) K-10200	Basic copper carbonate	532 nm: 110, 139, 174, 247, 282, 331, 399, 539, 738, 762, 834, 937, 1094, 1422, 1429, 1460, 1577, 1607	[7,16]
Indigo (NB1) K-36000	Indigotin	532 nm: 248, 280, 547, 599, 670, 755, 858, 937, 1009, 1096, 1145, 1249, 1310, 1362, 1460, 1483, 1572, 1584, 1606 785 nm: 254, 266, 279, 312, 547, 599, 675, 758, 1017, 1150, 1252, 1312, 1366, 1465, 1483, 1575, 1584	[8,48]
Egyptian blue (PB31) K-10060	Copper calcium silicate	532 nm: 114, 137, 162, 187, 230, 375, 430, 475, 570, 762, 782, 968, 985, 1011, 1084, 1140	[7]
Phthalo blue (PB15) K-23050	Copper phthalocyanine	532 nm: 231, 255, 590, 680, 747, 951, 1037, 1143, 1341, 1451, 1527, 1595, 2672, 2870, 2976, 3056 638 nm: 257, 488, 591, 682, 747, 954, 1105, 1140, 1212, 1305, 1341, 1454, 1534, 1612, 2205, 2274, 2670, 2870, 2978, 3056 785 nm: 257, 492, 596, 686, 752, 959, 1013, 1148, 1344, 1451, 1527	[8]
Cobalt violet (PV14) K-45800	Cobalt phosphates	532 nm: 141, 182, 227, 280, 328, 446, 473, 555, 608, 662, 953, 1003 638 nm: 187, 478, 612, 956 785 nm: 147, 169, 190, 963, 1014	[53]
Blue bice (PB30) K-10184	Basic copper carbonate	532 nm: 151, 175, 217, 244, 272, 331, 397, 430, 500, 535, 712, 760, 832, 935, 1045, 1093, 1321, 1363, 1423, 1459, 1492, 1576	
<i>Yellow</i>			
Gamboge (NY24) K-37050	<i>Garcinia hanburyi</i> tree	785 nm: 379, 459, 740, 1225, 1250, 1278, 1337, 1387, 1437, 1456, 1594, 1637, 1675, 1740	[7]
Naples yellow (PY41) K-10130	Lead antimonate	532 nm: 135, 257, 326, 446, 498, 588, 708 638 nm: 135, 257, 326, 446, 498, 588, 708, 1204, 1258 785 nm: 135, 257, 326, 446, 505, 594, 714	[7]
Lead tin yellow I (N/A) K-10100	Lead stannate	532 nm: 129, 194, 271, 290, 377, 454, 523, 546, 615 638 nm: 129, 194, 271, 290, 377, 454, 523, 546, 615, 1243, 1275 785 nm: 131, 198, 271, 290, 377, 454, 523, 546, 615	[7]
Cadmium yellow (PY35) K-21010	Cadmium zinc sulfide	532 nm: 131, 153, 179, 212, 257, 309, 353, 571, 615 785 nm: 131, 212, 309, 353, 571, 615	[7,41]
Lead tin yellow II (N/A) K-10120	Lead and tin oxides	532 nm: 135, 260, 328, 451, 826, 916, 1050 638 nm: 135, 260, 328, 451, 916, 1050 785 nm: 139, 260, 328, 916, 1050, 1276	[7]
Cobalt yellow (PY40) K-43500	Potassium cobaltinitrite	532 nm: 179, 266, 296, 474, 516, 680, 820, 835, 1095, 1237, 1325, 1392, 1798, 2142, 2327, 2431, 2645, 2851, 2938 785 nm: 112, 182, 274, 304, 820, 835, 1257, 1325, 1398, 2147, 2645	[7,8]
Massicot (PY46) K-43010	Lead(II) oxide	532, 638, 785 nm: 145, 287, 383	[7]
Yellow ochre (PY43) K-40010	Goethite	532, 785 nm: 205, 247, 300, 400, 487, 557, 681, 1332	[33,50]
Realgar (PY39) K-10800	Arsenic sulfide	532 nm: 182, 194, 224, 237, 270, 345, 355 638 nm: 136, 145, 155, 172, 185, 224, 237, 270, 345, 355	[16,40]



