

# Curriculum Vitae

## INFORMAZIONI PERSONALI

Nome SANTINO  
Cognome ORECCHIO  
Telefono 091-23897968  
E-mail santino.orecchio@unipa.it

## ATTIVITA' DIDATTICA

### Attività didattica AA 2016-2017

- Chimica dell'Ambiente Marino (Corso di Laurea magistrale in Ecologia Marina) 6 cfu
- Chimica dell'Ambiente e dei BBCC (Corso di Laurea magistrale in Chimica) in corso 3+3 cfu
- Chimica Analitica Applicata (Corso di Laurea in Chimica) 1+5 cfu
- Chimica dell'Ambiente (Corso di laurea in Analisi e Gestione Ambientale) 5+1 cfu.

## PUBBLICAZIONI

### ELENCO DEI LAVORI SCIENTIFICI

Prof. Santino Orecchio

1. A. Gianguzza, **S. Orecchio**. "Uso del carbone attivo nel trattamento di acque contenenti metalli pesanti", Inquinamento, 7-8, (1982) 37-39.
2. A. Gianguzza, **S. Orecchio** "Esame comparativo su alcuni metodi di analisi quantitativa dei nitriti in soluzioni acquose ad alto contenuto salino", Inquinamento, 10, (1982) 94-95.
3. G. Biedermann, **S. Orecchio**, V. Romano and R. Zingales "On the formal potential of the Co<sup>+3</sup>/Co<sup>+2</sup> couple at - 5°C in 6.5 molal HClO<sub>4</sub> medium", Acta Chemica Scandinavica, A 40 (1986) 161-167.
4. R. Oliveri, A. Casuccio, **S. Orecchio**, P. Cappadonna, V. Spoto "L'uso dei fitofarmaci nelle coltivazioni protette: problemi di inquinamento del suolo e delle falde superficiali. Nota terza: ancora sulla presenza di pesticidi organoclorurati e metalli pesanti nella falda idrica di Marsala", Nuovi Annali di Igiene e Microbiologia Vol 39 fasc. 6 11/12, (1988) 1-8.
5. **S. Orecchio**, V. Romano, R. Zingales "Redox potentials of vanadium - containing couples. Part I An electrolytic, optical, potentiometric method for the determination of the formal Vanadium(V)/Vanadium(IV) potential in aqueous sodium chloride", J. Chem. Research (S) 14, (1989)-(M) 1 0214-0239 (1989).
6. **S. Orecchio**, V. Romano and R. Zingales "Redox potential of vanadium containing couples: II) The determination of the V(IV)/V(III) formal potential at 25°C in aqueous 1 M solution.", J. Chem. Research (S), 335 (1989); (M) 2701-2712, (1989).
7. V. Calandra, G. Dongarrà, **S. Orecchio** "Bat conservation and problems connected with monument deterioration", European Bat Research 1987, V. Hanàk, I. Horacèk., J. Gaisler (eds.) 645-650 Charles Univ. Press, Praha, (1989) 645-650.
8. M. Fiore, **S. Orecchio**, V. Romano e R. Zingales "Studi di equilibri in soluzione acquosa ad alta temperatura. I) Monitoraggio elettrochimico degli ioni idrogeno in soluzione acquosa a 25°C", - Accademia Peloritana dei Pericolanti - Vol. LXVIII (1992) 371-386.
9. M. Fiore, **S. Orecchio**, V. Romano and R. Zingales "Redox potentials of vanadium containing couples. Part 3. The determination of V<sup>3+</sup>-V<sup>2+</sup> couple", J. Chem. Soc. Dalton Transactions (1993) 799-802.
10. Torregrossa M.V., Valentino L., Gullotti A., Casuccio A., Procaccianti P., **S. Orecchio**, Poma L., Candura R. "Bacterial and chemical indicators of coastal water pollution", J. Prev. Medicine and Hygiene, 34 (1993) 135-146.
11. M. Fiore, **S. Orecchio**, and R. Zingales "Graphic representation of equilibria involves dichromates. Acid-base equilibria", Accademia Peloritana dei Pericolanti Vol. LXX, reg 430, (1994) 265-276.
12. M. Fiore, **S. Orecchio** and R. Zingales "Graphic representation of equilibria involving dichromates. Part II Solubility equilibria", Accademia Peloritana dei Pericolanti Vol LXX, reg. 431, (1994) 277-290.
13. M. Fiore, **S. Orecchio** and R. Zingales "Solubility equilibria for MA type salts: correlation between the A- basicity and the approximate graphic results", Accademia Peloritana dei Pericolanti, Vol. LXX reg. 432, (1994) 291-306.
14. G. Zuo, S. Orecchio and M. Muhammed "Facilitated transport of gold through a membrane via complexation to thiourea-based reagents", Separation Science and Technology, 31 (1996) 1957-1963.
15. A. Giovenco, D. Ottonello, G. Dia, **S. Orecchio** "Licheni ed inquinamento atmosferico nell'aria nella zona metropolitana di Palermo", Inquinamento, 3, (1996) 48-52.

