

# m

# Miscellanea

# INGV

Riassunti del Congresso AIQUA 2013

**L'ambiente Marino Costiero del Mediterraneo  
oggi e nel recente passato geologico.  
Conoscere per comprendere**

Napoli 19 | 21 giugno 2013

# 19



## **Direttore**

Enzo Boschi

## **Editorial Board**

Andrea Tertulliani - Editor in Chief (INGV - RM1)

Luigi Cucci (INGV - RM1)

Nicola Pagliuca (INGV - RM1)

Umberto Sciacca (INGV - RM1)

Alessandro Settimi (INGV - RM2)

Aldo Winkler (INGV - RM2)

Salvatore Stramondo (INGV - CNT)

Gaetano Zonno (INGV - MI)

Viviana Castelli (INGV - BO)

Marcello Vichi (INGV - BO)

Sara Barsotti (INGV - PI)

Mario Castellano (INGV - NA)

Mauro Di Vito (INGV - NA)

Raffaele Azzaro (INGV - CT)

Rosa Anna Corsaro (CT)

Mario Mattia (INGV - CT)

Marcello Liotta (Seconda Università di Napoli, INGV - PA)

## **Segreteria di Redazione**

Francesca Di Stefano - coordinatore

Tel. +39 06 51860068

Fax +39 06 36915617

Rossella Celi

Tel. +39 095 7165851

redazionecen@ingv.it

# m

# Miscellanea

# INGV

RIASSUNTI DEL CONGRESSO AIQUA 2013

**L'AMBIENTE MARINO COSTIERO DEL MEDITERRANEO OGGI E NEL RECENTE  
PASSATO GEOLOGICO. CONOSCERE PER COMPRENDERE**

**NAPOLI 19 | 21 GIUGNO 2013**

A cura di Erlisiana Anzalone, Fabrizio Lirer, Luciana Ferraro, Vincenzo Di Fiore, Gerardo Pappone,  
Ennio Marsella, Bruno D'Argenio





## Organizzatori del congresso

Fabrizio Lirer (IAMC-CNR) | [fabrizio.lirer@iamc.cnr.it](mailto:fabrizio.lirer@iamc.cnr.it)  
Luciana Ferraro (IAMC-CNR) | [luciana.ferraro@iamc.cnr.it](mailto:luciana.ferraro@iamc.cnr.it)  
Vincenzo Di Fiore (IAMC-CNR) | [vincenzo.difiore@iamc.cnr.it](mailto:vincenzo.difiore@iamc.cnr.it)  
Gerardo Pappone (Università Parthenope Napoli) | [gerardo.pappone@uniparthenope.it](mailto:gerardo.pappone@uniparthenope.it)  
Ennio Marsella (IAMC-CNR) | [ennio.marsella@iamc.cnr.it](mailto:ennio.marsella@iamc.cnr.it)  
Bruno D'Argenio (IAMC-CNR) | [b.dargenio@iamc.cnr.it](mailto:b.dargenio@iamc.cnr.it)

## Comitato Scientifico

Fabrizio Antonioli (ENEA)  
Adele Bertini (AIQUA)  
Paolo Bonasoni (ISAC-CNR)  
Enrico Brugnoli (DTA-CNR)  
Francesco Latino Chiocci (Univ. La Sapienza Roma)  
Cesare Corselli (Univ. Milano Bicocca)  
Agostino da Polenza (EVK2 CNR)  
Massimiliano Di Bitetto (Dir. Centrale f.f. CNR)  
Giorgio Fontolan (Univ. Trieste)  
Paolo Gasparini (AMRA)  
Marcello Martini (INGV-Oss. Vesuviano)  
Salvatore Mazzola (IAMC-CNR)  
Vincenzo Morra (Univ. Federico II Napoli)  
Gerardo Pappone (Univ. Parthenope Napoli)  
Nadia Pinardi (Univ. Bologna)  
Vincenzo Pranzini (GNRAC)  
Antonello Provenzale (ISAC-CNR)  
Eugenio Pugliese Carratelli (CUGRI)  
Fabio Trincardi (ISMAR-CNR)  
Guglielmo Trupiano (LUPT)  
Angelo Tursi (CoNISMa)  
Vincenzo Saggiomo (St. Zoologica A. Dhorn)  
Giancarlo Spezie (Univ. Parthenope Napoli)  
Roberto Zonta (ISMAR-CNR)