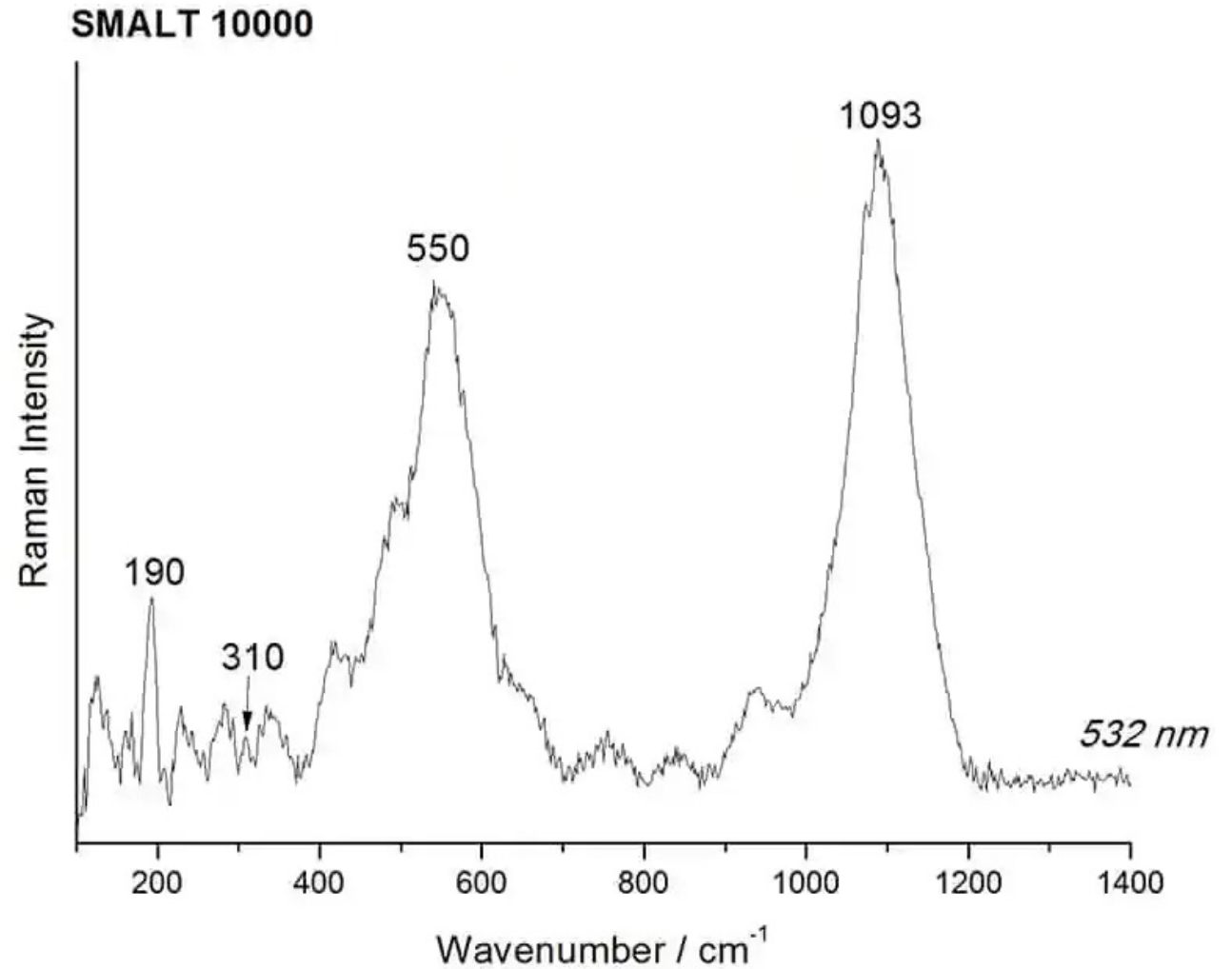
UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI TERAMO

Dipartimento di Scienze della Comunicazione

ANDAMENTO DEGLI SPETTRI

LETTURA DELLA SPETTROSCOPIA RAMAN

Attenzione: dato che la Raman legge anche l'organico, se c'è molta vernice sul dipinto, leggerà poco il pigmento sottostante e il picco risulterà più schiacciato con molto rumore di fondo (ossia i picchi dell'intorno che sono inconsistenti).



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI TERAMO

Dipartimento di Scienze della Comunicazione

ORGANICO E PIGMENTI