16. R. Abbate, V. Cataldo, A. Cimino, E. Emma, G. Leone, M. Macaluso, A. Martorana Tusa, **S. Orecchio**, N. Taibi "Hydrogeological Investigations on the Nebrodi Mts. Region (Sicily)" *Acta Un. Carolinae Geologica*, 39 463-473, (1995).
17. M. Fiore, S. Orecchio, V. Romano, G. Ruggirello and R. Zingales "Hydrolytic equilibria of lead at 100°C in 3.6 mol/Kg LiClO<sub>4</sub>" *J. Chem. Soc. Dalton Trans.* (1996) 4597-4603,.
18. R. Abbate, A. Cimino, S. Emma, A. Martorana, **S. Orecchio** "Lineamenti geomorfologici ed idrologici dell'acquifero carbonatico di Acquadolci (ME)" *Bollettino Accademia Geoenia, Scienze Naturali*, Vol. 27 n° 348 pag. 579-597, (1996).
19. S. Bellia, I. D. Donato, **S. Orecchio**, E. Rivarola "Indagini chimico-fisiche su reperti ceramici" In *Prima Sicilia: alle origini della società siciliana*, Ediprint, Palermo 1997.
20. **S. Orecchio**, D. Piazzese, V. Romano, and R. Zingales "The formal redox potential of the U(IV-III) couple at 25°C in the aqueous 3 M (Na<sup>+</sup>, H<sup>+</sup>) Cl<sup>-</sup> medium" *Annali di Chimica*, (1998), 129-137.
21. M.G. Alaimo, A. Butera, M.R. Melati, **S. Orecchio**, S.G. Sciarrone "Soluzioni contenenti tensioattivi; Studio sulla possibilità di utilizzare soluzioni contenenti tensioattivi per la rimozione del particolato adsorbito dalle alberate cittadine" *Ambiente Risorse Salute*, vol.II (1998) 22-26,.
22. M. Fiore e **S. Orecchio** "Determinazione del benzalconio cloruro in prodotti disinfettanti mediante FTIR" *Bollettino dei Chimici Igienisti*, 49 (1998) 201-205,.
23. F. G. Crescimanno, M. A. Germanà, M.R. Melati, **S. Orecchio** "Diversità di risposta del polline di pompelmo agli eventi citotossici" *Notiziario allergologico*, 18 (1999) 38-43.
24. A. Macaluso, Maria R. Melati, **S. Orecchio** "The use of leaves of *Olea europaea* L. as passive samplers for polycyclic aromatic hydrocarbons. Assessment of the quality of the air in Palermo" *Annali di Chimica* 90 (2000) 83-90.
25. M.G. Alaimo, B. Lipani, M.G. Lombardo, S. Orecchio, M. Turano and M.R. Melati "The mapping of stress in the predominant plants in the city of Palermo by lead dosage" *Aerobiologia* 16 (2000) 47-54.
26. F.G. Crescimanno, M.A. Germanà, M.R. Melati, **S. Orecchio**, M.C. Vitale "Secondary stress in edible citrus caused by heavy metal air pollution" *Aerobiologia* 16 (2000) 137-142.
27. M.G. Alaimo, B. Lipani, M.G. Lombardo, **S. Orecchio** M. Turano, M.R. Melati "Indice biologico di resistenza al carico di immissioni inquinanti" *Informatore Botanico Italiano*, 32 (2000) 73-76,.
28. M. Consiglio, E. Frenna, **S. Orecchio** "Il Laboratorio di Chimica" EDISES (2001).
29. E. Rivarola, S. Bellia, I.D. Donato, **S. Orecchio**, R. Ponterio, S. Tusa "Neolithic ceramic findings from western Sicily. Chemical – physical and mineralogical characterization" *Annali di Chimica*, 91, 803-812 (2001).
30. **S. Orecchio** "Recover and reutilization of waste matter of coffee preparation. An experiment for Environmental Science Course" *J. Chem. Ed.*, 78 (2001) 12 1669.
31. **S. Orecchio** "Prodotti chimici ed attività di restauro (Parte1)" *Bollettino dei Chimici Igienisti*, Vol. 52, 25-28, (2001).
32. **S. Orecchio** "Aspetti sanitari nell'uso dei prodotti chimici nelle attività di restauro (Parte 2)" *Bollettino dei Chimici Igienisti* 52 (2001) 29-37.
33. M. Fiore, M.R. Melati, **S. Orecchio** "Trattamento chemiometrico dei dati derivanti dalla valutazione della qualità dell'aria mediante l'uso delle foglie di pino come bioaccumulatori di metalli pesanti" *Bollettino dei Chimici Igienisti*, Vol. 52, (2001) 5-11.
34. M. Lombardo, M.R. Melati, **S. Orecchio** "Assessment of the quality of the air in the city of Palermo through chemical and cell analyses on *Pinus Needles*" *Atmospheric Environment* (2001), 35 (36), 6435-6445.
35. F. Andolina, A. Cimino, **S. Orecchio**, S. Sambataro, "La qualità delle acque sotterranee ed il pericolo di contaminazione nella valutazione del rischio idrogeologico - La Piana di Palermo" *Geologi di Sicilia*, (2001) 1, 3-10.
36. C. Foti, A. Gianguzza, D. Piazzese, **S. Orecchio** "Protonation and complex formation of 5-sulfosalicylate in NaCl, CaCl<sub>2</sub> and MgCl<sub>2</sub> aqueous media, speciation in synthetic seawater. *Annali di Chimica*, (2002) 92 551-562.
37. L. Culotta, M.R. Melati, **S. Orecchio**, "The use of leaves of *Rosmarinus officinalis* L. as samplers for polycyclic Aromatic Hydrocarbons. Assessment of air quality in the area of Palermo" *Annali di Chimica* (2002) 92 837-845.
38. E. M. Cappelletti, F. Misuraca, D. Norrito, S. Orecchio "Polycyclic Aromatic Hydrocarbon (PAHs) degradation by soil microorganisms" *Annali di Chimica*, (2002) 92 931-936.
39. T. Fiore, C. Foti, A. Gianguzza, **S. Orecchio** and L. Pellerito "D-glucuronate complexes of mono-, di- and triorgano tin(IV) compounds. potentiometric and mössbauer spectroscopic investigations". *Appl. Organomet. Chem.* 16 (2002) 294-301.
40. **S. Orecchio** "The use of thermogravimetry for detection of falsified detergent. *Accademia Nazionale di Scienze Lettere ed Arte. Serie quinta/vol. XXII AA 2001-2002 Tomo I: Scienze* 145-180.
41. R. Abbate, S. Cappadona Ignazziro, A. Cimino, C. Di Patti, S. Orecchio "Indagini integrate per la valorizzazione delle risorse ambientali nell'area carbonatica di Monte San Fratello (Zona B del Parco dei Nebrodi)" *Thalassia Salentina*, (2003) 26, 65-76.
42. F. Andolina, A. Cimino, **S. Orecchio**, S. Sambataro "La qualità delle acque sotterranee in aree carsiche costiere del Palermitano e sua relazione con la vulnerabilità all'inquinamento" *Thalassia Salentina*, (2003) 26, 77-86.
43. A. Giacalone, A. Gianguzza, M.R. Mannino, **S. Orecchio**, D. Piazzese "Polycyclic aromatic hydrocarbons in sediments of marine coastal lagoons in Messina (Italy). Extraction and GC-MS analysis. Distribution and sources." *Polycyclic Aromatic Compounds*, 24, (2004) 135-149.
44. C. De Stefano, A. Gianguzza, O. Giuffrè, D. Piazzese, **S. Orecchio**, S. Sammartano "Speciation of organotin compounds in NaCl aqueous solution. Interaction of mono-, di- and triorganotin(IV) cations with nucleotides 5' monophosphates" *Applied organometallic chemistry*, 18 (2004) 653-661.
45. M.R. Melati, M.G. Alaimo, **S. Orecchio**, F. De Vita, "Stress-induced cytological and chemical adaptations in *Cupressus* plants from an urban area of Palermo (Italy)" *Acta Botanica Gallica*, 151 (2004) 265-282.
46. G. Adelfio, A. Gianguzza, **S. Orecchio**, D. Piazzese "Monitoraggio di gas anestetici in sale operatorie di Palermo e Provincia". *Bollettino dei Chimici Igienisti*, *Boll. Chim. Igen.* 55 (2004) 193-197.
47. A. Gianguzza, M. Governanti, **S. Orecchio**, D. Piazzese "Identification of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) in the black crusts of Sicilian stone monuments: distribution and sources" *Science and technology for Cultural Heritage*, 13 (2004) 53-61.
48. L. Culotta, A. Gianguzza, **S. Orecchio** "Leaves of *Nerium oleander* L. as bioaccumulators of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAH) in the air of Palermo (ITALY). Extraction and GC-MS analysis, distribution and sources" *Polycyclic Aromatic Compounds*, 25 (4) (2005) 327-344.