## Segreteria Scientifica

Erlisiana Anzalone | [erlisiana.anzalone@iamc.cnr.it](mailto:erlisiana.anzalone@iamc.cnr.it)  
Laura Giordano | [laura.giordano@iamc.cnr.it](mailto:laura.giordano@iamc.cnr.it)  
Stella Tamburrino | [stella.tamburrino@iamc.cnr.it](mailto:stella.tamburrino@iamc.cnr.it)  
Daniela Tarallo | [daniela.tarallo@iamc.cnr.it](mailto:daniela.tarallo@iamc.cnr.it)  
Mattia Vallefucio | [mattia.vallefucio@iamc.cnr.it](mailto:mattia.vallefucio@iamc.cnr.it)

## Segreteria Tecnico-Administrativa

Rita Barra | [rita.barra@evk2cnr.org](mailto:rita.barra@evk2cnr.org)  
Rosaria De Martino | [rosaria.demartino@iamc.cnr.it](mailto:rosaria.demartino@iamc.cnr.it)  
Rosanna Ferraro | [rosanna.ferraro@iamc.cnr.it](mailto:rosanna.ferraro@iamc.cnr.it)  
Barbara Bianchi | [barbara.bianchi@iamc.cnr.it](mailto:barbara.bianchi@iamc.cnr.it)  
Vittorio Gargiulo | [vittorio.gargiulo@iamc.cnr.it](mailto:vittorio.gargiulo@iamc.cnr.it)

## Segreteria informazioni

Rita Barra | [rita.barra@evk2cnr.org](mailto:rita.barra@evk2cnr.org)

## Panel Scientifico

Pietro Aucelli (Univ. Parthenope Napoli)  
Francesca Budillon (IAMC-CNR)  
Martina Buseti (OGS)  
Mario Calabrese (Univ. Federico II Napoli)  
Lucilla Capotondi (ISMAR-CNR)  
Sandro Carniel (ISMAR-CNR)  
Lucia Civetta (Univ. Federico II Napoli)  
Rodolfo Coccioni (Univ. Urbino)  
AnnaMaria Correggiari (ISMAR-CNR)  
Claudio Faccenna (Univ. Roma3)  
Maurizio Fedi (Univ. Federico II Napoli)  
Luigi Ferranti (Univ. Federico II Napoli)  
Paolo Magni (IAMC-CNR)  
Donatella Magri (Univ. La Sapienza Roma)  
Alessandra Negri (Univ. Marche)  
Olivia Nesci (Univ. Urbino)  
Giuseppe Naso (Protezione Civile Roma)  
Giovanni Orsi (INGV- Oss. Vesuviano)  
Angelo Perilli (IAMC-CNR)  
Paola Petrosino (Univ. Federico II Napoli)  
Maurizio Ribera D'Alcalà (St. Zoologica A. Dhorn)  
Elena Romano (ISPRA)  
Fernando Rubino (IAMC-CNR)  
Marco Sacchi (IAMC-CNR)  
Maria Rosaria Senatore (Univ. Sannio)  
Roberto Sorgente (IAMC-CNR)  
Mario Sprovieri (IAMC-CNR)  
Stefano Tinti (Univ. Bologna)  
Gianluca Valensise (INGV)

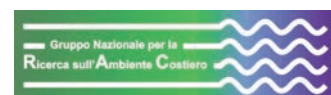
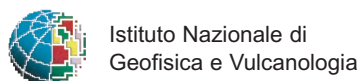
## Editing contributi del volume

Erlisiana Anzalone, Stella Tamburrino, Daniela Tarallo

## Sponsors

Istituto per l'Ambiente Marino Costiero del CNR  
Direzione Centrale Supporto alla Programmazione e alle Infrastrutture del CNR

## Con il patrocinio di



### Revisione testi e normazione ortoeditoriale

Francesca Di Stefano    Centro Editoriale Nazionale INGV  
Rossella Celi            Centro Editoriale Nazionale INGV