49. A. Giacalone, A. Gianguzza, **S. Orecchio**, D. Piazzese G. Dongarrà, S. Sciarrino, D. Varrica "Metal distribution in the organic and inorganic fractions of soil: a case-study on soils from Sicily". Chemical Speciation and Bioavailability (2005), 17, N° 3, 83-94.
50. L. Culotta, C. De Stefano, A. Gianguzza, M. R. Mannino, **S. Orecchio** "The PAH composition of surface sediments from Stagnone coastal lagoon, Marsala (ITALY)" Marine Chemistry 99, (2006) 117-127.
51. A. Gianguzza, **S. Orecchio** "The PAH Composition in limpets (Patella vulgata) from the coasts of Sicily (Italy)". Polycyclic Aromatic Compounds 26 (2006) 37-57.
52. L. Culotta, M.R. Mannino, M.R. Melati, **S. Orecchio** "Assessment of the qualità of the air in the isle of Ustica through chemical analyses on pinus needles" Atti dell' Accademia Nazionale di Scienze Lettere ed Arti, Serie quinta/volume XXIII, Tomo 1: Scienze, 95-110.
53. **S. Orecchio** "Studies of aluminium leaching from coffeemaker during the preparation and the storage of brewed coffee. An experiment for undergraduate instrumental analysis laboratory" Atti dell'Accademia Nazionale di Scienze Lettere ed Arti, Serie quinta/volume XXIII, Tomo 1: Scienze, 111-126.
54. L. Culotta, M.R. Mannino, **S. Orecchio** "Comportamento delle stoffe nei confronti di alcuni inquinanti atmosferici" Atti dell' Accademia Nazionale di Scienze Lettere ed Arti, Serie quinta/volume XXIII, Tomo 1: Scienze, 127-142.
55. **S. Orecchio**, "Test microcristallografico per ditio ed etilenbisditiocarbammati" Atti dell' Accademia Nazionale di Scienze Lettere ed Arti, Serie quinta/volume XXIII, Tomo 1: Scienze, 247-254.
56. E. M. Cappelletti, C. Lombardo, **S. Orecchio** "Environmental advantages about possibility to recover and reutilization of coffee grounds". Atti dell' Accademia Nazionale di Scienze Lettere ed Arti, Serie quinta/volume XXIII, Tomo 1: Scienze, 255-262.
57. A. Gianguzza, L. Culotta, M.R. Mannino, **S. Orecchio** "Pelargonium leaves as bioaccumulator of Polynuclear Aromatic Hydrocarbons: analytical method and evaluation of sources and air quality in Palermo area" Fresenius Environ. Bull. 15 (2006) 928-935.
58. Gianguzza A., Mannino M.R., Olivo A., **S. Orecchio** "Occurrence and concentration of PAHs in clams and sediments of marine coastal lagoon of Ganzirri (Italy). Extraction and GC-MS analysis distribution and sources" Fresenius Environ. Bull. Vol. 15 (2006) 1023-1030.
59. Cimino A., Artino C. and **S. Orecchio**, Gli acquiferi costieri del settore Bonagia-Cornino nel Trapanese: analisi dei processi di contaminazione in relazione con la vulnerabilità" SINTACS. Thalassia Salentina n°29 (1) (2006) 235-249.
60. F. Caruso, **S. Orecchio**, M.G. Cicero, C. Di Stefano "Gas chromatography-mass spectroscopy characterization of the varnish and glue of an ancient 18 th century double bass" (2007) J. of Chromatography A. 1147, 206-212.
61. L. Culotta, A. Gianguzza, M.R. Mannino, **S. Orecchio** Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) in Vulcano Island (Aeolian Arcipelago) mud utilized for therapeutic purpose (2007) Polycyclic Aromatic Compounds, 27 (2007) 281-294.
62. S. Rubino, P. Portanova, A. Albanese, G. Calvaruso, **S. Orecchio**, G. Fontana, G.C. Stocco "Mono- and polynuclear complexes of Pt(II) with polypyridyl ligands Synthesis, spectroscopic and structural characterization and cytotoxic activity". Journal of Inorganic Biochemistry 101, (2007) 1473-1482.
63. **S. Orecchio** "PAHs associated with leaves of Quercus ilex L.: Extraction, GC-MS analysis, distribution and sources. Assessment of air quality in the Palermo (Italy) area" Atmospheric Environment 41 (2007) 8669-8680.
64. L. Culotta, A. Gianguzza, **S. Orecchio**, A. Tagarelli "Sand clams of Ganzirri Marine Coastal Lagoon in Messina (Italy). Extraction and ICP-MS analysis" Fresenius Environ. Bull. 17 (2008) 131-141.
65. Mannino M. R. and **S. Orecchio** "Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in indoor dust matter of Palermo (Italy) area: Extraction, GC-MS analysis, distribution and sources" Atmospheric Environment 42 (2008) 1801-1817.
66. A. Gianguzza, L. Culotta, **S. Orecchio** Absorption of polycyclic aromatic hydrocarbons by pinus bark: analytical method and use for environmental pollution monitoring in the Palermo area (Sicily, Italy), Environmental Research, 107 (2008) 371-379.
67. S. Rubino, P. Portanova, A. Girasolo, G. Calvaruso, **S. Orecchio**, G.C. Stocco "Synthetic, structural and biochemical studies of polynuclear Platinum (II) complexes with heterocyclic ligands" European. Journal of Medicinal Chemistry 44 (2009) 1041-1048.
68. **S. Orecchio**, V. Papuzza "Levels, Fingerprint and Daily Intake of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) In Bread Baked Using Wood As Fuel" J. of Hazardous Material 164 (2009) 876-883.
69. **S. Orecchio**, V. Paradiso Ciotti, L. Culotta, "Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in coffee brew samples: Analytical method by GC-MS, profile, levels and sources" Food and Chemical Toxicology, 47 (2009) 819-826.
70. **S. Orecchio**, Assessment of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in soil of a Natural Reserve (Isola delle Femmine) (Italy) located in front of a plant for the production of cement, Journal of Hazardous Materials, 173 (2010) 358-368.
71. **S. Orecchio**, D. Amorello "Platinum and rhodium associated with the leaves of Nerium oleander L.; analytical method using voltammetry; assessment of air quality in the Palermo (Italy) area" Journal of Hazardous Materials 174 (2010) 720-727.
72. **S. Orecchio**, Analytical method, pattern and sources of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in the stone of the Temples of Agrigento (Italy), Journal of Hazardous Materials 176 (2010) 339-347.
73. **S. Orecchio** "Contamination from polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in the soil of a botanical garden localized next to a former manufacturing gas plant in Palermo (Italy)" Journal of Hazardous Materials, 180 (2010) 590-601.
74. **S. Orecchio**, S. Cannata, L. Culotta, How building an underwater pipeline connecting Libya to Sicilian coast is affecting environment: polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in sediments; monitoring the evolution of the shore approach area of the Gulf of Gela (Italy), Journal of Hazardous Materials 181 (2010) 647-658.
75. **S. Orecchio**, M. R. Mannino, "Chemical speciation of polycyclic aromatic hydrocarbons in sediments: Partitioning and extraction of humic substances" Marine Pollution Bulletin 60 (2010) 1175-1181.
76. M. R. Mannino, **S. Orecchio**, Chemical characterization of ancient potteries from Himera and Pestavecchia necropolis (Sicily, Italy) by Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometry (ICP-OES) Microchemical Journal 97 2 (2011) 165-172.
77. **S. Orecchio**, "Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in indoor emission from decorative candles" Atmospheric Environment, 45 (2011) 1888-1895.

78. S. Rubino, P. Portanova, F. Giammalva, M.A. Girasolo, **S. Orecchio**, G. Calvaruso, G.C. Stocco Synthesis, structural characterisation and biological studies of new mononuclear platinum (II) complexes with sterically hindered heterocyclic ligands, *Inorganica Chimica Acta* 370 (2011) 207–214.
79. **S. Orecchio** “Speciation of iron in ancient pots from Sicily (Italy)” *Microchemical Journal* 99 (2011) 132–137.
80. **S. Orecchio**, D. Amorello, Platinum levels in urban soils from Palermo (Italy); analytical method using voltammetry” *Microchemical Journal* 99 (2011) 283–288.
81. **S. Orecchio**, **D. Amorello**, **C. Carollo**, “Voltammetric determination of platinum in perfusate and blood: Preliminary data on pharmacokinetic study of arterial infusion with oxaliplatin” *Microchemical Journal* 100 (2012) 72–76.
82. F. D'Agostino, **S. Orecchio**, G. Rizzo “Caratterizzazione delle vernici utilizzate nella liuteria storica” In: La Manna D., Lentini E. *Science and Cultural Heritage in the Mediterranean Area*, (2009) 594-599, PALERMO: Regione Siciliana - Assessorato dei Beni Culturali, ISBN: 978-88-6164-086-3.
83. S. Barreca, **S. Orecchio**, A. Pace “Photochemical sample treatment for extracts clean up in PCB analysis from sediments” *Talanta*, 103 (2013) 349–354.
84. **S. Orecchio**, Microanalytical characterization of decorations in handmade ancient floor tiles using inductively coupled plasma optical emission spectrometry (ICP-OES). *Microchemical Journal*, 108, (2013), 137-150.
85. S. Frenna, A. Mazzola, **S. Orecchio**, N. Tuzzolino, “Comparison of different methods for extraction of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) from Sicilian (Italy) coastal area sediments” *Environ Monitoring and Assessment* 185 (2013) 5551–5562.
86. D. Amorello, **S. Orecchio** “Micro determination of dithiocarbamates in pesticide formulations using voltammetry” *Microchemical Journal* 110 (2013) 334–339.
87. M.R. Mannino, **S. Orecchio**, G. Gennaro “Microanalytical method for studying paintings by use of fluorescence spectroscopy” combined with principal component analysis, *Microchemical Journal*, 110 (2013) 407–416
88. **S. Orecchio**, R. Indelicato, S. Barreca “The distribution of phthalate esters in indoor dust of Palermo (Italy)” *Environmental Geochemistry and Health*, 35 (2013) 613-624.
89. **S. Orecchio**, Giuseppe Polizzotto “Fractionation of mercury in sediments during draining of Augusta (Italy) coastal area by modified Tessier method” *Microchemical Journal* 110 (2013) 452–457.
90. **S. Orecchio**, R. Indelicato, S. Barreca, Determination of selected phthalates by gas chromatography–mass spectrometry in mural paintings from Palermo (Italy), *Microchemical Journal*, 114 (2014) 187-191.
91. S. Barreca, R. Indelicato, **S. Orecchio**, A. Pace, Photodegradation of selected phthalates on mural painting surfaces under UV light irradiation, *Microchemical Journal* 114 (2014) 192–196.
92. R. Buscemi, F. Giacalone, **S. Orecchio**, and M. Gruttadauria, Cross-Linked Imidazolium Salts as Scavengers for Palladium *CHEMPLUSCHEM* 79 (2014) 421 – 426.
93. S. Barreca, A. Mazzola, **S. Orecchio**, N. Tuzzolino, Polychlorinated Biphenyls in Sediments from Sicilian Coastal Area (Scoglitti) using Automated Soxhlet, GC-MS, and Principal Component Analysis, *Polycyclic Aromatic Compounds* 34, 3 (2014) 237-262.
94. F. Bianchini, G. Pascali, A. Campo, **S. Orecchio**, R. Bonsignore, P. Blandino, P. Pietrini. Elemental Contamination of an Open-Pit Mining Area in the Peruvian Andes, *International Journal of Environmental Science and Technology*, *International Journal of Environmental Science and Technology: Volume 12, Issue 3 (2015), Page 1065-1074.*
95. S. Barreca, J. J. Velez Colmenares, A. Pace, **S. Orecchio**, C. Pulgarin, “Neutral solar Photo-Fenton degradation of 4-nitrophenol on Iron-enriched hybrid montmorillonite-alginate beads (Fe-MABs)”, *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry* 282 (2014) 33–40
96. A. Bergamasco, L. Culotta, C. De Stefano, **S. Orecchio**, Silvio Sammartano, Salvatore Barreca, “Composition, distribution and sources of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in sediments of the Gulf of Milazzo (Mediterranean Sea, Italy)”. *Polycyclic Aromatic Compounds*, 34 (2014) 397–424.
97. S. Rubino, V. Di Stefano, A. Attanzio, L. Tesoriere, M.A. Girasolo, F. Nicolo, G. Bruno, **S. Orecchio**, G.C. Stocco, Synthesis, spectroscopic characterization and antiproliferative activity of two platinum(II) complexes containing N-donor heterocycles, *Inorganica Chimica Acta*, 418 (2014) 112–118.
98. D. Amorello, **S. Orecchio**, Vanadium and molybdenum concentrations in particulate from Palermo (Italy): analytical methods using voltammetry, *Frontiers of Environmental Science and Engineering*, 2015, 9 (4) 605–614.
99. **S. Orecchio**, D. Amorello, M. Raso, S. Barreca, C. Lino, F. Di Gaudio, Determination of trace elements in gluten-free food for celiac people by ICP-MS, *Microchemical Journal* 116 (2014) 163–172.
100. S. Barreca, S. Orecchio, A. Pace, Photochemical sample treatment: a greener approach to chlorobenzene determination in sediments, *Talanta* 129 (2014) 263-269.
101. S. Barreca, S. Bastone, E. Caponetti, D.F. Chillura Martino, **S. Orecchio**, Determination of Selected Polyaromatic Hydrocarbons by Gas Chromatography-Mass Spectrometry for the Analysis of Wood to Establish the cause of Sinking of an Old Vessel (Scauri wreck) by Fire, *Microchemical Journal* 117 (2014) 116–121.
102. S. Barreca, **S. Orecchio**, A. Pace, The effect of montmorillonite clay in alginate gel beads for Polychlorinated Biphenyls adsorption; isothermal and kinetic studies. *Applied Clay Science*, 99 (2014) 220–228.
103. S. Orecchio, L. Culotta, Assessment of quality of air in Palermo by chemical (ICP-OES) and cytological analyses on leaves of *Eucalyptus camaldulensis*, *Journal Environmental Science and Pollution Research* 22 (2015) 1891–1905.
104. **S. Orecchio**, D. Amorello, S. Barreca, Formaldehyde and total aldehydes in indoor air of public environments by voltammetry, *Life Safety and Security*, 2, (2014) 14-21.
105. S. Barreca, J.J. Velez Colmenares, A. Pace, **S. Orecchio**, Cesar Pulgarin Escherichia coli inactivation by neutral solar heterogeneous photo-Fenton (HPF) over hybrid iron/montmorillonite/alginate beads, *Journal of Environmental Chemical Engineering* 3 (2015) 317–324.
106. **S. Orecchio**, D. Amorello, Voltammetric Analysis of platinum in environmental matrices in *Platinum Metals in the Environment*, Fathi Zereini and Clare L.S. Wiseman editors, Springer 2015, 79-86.
107. **S. Orecchio**, S. Barreca, Chemistry in Everyday Life: case studies, EC2E2N-2 • Work Package 04 Impact of Chemistry in Everyday Life, <http://www.whatischemistry.unina.it/wp4/>
108. D. Amorello, S. Barreca, **S. Orecchio**, S. Ferro, Platinum in indoor settled dust matter (homes and cars), *Microchemical Journal*, 123 (2015) 76–83.

109. **S. Orecchio**, F. Bianchini, R. Bonsignore, P. Blandino, S. Barreca, D. Amorello. Profiles and sources of PAHs in sediments from a Open-Pit Mining Area in the Peruvian Andes. *Polycyclic Aromatic Compounds*, 00:1–23, 2015
110. **S. Orecchio**, S. Barreca, R. Indelicato. Determination of selected phthalates by gas chromatography–mass spectrometry in personal perfumes. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A*, 78 (2015) 1008–1018.
111. **S. Orecchio**, D. Amorello, M. Raso, S. Barreca, C. Lino, F. Di Gaudio. Determination of macro elements in gluten-free food for celiac people by ICP-OES. *Life Safety and Security*, (2015) Volume 3 Issue 9, 36-48.
112. S. Cataldo, N. Muratore, S. Orecchio, A. Pettignano, Enhancement of adsorption ability of calcium alginate gel beads towards Pd(II) ion. A kinetic and equilibrium study on hybrid Laponite and Montmorillonite–alginate gel beads, *Applied Clay Science* 118 (2015) 162–170.
113. **S. Orecchio**, D. Amorello, S. Barreca, A. Valenti. Wood pellets for home heating can be considered environmentally friendly fuels? Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) in their ashes, *Microchemical Journal*, 124, 2016, Pages 267-271.
114. D. Amorello, **S. Orecchio**, A. Pace, S. Barreca, Discrimination of almonds (*Prunus dulcis*) geographical origin by minerals and fatty acids profiling. Short communications, Natural product. In press
115. S. Barreca, M. Bruno, L. Oddo, **S. Orecchio**, Preliminary study on analysis and removal of wax from a Carrara marble statue, Natural product. In press.
116. **S. Orecchio**, D. Amorello, S. Barreca, A. Pettignano, Speciation of vanadium in urban, industrial and volcanic soils by a modified Tessier method, *Environmental Science: Processes & Impacts*, 2016, 18, 323–329.
117. **S. Orecchio**, D. Amorello, S. Barreca, II) wood pellets for home heating can be considered environmentally friendly fuels? Heavy metals determination by inductively coupled plasma-optical emission spectrometry (ICP-OES) in their ashes and the health risk assessment for the operators. *Microchemical Journal* 127 (2016) 178–183.
118. **Santino Orecchio**, [Diana Amorello](#), [Salvatore Barreca](#), [Andrea Pace](#), [Silvia Gambacurta](#) and [Maria Grazia Gulotta](#), Analytical method for monitoring micro trace of landfill leachate in groundwater using fluorescence excitation–emission matrix spectroscopy, *Anal. Methods*, 2016, 8, 3475-3480.
119. Diana Amorello, Salvatore Barreca, Maurizio Bruno, Azzurra Milia, **Santino Orecchio**, Alberto Pettignano, Chemical characterization of ancient liturgical vestment (chasuble) by Inductively Coupled Plasma–Optical Emission Spectrometry (ICP–OES). *Microchemical Journal*, 2016, 129, 305-309.
120. D. Amorello, S. Barreca, E. Gulli, S. Orecchio, Platinum and Rhodium in wine samples by using voltammetric techniques, *Microchemical Journal*, 2017, 130, 229-235.

## ATTIVITA' SCIENTIFICHE

### ATTIVITA' SCIENTIFICA

La chimica applicata per lo studio e il controllo dell'Ambiente e dei Beni Culturali costituisce la parte preponderante dell'attività di ricerca del Prof Santino Orecchio. L'attività di ricerca in questo settore può essere divisa in:

1. *Sviluppo di metodologie analitiche per lo studio e il controllo di inquinanti organici ed inorganici;*
2. *Studio di matrici ambientali: cause ed effetti di inquinanti – tecniche analitiche di controllo e biomonitoraggio;*
3. *Studi su materiali di interesse per i Beni Culturali: degradazione e tecnologie analitiche di controllo;*
4. *Sviluppo di metodologie analitiche per lo studio di matrici varie.*

#### 1. Sviluppo di metodologie analitiche per lo studio e il controllo di inquinanti

- L'esperienza acquisita nello studio di ioni metallici (1980-1998) è stata trasferita nelle applicazioni della chimica analitica volte alla rimozione di inquinanti dalle acque di scarico. In alcuni lavori alcuni concetti degli equilibri in soluzione sono stati applicati alla rimozione di ioni di metalli "pesanti" (Ni, Cu, Zn, Cd) dalle acque reflue (1982). Nell'ottica di utilizzare, nel settore della depurazione delle acque, materiali facilmente reperibili, biodegradabili e non inquinanti (se rilasciati nell'ambiente), è stato messo a punto un impianto pilota per la rimozione dei metalli basato sul principio dell'adsorbimento su carbone attivo, a pH controllato, di complessi di ioni metallici con citrato. Il sistema ha consentito di realizzare un abbattimento (adsorbimento sul carbone) fino al 95%, valutato attraverso il recupero a pH acidi delle soluzioni concentrate degli ioni metallici di partenza, dalle quale risulta più facile e meno dispendioso il recupero dei metalli per elettrodeposizione.