### Consulenza grafica

Barbara Angioni        Centro Editoriale Nazionale INGV

### Immagine di frontespizio

La Campania e il suo off-shore



# Indice

<b>Prefazione</b>	9
<b>Sessione 1   Oceanografia costiera e di mare aperto</b>	11
<b>Sistema integrato per la previsione e mitigazione del rischio da inquinamento marino nelle Bocche di Bonifacio</b> L. Fazioli, A. Cucco, M. Sinerchia, A. Ribotti, A. Olita, A. Satta, A. Perilli, M. Borghini, K. Schroeder e R. Sorgente	13
<b>Stima del rischio da dispersione di idrocarburi per le coste dell'Arcipelago di La Maddalena (Mediterraneo Occidentale)</b> A. Olita, A. Cucco, S. Simeone, A. Ribotti, L. Fazioli, B. Sorgente, R. Sorgente	14
<b>Intermittenza dei flussi di nutrienti nello strato fotico: meccanismi generatori ed effetti sul tasso di consumo</b> C. Pasquero	15
<b>Caratteristiche sismostratigrafiche di strutture sedimentarie diagnostiche di correnti di fondo nell'off-shore del Golfo di Taranto</b> F. Pepe, R. Dera, C. Faraci, L. Ferranti, S. Passaro, M. Sacchi	16
<b>Un modello numerico ad altissima risoluzione per l'analisi della dispersione degli inquinanti in ambiente costiero</b> F. Roman, A. Petronio, V. Armenio	17
<b>Nuovi sforzi europei per la valutazione integrata dell'ambiente marino: EMODNET CHEMISTRY PILOT PROJECT</b> M. Vinci e A. Giorgetti	18
<b>Sessione 2   Bio-Monitoraggio dell'ambiente marino-costiero</b>	19
<b>Studio integrato acqua/sedimenti per il monitoraggio del fitoplancton marino costiero</b> M. Belmonte, F. Rubino, L. Ferraro	21
<b>Dati preliminari sui Coccolitoforidi viventi e fossili alla foce del Fiume Volturno (Golfo di Gaeta - Mar Tirreno centro-orientale)</b> S. Bonomo, A. Cascella, I. Alberico, L. Ferraro, F. Lirer, M. Vallefucio, E. Anzalone, E. Marsella	22
<b>I foraminiferi bentonici come proxy innovativo per il monitoraggio ambientale e la valutazione dell'impatto dell'inquinamento negli ecosistemi marini: studi di laboratorio</b> R. Coccioni e F. Frontalini	23
<b>Relazione tra le associazioni a foraminiferi bentonici e l'inquinamento da elementi in traccia nel Golfo di Milazzo, N-E Sicilia (Tirreno meridionale)</b> C. Cosentino, F. Pepe, G. Scopelliti, M. Calabrò, A. Caruso	24
<b>I foraminiferi bentonici come indicatori ecologici nell'area marino-costiera di Baia (Napoli): cambiamenti dello status ambientale</b> A. Faugno, L. Bergamin, L. Di Bella, A. Ausili, E. Romano	25

<b>Monitoraggio Ambientale integrato alla foce del Fiume Volturno (Golfo di Gaeta, Mar Tirreno centro-orientale)</b>	
L. Ferraro, F. Lirer, I. Alberico, S. Bonomo, A. Cascella, M. Vallefucio, E. Anzalone, M. Capodanno, S. Gherardi, L. Giordano, R. Migliaccio, F. Molisso, M. Punzo, P. Rumolo, P. Scotto di Vettimo, S. Tamburrino, D. Tarallo, E. Marsella	26
<b>Confronto tra indici biotici per la valutazione dello stato ecologico di una laguna costiera</b>	
A. Foti, G.A. Fenzi, S. Como, M.F. Gravina, P. Magni	27
<b>Comunità demersale e ambienti sedimentari: uno studio preliminare nell'offshore della Sicilia sud-occidentale</b>	
G. Garofalo, M. Gristina, F. Fiorentino, M. Mancuso	28
<b>Dati preliminari sulle associazioni a Foraminiferi Bentonici del Golfo di Priolo (Sr) - Sicilia Sud-Orientale</b>	
R. Napolitano, C. Cosentino, A. Caruso, S. Vizzini, A. Mazzola	29
<b>Evoluzione dell'impatto antropico nel porto di Augusta (Sicilia orientale): foraminiferi bentonici, indicatori di qualità ambientale</b>	
E. Romano, L. Bergamin, V. Frezza, A. Ausili, M.C. Magno, G. Pierfranceschi, F. Venti, M. Gabellini	30
<b>Il contributo degli allogromidi nelle associazioni attuali a foraminiferi bentonici nel Mar Adriatico</b>	
A. Sabbatini, M.P. Nardelli, C. Morigi, A. Negri	31
<b>Il ruolo della geologia marina nel monitoraggio degli ambienti bentonici</b>	
C. Violante, S. D'Angelo, M. Lettieri, G.F. Russo	32
<b>Sessione 3   Clima e paleoclima</b>	33
<b>Effetto delle variazioni climatiche medievali nell'evoluzione della costa marchigiana (Italia centrale adriatica)</b>	
A. Acciarri, C. Bisci, G. Cantalamessa, G. Di Pancrazio	35
<b>Cambiamenti paleoclimatici e paleoceanografici durante il Pleistocene medio-Olocene nell'Oceano Atlantico nord-orientale e nel Mar Mediterraneo</b>	
F.O. Amore, E. Palumbo, D. Emanuele, J.A. Flores, C. Perugia, Z. Petrillo	36
<b>Evoluzione paleoclimatica degli ultimi 2 Kyr e cambiamenti ambientali nel settore lucano del Golfo di Taranto (Mar Ionio settentrionale)</b>	
F.O. Amore e M.R. Senatore	37
<b>I travertini pleistocenici di Acquasanta nelle Marche: un modello di deposito da acque termali su versanti acclivi</b>	
E. Anzalone, V. Ferreri, B. D'Argenio	38
<b>Biogeografia dei coccolitoforidi attuali in campioni d'acqua e sedimenti superficiali provenienti dal Golfo di Cadiz e dal Margine Ovest della Spagna (IODP Expedition 339)</b>	
B. Balestra, P. Grunert, J-A. Flores, D. Hodell, C. Alvarez-Zarikian, F.J. Hernández-Molina, D.A.V. Stow and IODP Expeditions 339 Scientists	39
<b>Cambiamenti ambientali e paleoclimatici tardo olocenici in successioni costiere elbane (Italia centrale)</b>	
A. Bertini, M. Ricci, F. Toti, M. D'Orefice, L. Foresi, R. Graciotti, M. Fedi	40
<b>Oscillazioni climatiche dedotte dalle faune dei livelli musteriani (strati N, M, L, I, H) di Grotta del Cavallo (Nardò, Lecce)</b>	
P. Boscato, A. Cecchetti, C. Dalla Valle, G. Patrizi, B. Sala, L. Sarti, F. Martini, F. Romagnoli	41
<b>Studio multidisciplinare di dati di carotaggi su alti strutturali della dorsale di Amendolara (Golfo di Taranto): risultati preliminari</b>	
V. Carbone, V. Di Donato, L. Ferranti, D. Insinga, M. Iorio, S. Passaro, P. Rumolo	42