- Presso il Department of Inorganic Chemistry del Royal Institute of Technology di Stoccolma, dove il prof. Santino Orecchio, nel 1995 ha collaborato con il Prof. Mamoun Muhammed, è stata sviluppata una ricerca per definire una tecnica di separazione selettiva di ioni metallici basata sull'impiego di reattivi contenenti tiourea. In particolare ha condotto degli studi di permeazione dello ione Au(III) da soluzioni acide attraverso membrane liquide supportate su films polimerici. In questo studio (n° 14 del 1996), sono stati usati come carriers la dodeciltiourea (DTH) e la noniltiourea (NTH) in soluzione di cloroformio. Come supporto solido sono stati usati due tipi di film polimerico, il Celgard 2500 ed il Cergard 2400. Per rimuovere l'Au dalla fase organica (dalla membrana) sono stati adoperati il tiocianato di potassio, la tiourea ed il tiosolfato di sodio, tutti in soluzione acquosa. La tecnica della Membrana Liquida Supportata su Solido (SSLM), fa uso simultaneamente del legante e dello strippante, nei confronti degli ioni metallici, può risolvere il problema della limitazione della bassa solubilità e quindi aumenta il trasporto degli ioni metallici attraverso la membrana con notevole riduzione della quantità di solvente richiesto rispetto al processo di estrazione.
- I pesticidi ditiocarbammici ed etilene-bis-ditiocarbammici difficilmente possono essere determinati per via gascromatografica, perché spesso alla temperatura di esercizio della colonna si decompongono. E' stata pertanto messa a punto una metodologia diversa che porta alla determinazione di questi composti per via indiretta, sfruttando l'alta reattività dei gruppi SH nei confronti degli ioni metallici. In particolare la metodica si basa sulla reazione che avviene tra lo ione ditiocarbammato o etilene-bis-ditiocarbammato (DTC) e lo ione rameico; questa reazione porta alla formazione di un complesso intensamente colorato, facilmente estraibile con cloroformio. Una goccia di soluzione cloroformica, molto diluita, contenente il complesso (Cu(DTC)<sub>2</sub>), lasciata evaporare su vetrino da microscopio fornisce cristalli di morfologia e colore caratteristici. Su questa base sono state condotte delle analisi microcristalloscopiche semi quantitative, adoperando dei vetrini di confronto ottenuti da quantità note di pesticida. I limiti di rivelabilità vanno da 0,1 gamma per lo ziram ad 1,8 gamma per il mancozeb.
- La stessa reazione sfruttata per le osservazioni al microscopio può essere utilizzata come base di un metodo quantitativo estremamente sensibile se la determinazione quantitativa viene condotta per spettrofotometria di assorbimento atomico con fornetto di grafite, determinando la quantità di rame contenuto nel complesso formatosi. Dalla quantità di rame, e dalla stechiometria del complesso è possibile risalire alla quantità di pesticida inizialmente contenuto nel campione sotto esame. Questo metodo consente di raggiungere sensibilità dell'ordine di 0,1 mg/l.
- In questa tematica si inseriscono: a) lo studio effettuato sul complesso del cobalto (II) con lo ione ditiocarbammato (Co(DTC)<sub>2</sub>) o etilenbisditiocarbammato che, sfruttando la maggiore reattività del cobalto rispetto a quella del rame, permette di abbassare i limiti di rivelabilità nella determinazione dei DTC; b) e, recentemente (2013), lo sviluppo di metodiche voltammetriche per la determinazione di principi attivi nei formulati commerciali contenenti composti della classe suddetta.
- L'impegno nelle ricerche nel campo ambientale e la conoscenza delle caratteristiche merceologiche e tossicologiche dei tensioattivi hanno consentito di individuare le condizioni ottimali (pH, tipi e concentrazioni di tensioattivo ecc.) per la preparazione di soluzioni idonee a rimuovere la quasi totalità del particolato atmosferico adsorbito alla superficie delle foglie dei Pinus che generalmente costituiscono le alberate cittadine. Gli inquinanti adsorbiti dalle piante, in condizioni meteorologiche particolari, possono essere rilasciati dando luogo ad elevate concentrazioni in prossimità delle alberate stesse; gli aghi che cadono contengono elevatissime concentrazioni di inquinanti che vengono rilasciati al momento del loro incenerimento mettendo in serio pericolo la salute degli operatori addetti; dal punto di vista estetico le alberate si presentano di colore molto scuro sia nel fogliame che nella parte legnosa. Tutti questi fatti riducono le attese derivanti dalle alberate, anzi in alcuni casi provocano l'effetto opposto. I risultati di questa ricerca inducono a proporre un lavaggio periodico delle alberate site in zone ad intenso traffico. La procedura di lavaggio potrebbe essere realizzata mediante nebulizzazione della soluzione tensioattiva, con apparecchiature appositamente progettate che prevedono il contemporaneo recupero e l'eventuale depurazione delle acque di lavaggio.

## **2. Studio di matrici ambientali: cause ed effetti di inquinanti – tecniche analitiche di controllo**

- Una pubblicazione riporta uno studio (effettuato in collaborazione con alcuni ricercatori dell'Istituto d'Igiene dell'Università di Palermo) finalizzato alla valutazione della contaminazione ambientale da pesticidi organoclorurati (-BHC, -DDE, -DDD, 2,4D metilestere, 2,4,5-Tmetilestere, -endosulfan) e da metalli pesanti (Ni, Cu, Mn, Zn) nelle acque di falda della zona di Marsala il cui territorio da anni è destinato all'insediamento, progressivamente crescente, di coltivazioni in serra. Dai risultati della ricerca si evince che i residui di pesticidi rinvenuti sono distribuiti casualmente, indipendentemente dalla distribuzione geografica delle serre e le concentrazioni riscontrate sono paragonabili a quelle dei campioni delle zone scelte come controllo. La concentrazione di rame manganese e zinco, elementi presenti nella composizione di alcuni antiparassitari, non sembra essere in rapporto con l'intensità dell'attività agricola, anche se è stato messo in rilievo, rispetto alle zone controllo, un più elevato valore di zinco.
- Un'altra ricerca è stata condotta, su campioni d'acqua marina, per mettere in relazione la presenza di alcuni composti organici a lunga persistenza ambientale (pesticidi organoclorurati, composti organici alogenati) e metalli pesanti (Pb, Cr, Zn, Cd, Hg,) con gli indicatori di inquinamento fecale (E. coli, S. faecalis, ammoniaca). Sono stati effettuati 69 campionamenti, nel periodo compreso tra ottobre del 1987 e maggio del 1990, in tre siti lungo la costa siciliana con tipi di inquinamento presumibilmente diversi (urbano, agricolo ed industriale). Soltanto gli indicatori di inquinamento fecale sono risultati essere legati alla vicinanza di insediamenti umani, a differenza delle altre sostanze ricercate, messe in relazione ad attività lavorative, la cui presenza e concentrazioni sono indipendenti dal sito prescelto.
- Un lavoro del 2001 riporta i risultati di uno studio relativo al problema dello smaltimento di alcuni tipi di rifiuti. In particolare viene affrontato lo studio dello smaltimento e del riutilizzo dei residui ottenuti dalla preparazione del caffè. Dal riutilizzo totale o parziale dei residui della preparazione della bevanda possono derivare vantaggi sia economici sia ambientali. Dall'estrazione con un solvente organico dei fondi si ottiene un olio (circa il 10%) che possiede caratteristiche chimico-fisiche simili a quelle di altri oli (ad esempio dell'olio di palma) adoperati in diverse attività industriali. L'olio ottenuto sottoposto a saponificazione con una base fornisce un sapone con proprietà schiumogene e pulenti paragonabili a quelle del sapone di Marsiglia e di altri detersivi. Le percentuali di carbonio organico, azoto, fosforo e potassio del residuo privo della frazione lipidica risultano simili a quelle di molti prodotti fertilizzanti commerciali. Tali caratteristiche suggeriscono l'impiego in agricoltura.
- Prendendo spunto dalla ricerca precedentemente descritta, è stata pubblicata (2001) un'esperienza didattica destinata agli studenti dei corsi di Scienze Ambientali o dei corsi di Chimica Analitica. L'esperienza è finalizzata a: i) dimostrare agli studenti che i campioni reali, ed in particolar modo quelli ambientali non sono omogenei; ii) dimostrare l'importanza dell'analisi chimica, specialmente quella strumentale, nella risoluzione di importanti problemi ambientali; iii) approfondire alcuni principi fondamentali di chimica analitica. L'esperienza propone il campionamento dei fondi di caffè, l'estrazione dell'olio, l'analisi dell'olio estratto (acidità libera, numero di saponificazione, composizione degli acidi grassi, ecc.), la saponificazione dell'olio, l'analisi del sapone ottenuto, l'analisi del residuo privo della parte lipidica (C, H, N, P, ceneri, potassio, metalli pesanti).

## Biomonitoraggio

Negli anni, il prof. Santino Orecchio affronta gli aspetti chimici di questa importante tematica interdisciplinare utilizzando vari tipi di vegetali come bioaccumulatori di inquinanti al fine di: i) mettere a punto una metodologia di indagine accurata e riproducibile e ii) trovare una correlazione tra le quantità di inquinanti accumulati dai bio-indicatori e la qualità dell'aria. Questa tecnica di indagine è quasi sempre complementare e raramente alternativa ai metodi di controllo degli inquinanti atmosferici; tuttavia i risultati che da essa si traggono possono rendere conto da un lato dei fattori di accumulo degli inquinanti, attraverso una correlazione con i risultati analitici ottenuti dalle centraline fisse di monitoraggio, e dall'altro della loro circolazione nelle aree urbane quasi sempre soggette ad alti livelli di inquinamento da traffico veicolare.

- Il primo lavoro di biomonitoraggio (1996) riguarda l'uso dei licheni per monitorare l'inquinamento da metalli pesanti nell'area urbana della città di Palermo. La scelta dei licheni deriva dal fatto che essendo organismi simbiotici, privi di cuticola e di strutture specializzate, ricevono passivamente dall'atmosfera sia i nutrienti, indispensabili per il loro metabolismo, sia i composti inquinanti. Questo studio è stato condotto in 18 stazioni utilizzando due specie di licheni (la *Xantoria parietina* e la *Ramalina lacera*). Le determinazioni dei metalli sono state condotte mediante spettrofotometria di assorbimento atomico sia con atomizzazione a fiamma sia con fornello di grafite previa mineralizzazione della matrice vegetale mediante forno a microonde.

- In una successiva indagine (2001) per lo studio dell'inquinamento dell'aria da metalli pesanti, sono state utilizzate le foglie di pino. I metalli determinati (Pb, Cd, Fe, Mn, Zn, Cu) sono stati scelti in base alla pericolosità che alcuni di essi rivestono per la salute dell'uomo, alla capacità di bioaccumulo nella catena alimentare e perché derivano dai processi di combustione.

I risultati sulla determinazione analitica dei metalli negli aghi di pinus insieme con l'analisi delle possibili fonti e sulle caratteristiche citologiche e la relazione con le concentrazioni dei principali inquinanti atmosferici sono riportati in una pubblicazione del 2001. Per valutare eventuali correlazioni tra le concentrazioni dei diversi metalli (Pb, Fe, Cu, Zn) è stata effettuata una analisi mediante regressione lineare tra le concentrazioni di piombo relative alle diverse stazioni e le concentrazioni di rame, zinco e ferro. Inoltre è stata effettuata la correlazione tra le concentrazioni di piombo determinato nelle foglie raccolte in alcune delle stazioni e le concentrazioni di benzene determinato nell'aria di Palermo in siti geograficamente vicini a quelli precedentemente considerati.

In una ricerca i cui risultati sono stati pubblicati nel 2008, la corteccia degli alberi di pino è stata utilizzata per il biomonitoraggio degli Idrocarburi Policiclici Aromatici nell'aria della città di Palermo.

- Da ricerche effettuate sulle foglie e sui pollini di Pompelmo (Duncan ed Oroblanco) si evidenzia che queste specie vegetali sono indenni da accumuli di metalli pesanti e quindi mal si prestano al biomonitoraggio dei metalli pesanti. Durante l'evolversi di questa ricerca è stata determinata la germinabilità dei pollini del Pompelmo in presenza del fungicida TMTD e di un fenossierbicide, il 2,4-D. La presenza dei suddetti principi attivi altera la qualità dei pollini, inibisce la germinazione ed induce caratteristici addensamenti citoplasmatici.
- Considerando le specie arboree generalmente presenti nei centri urbani, sono stati presi in considerazione, come possibili bioindicatori nei confronti dei metalli pesanti e degli IPA, il platano e l'eucalipto e l'oleandro.
- Tra gli inquinanti organici più temuti presenti nell'atmosfera delle grandi città e dei centri industrializzati devono essere considerati gli Idrocarburi Polinucleari Aromatici (IPA) che si producono per condensazione di composti aromatici nei processi di combustione dei combustibili fossili. Alcuni IPA sono stati inseriti dall'OMS nel novero degli agenti cancerogeni e/o mutageni anche a concentrazioni bassissime. Anche in questo caso, la possibilità che hanno alcuni organismi viventi di accumulare inquinanti come gli IPA può essere utilizzata per sostituire i campionatori "classici".

Dopo avere formulato, sulla base di dati di letteratura una metodologia di indagine nella quale sono stati accuratamente valutati sia le operazioni e i metodi di campionamento sia il trattamento del campione (estrazione, purificazione dell'estratto, separazione), è stata messa a punto una metodica di analisi quantitativa degli IPA sulle foglie di una specie vegetale molto comune (l'olivo, *Olea europaea*) che, essendo dotata di uno strato ceroso, si presta molto bene all'accumulo di composti liposolubili come gli IPA.

Le determinazioni qualitative e quantitative degli IPA sono state effettuate mediante cromatografia liquida ad alta efficienza (HPLC). Le correlazioni tra le concentrazioni totali di IPA determinati nelle foglie, le concentrazioni di BTX (benzene + toluene + xilene) e le concentrazioni di particolato riscontrate in varie stazioni di monitoraggio dell'area urbana di Palermo consentono di formulare ipotesi sulle fonti di provenienza degli inquinanti esaminati.

- Visti i risultati positivi ottenuti con le foglie di olivo, per il proseguo delle ricerche è stato scelto un altro vegetale molto comune, il rosmarino (*Rosmarinus officinalis*) le cui foglie hanno caratteristiche simili a quelle dell'olivo, inoltre, la pianta è largamente diffusa nell'area Mediterranea e comunemente si trova sia nelle zone metropolitane sia in quelle rurali. A differenza di quanto riportato nella maggior parte dei lavori presenti in letteratura, rispetto ai 16 IPA solitamente determinati, sono stati presi in considerazione anche alcuni loro derivati metilici. Tutte le analisi sono state effettuate mediante GC-MS, metodo analitico bidimensionale altamente specifico, in quanto ogni picco separato dalla colonna cromatografica viene successivamente analizzato dallo spettrometro di massa. Oltre alla specificità sono stati valutati: la linearità, il limite di rivelabilità, l'accuratezza e la ripetibilità del metodo analitico. Le abbondanze relative dei singoli composti rilevati sono state utilizzate come una sorta di "fingerprint" per ipotizzare l'origine degli inquinanti relativamente al sito di campionamento.
- In una pubblicazione (2004) vengono riportati i risultati di un'ulteriore indagine relativa al monitoraggio di IPA e di metalli pesanti mediante biomonitoraggio con la specie vegetale *Cupressus sempervirens*.
- Recentemente sono state prese in considerazione altre classi di inquinanti. In particolare la presenza e le concentrazioni di alcuni esteri ftalici, principalmente utilizzati come plastificanti di alcuni polimeri termoplastici, sono state monitorate in campioni di polveri domestiche, utilizzate come campionatori passivi per la valutazione della qualità dell'aria indoor. La stessa matrice era stata precedentemente (2008) utilizzata per il monitoraggio degli IPA negli ambienti confinati.
- Per stabilire le possibili origini degli IPA negli ambienti domestici, una ricerca, i cui risultati sono stati pubblicati nel 2008, ha stabilito le concentrazioni di sedici IPA prodotti dalla combustione della cera di alcuni tipi di candele utilizzate a scopo decorativo ed emozionale.

- Gli stessi inquinanti sono stati determinati in matrici alimentari la cui preparazione prevedeva il trattamento ad elevate temperature. Sono stati presi in considerazione parecchi campioni di pane ottenuto con il forno a legna tradizionale (2009) e caffè (bevanda) preparato con diverse marche dell'alimento (2009).

### **3. Studi su materiali di interesse per i Beni Culturali: degradazione e tecnologie analitiche di controllo**

- Nel settore della Chimica per i Beni Culturali si inserisce il lavoro (1987) relativo alla analisi di matrici organiche (guano di pipistrelli) finalizzato alla valutazione del deterioramento prodotto da questi residui sui materiali lapidei dei campanili del Duomo di Cefalù.
- Due pubblicazioni (2001) riportano rispettivamente uno studio sui rischi tossicologici ai quali sono esposti i lavoratori che operano nel campo del restauro dei Beni Culturali, e un'indagine sulla individuazione dei fattori di rischio, che possono essere causa di infortunio al fine di suggerire misure adeguate ad eliminare o almeno a minimizzare gli agenti di rischio connessi alle suddette attività.
- Nell'ambito della sicurezza e del monitoraggio, una pubblicazione del 2010 riporta i risultati delle analisi degli IPA effettuate su materiali lapidei prelevati in prossimità dei Templi di Agrigento e le possibili origini.
- Nell'ambito della stessa tematica si inserisce un lavoro del 1998 relativo alla determinazione quantitativa del benzalconio cloruro, un principio attivo presente in molti disinfettanti ed in alcuni prodotti utilizzati nel campo del restauro. La metodica si basa sulla misura dell'assorbimento da parte della molecola di principio attivo nel campo delle radiazioni infrarosse. Il metodo consente la determinazione anche in presenza di alcune specie interferenti e presenta il vantaggio di essere più rapido e riproducibile rispetto a quelli riportati in letteratura.
- In una ricerca del 1997 sono riportati i risultati di uno studio effettuato su frammenti di ceramica utilizzando alcune tra le più sensibili tecniche chimico-fisiche. (spettroscopia di AA, microanalisi, spettroscopia FT-IR, microscopia ottica, spettroscopia Mossbauer, diffrazione ai raggi X, ecc.).
- Nell'ambito del progetto: "Caratterizzazione del degrado e datazione del reperto" (P.O.P Sicilia 1990-93, modulo E2), viene descritta una procedura da seguire per la preparazione dei campioni di quarzo estratti da reperti ceramici finalizzata alla datazione degli stessi reperti mediante termoluminescenza (TL), seguendo la tecnica degli inclusi di quarzo. La tecnica è stata applicata alla datazione di reperti archeologici provenienti dagli scavi in prossimità delle Mura di Capo Soprano (Gela). I risultati risultano coerenti con quanto previsto sulla base delle informazioni storico-archeologiche e dimostrano che la procedura messa a punto dal gruppo di ricerca è soddisfacente e può quindi essere utilizzata per datare reperti ceramici con termoluminescenza. In particolare, è già stata iniziata una nuova campagna relativa al sito archeologico di Dessuoli (Gela).
- In un recente lavoro (2013), la spettrometria ottica ad emissione con plasma accoppiato induttivamente (ICP-OES) è stata utilizzata per determinare i pigmenti utilizzati nella realizzazione di piastrelle di ceramica artigianali. I risultati ottenuti in tal modo consentono di stabilire se due campioni sono stati prodotti nello stesso laboratorio ed inoltre è possibile, dal tipo di impurezze, ipotizzare l'epoca di fabbricazione.

In un altro caso (2013), utilizzando la spettroscopia di fluorescenza e quella IR, trattando statisticamente i dati ottenuti, è stato possibile individuare i leganti pittorici utilizzati in particolare in un'opera pittorica di autore anonimo.

- Il ricercatore ha collaborato con alcuni operatori della Soprintendenza ai BB.CC.AA. di Palermo, e con altri ricercatori dell'Università di Palermo, ad una ricerca, che mediante indagini chimiche, mineralogiche e spettroscopiche, su frammenti ceramici neolitici, per caratterizzare le differenze nella loro manifattura (tipi di argilla impiegati, temperature di cottura, modalità di lavorazione etc.). I frammenti ceramici provenivano da due siti archeologici molto importanti ai fini della conoscenza delle primissime fasi della vita delle società agropastorali siciliane, si tratta della grotta dell'Uzzo in territorio di San Vito lo Capo e di Stretto nei pressi di Partanna, entrambi in provincia di Trapani.

#### **4. Sviluppo di metodologie analitiche per lo studio di matrici varie**

- L'esperienza acquisita nel settore della chimica strumentale ha consentito al sottoscritto di mettere a punto una metodica analitica che consente l'individuazione dei prodotti detergenti falsificati che normalmente è molto laboriosa e richiede tempi lunghi, più per la complessità merceologica delle formulazioni detergenti, che per l'abilità del "falsario". Per rendere più semplici e soprattutto veloci le indagini necessarie all'individuazione dei "falsi" è stata usata la tecnica termogravimetrica. Per questa indagine sono stati sottoposti ad analisi termogravimetrica 9 campioni di detersivi commerciali e 5 sospetti di avere una formulazione diversa da quella della marca dichiarata. Inoltre sono state effettuate analisi termogravimetriche su miscele preparate in laboratorio a partire dai campioni acquistati, e ritenuti originali, con cloruro di sodio o con carbonato di sodio decaidrato (lisciva), e per confronto anche quelli di quest'ultimi due prodotti da soli. Il metodo termogravimetrico risulta alquanto veloce e soddisfacente per individuare adulterazioni e/o falsificazioni dei formulati di detersivi commerciali in polvere.

#### **AMBITI DI RICERCA**

##### **Chimica dell'Ambiente e dei Beni Culturali**

##### **Chimica Analitica**

##### **Chimica Analitica Applicata (Conto terzi)**

#### **ALTRE ATTIVITÀ**

Il Prof. Santino Orecchio ha conseguito la laurea in Chimica nel 1980. Ha preso servizio nel 1984 presso l'Istituto di Chimica dell'Università degli Studi di Palermo come ricercatore nel settore scientifico-disciplinare CHIM/01 (Chimica Analitica) e dal 2002 è Professore Associato nel settore scientifico-disciplinare CHIM/12, oggi 03/A1, ed è attualmente in servizio presso il Dipartimento di Scienze e Tecnologie Biologiche, Chimiche e Farmaceutiche (Stebicef) dell'Università di Palermo.

La Chimica Analitica e la Chimica dell'Ambiente costituiscono la parte preponderante della attività di ricerca del Prof. Santino Orecchio e riguarda le seguenti linee di ricerca:

- *Sviluppo di metodologie analitiche;*
- *Studio di matrici ambientali (cause ed effetti di inquinanti, tecniche analitiche, biomonitoraggio);*

- *Studi di adsorbimento e fotodegradazione di contaminanti organici (IPA, nitrofenoli, ftalati, ecc.).*
- *Studio di matrici riguardanti i Beni Culturali.*

La produzione scientifica ad oggi consiste di 120 pubblicazioni in massima parte su riviste internazionali delle quali 82 censite da Scopus. Dati bibliometrici (numero citazioni al 7/10/2016 1077: H index 18).

Inoltre, è coautore di un libro di testo: *Laboratorio di Chimica* edito da Edises ed ha partecipato ad una monografia: *Analysis of platinum in environmental matrices*, edita dalla Springer. I risultati delle ricerche sono stati discussi in 126 congressi nazionali ed internazionali.

E' contitolare di un brevetto (n°0001416510) di un *Dispositivo per estrarre e purificare analiti da una matrice.*

E' referee di numerose riviste internazionali a carattere analitico ed ambientale, quali *Microchemical Journal*, *Chemosphere*, *Talanta*, *Environmental Monitoring and Assessment*, *Environmental Science and Pollution Research*, *Ecotoxicology and Environmental Safety*, ecc.

E' stato ospite presso il Department of Inorganic Chemistry del Royal Institute of Technology di Stoccolma, dove in collaborazione con il Prof. Mamoun Muhammed, ha sviluppato una tecnica di separazione selettiva di ioni metallici basata sull'impiego di reattivi contenenti tiourea. In particolare, ha condotto degli studi di permeazione dello ione Au(III) da soluzioni acide attraverso membrane liquide supportate su film polimerici.

Dal 1995 al 2001 ha effettuato campionamenti ed analisi riguardanti il mare di Ustica nell'ambito della convenzione CIRITA (Centro Interdipartimentale Ricerche sulla Interazione Tecnologia-Ambiente- Università di Palermo)-Riserva Marina di Ustica.

Ha svolto attività organizzative e gestito finanziamenti di ricerca nell'ambito universitario di programmi nazionali (ex 60%).

Negli anni 1999-2000, il prof. Santino Orecchio è stato responsabile del progetto di ricerca "*Indagini ambientali di supporto alla valutazione degli effetti indotti dai sistemi di sperimentazione e di bonifica pilota nel Mar Piccolo di Taranto*". Convenzione CIRITA (Centro Interdipartimentale di Ricerche sulla Interazione Tecnologia-Ambiente, Università di Palermo) – CEOM (Centro Oceanografico Mediterraneo).

Nel periodo 2012-16, ha partecipato a diversi progetti:

- Progetto PON "Ricerca e competitività 2007-2013 – Asse II asse III D.D. SMART SITES AND COMMUNITIES AND SOCIAL INNOVATION" sostegno all'innovazione". Obiettivo operativo "azioni integrate per lo sviluppo sostenibile e per lo sviluppo della società d'informazione;
- Progetto PON R&C 2007-2013 ASSE II, CUP: E68F12000300007 "SIGLOD SMART SITES 04a200474 "*Sistema intelligente di supporto alla gestione e alla Localizzazione delle Discariche di rifiuti*", inoltre è stato tutor per lo stage del suddetto progetto di due partecipanti (studenti) del suddetto progetto;
- PO FESR 4.1.1.2 CUP: G73F12000050004 "*BIODETERGENTS: Sviluppo di formulazioni biocompatibili ed ecosostenibili nel settore Personal*".

Nell'ambito di corsi IFTS per Tecnico Superiore per i Sistemi Idrici, organizzato dall' I.I.S.S. "Danilo Dolci" di Alcamo e l'Università degli Studi Palermo è stato Rappresentante del Consiglio di Coordinamento dei Corsi di Studi in Scienze e Tecnologie per l'Ambiente, Coordinatore Scientifico e Membro del Comitato Tecnico Scientifico.

E' stato, fino a pochi mesi addietro, referente per l'Università degli Studi di Palermo, Membro del Consiglio Direttivo del CINSA (Consorzio Interuniversitario Nazionale per le Scienze Ambientali).

Dal 1980 al 1993 ha svolto attività didattica sotto forma di esercitazioni di laboratorio e seminari destinati agli studenti dei corsi di Laurea in Chimica e, dall'anno accademico 93-94, è stato ed è titolare di numerosi corsi nell'ambito della Chimica Analitica, della Chimica Ambientale e della Chimica dei Beni Culturali per i corsi di laurea triennale e magistrale in Chimica, Magistrale in Scienze Ambientali e Magistrale in Biologia Marina, Scienze Biologiche e Conservazione e restauro dei BBCC.

Dal settembre 1996 al 2000, ha svolto Esercitazioni pratiche nell'ambito delle diverse edizioni dell' *International School on Marine Chemistry*, Ustica.

Dall'anno accademico 1999-2000 al 2005-06 ha svolto quasi ininterrottamente corsi nell'ambito della Scuola Interuniversitaria Siciliana di Specializzazione per l'Insegnamento Secondario (SISSIS) dell'Università di Palermo.

Negli anni 1999-2000 è stato coordinatore di tre diversi Corsi di Formazione Professionale per:

- *Addetto ad impianto di smaltimento rifiuti;*
- *Addetto presidi a tutela ambientale;*
- *Addetto ad impianti di depurazione.*

Ha svolto attività di formazione nell'ambito di Master Universitari:

- Lezioni di Principi di cromatografia ed accoppiamenti GC-MS e HPLC-MS – Master Universitario di II livello in Metodologie di Spettrometria di Massa ed Applicazioni;
- Lezioni di Applicazioni di Spettrometria di Massa nell'Analisi ambientale - Master Universitario di II livello in Metodologie di Spettrometria di Massa ed Applicazioni;
- Esercitazioni di laboratorio: Principi Generali ed Analisi Quantitativa - Master Universitario di II livello in Metodologie di Spettrometria di Massa ed Applicazioni;
- Esercitazioni di fine modulo: Analisi di Idrocarburi Policiclici aromatici - Master Universitario di II livello in Metodologie di Spettrometria di Massa ed Applicazioni;

In qualità di esperto esterno ha ricevuto diversi incarichi:

- docente esterno all'Istituto Professionale di Stato per l'Agricoltura e l'Ambiente di Alcamo (IPSAA) per lo svolgimento di corsi post qualifica in attuazione del progetto per "Tecnico per il controllo e la tutela dell'ambiente" (1993/94 e 94/95);
- esperto esterno all'IPSAA di Alcamo per lo svolgimento di un corso (Analisi per la determinazione dei parametri fisico-chimici e microbiologici dell'acqua di trattamento) post qualifica in attuazione del progetto per "Tecnico addetto agli impianti di potabilizzazione e depurazione delle acque reflue" per la classe IV B del suddetto Istituto (1995-96);
- esperto esterno all'IPSAA di Alcamo per lo svolgimento di un corso post qualifica (Le attrezzature di laboratorio descrizione ed uso) in attuazione del progetto per "Tecnico addetto agli impianti di potabilizzazione e depurazione delle acque reflue" (1995-96);
- esperto esterno all'IPSAA di Alcamo per lo svolgimento di un corso post qualifica (Norme generali per la prevenzione degli infortuni sul lavoro con part. Riferimento ai trattamenti gas-cloro) in attuazione del progetto per "Tecnico addetto agli impianti di potabilizzazione e depurazione delle acque reflue" (1996-97);
- esperto esterno all'IPSAA di Alcamo per lo svolgimento di tre corsi post qualifica (Contaminazioni chimiche) in attuazione del progetto per "Tecnologo alimentare" (1997-98);
- esperto esterno dell'IPSAA di Alcamo per lo svolgimento di diversi corsi post qualifica (Analisi dei prodotti recuperati) in attuazione del progetto per "Esperto rivelazione monitoraggio ambientale" (1998-99, 99/2000 e 2000/01);
- docente presso l'Istituto di Istruzione Secondaria Superiore "Ettore Majorana" di Troina (EN) per il progetto I.F.T.S. "Operatore specializzato nel monitoraggio dell'inquinamento ambientale nei siti produttivi delle imprese manifatturiere e dei servizi" 2002-2003;
- docente presso l'Istituto di Istruzione Secondaria Superiore "Ernesto Ascione" di Palermo per il progetto Heliantus 2002-2003;
- docente presso l'Istituto di Istruzione Secondaria Superiore "Ernesto Ascione" di Palermo per il progetto Heliantus 2003-2004;
- docente presso l'Istituto di Istruzione Secondaria Superiore "Ernesto Ascione" di Palermo per il Corso Post Qualifica "Tecnico Addetto al Monitoraggio e alla Riqualificazione Ambientale" 2004/05 e 2005/06;
- docente presso l'Istituto di Istruzione Secondaria Superiore "Maiorana" di Palermo per il Progetto di Istruzione e Formazione Tecnica Superiore per il corso "Tecnico Superiore per i Sistemi di Raccolta e Smaltimento Rifiuti" 2005-2006.

Nel 2001, il Prof. Santino Orecchio è stato componente di una commissione giudicatrice per n° 1 posto di ricercatore universitario (C01A) presso l'Università di Messina.

Dal momento della laurea ad oggi, ha svolto quasi ininterrottamente attività di ricerca, analisi e consulenza nell'ambito del Servizio Conto Terzi, prima dell'Istituto di Chimica e successivamente del Dipartimento di Chimica e del Dipartimento STEBICEF affrontando tematiche analitiche, ambientali, alimentari, merceologiche e giudiziarie. In particolare, è stato responsabile scientifico del *Piano di Monitoraggio dell'Area Marina interessata dall'approdo in territorio Italiano del gasdotto Italia – Libia* come componente del CIRITA (Centro Interdipartimentale di Ricerche sulla Interazione Tecnologia-Ambiente, dell'Università di Palermo) per conto del CEOM (Centro Oceanografico Mediterraneo).

Parecchie volte è stato in commissione per gli Esami di abilitazione alla professione di chimico, sia come Presidente che come commissario.

Fino ad ora, è stato relatore di 111 tesi di laurea, 4 tesi di dottorato di ricerca e due di Master universitari.