<b>Ricostruzione paleoclimatica degli ultimi 11.200 anni tramite lo studio di una carota di sedimento prelevata nell'offshore del Golfo di Palermo (Tirreno Meridionale)</b>	43
A. Caruso, A. Bonfardeci, C. Cosentino, G. Scopelliti, A. Sulli	
<b>Ricostruzione paleoambientale e paleoclimatica mediante foraminiferi bentonici di un settore dell'offshore di Capo Vaticano (Tirreno Meridionale)</b>	44
C. Cosentino, F. Molisso, G. Scopelliti, A. Caruso, L. Ferranti, S. Passaro, F. Pepe, M. Sacchi	
<b>Vegetazione e clima postglaciali nelle aree costiere del Mediterraneo centrale</b>	45
Federico Di Rita e Donatella Magri	
<b>I foraminiferi planctonici come bio-indicatori per il monitoraggio dei cambiamenti climatici registrati negli ultimi 2000 anni nel Mar Tirreno sud-orientale</b>	46
F. Lirer, M. Sprovieri, M. Vallefucio, L. Ferraro, N. Pelosi, L. Capotondi	
<b>Paleomagnetismo e magnetismo delle rocce di sedimenti tardo olocenici del Mar Tirreno orientale</b>	47
P. Lurcock, F. Florindo	
<b>Evidenze stratigrafiche di modificazioni climatico-ambientali cicliche negli ultimi millenni nell'area mediterranea</b>	48
F. Ortolani e S. Pagliuca	
<b>Accumulo e rilascio di calore in oceano profondo durante l'ultimo massimo glaciale come meccanismo generatore di variabilità</b>	49
C. Pasquero e J. Adkins	
<b>Ricostruzione paleoclimatica degli ultimi 16,000 anni nella carota MSK12-C1 (Tirreno Meridionale)</b>	50
G. Scopelliti, C. Cosentino, D. Pupillo, M.P. Dentici, F. Molisso, G. Lanzo, A. Caruso, F. Pepe, M. Sacchi	
<b>Sessione 4   Variazioni relative del livello del mare e loro impatto sulla morfologia costiera</b>	51
<b>Evoluzione storica della linea di riva delle Marche centro-meridionali (Italia centrale adriatica)</b>	53
A. Acciarri, C. Bisci, G. Cantalamessa, G. Di Pancrazio	
<b>Formazione di solchi di battente marini attuali sulle coste del Mediterraneo Centrale</b>	54
F. Antonioli, V. Lo Presti, M. Anzidei, L. Ferranti, S. Furlani, G. Mastronuzzi, R. Pagliarulo, A. Rovere, G. Schicchitano, P. Sanso, C. Spampinato, M. Vacchi	
<b>L'emersione del ponte continentale tra Europa e Sicilia nello Stretto di Messina (40-17 ka cal BP): implicazioni sulla dispersione di <i>Homo Sapiens</i></b>	55
F. Antonioli, V. Lo Presti, M.A. Mannino, M. Gasparo Morticelli, M.R. Palombo, L. Ferranti, K. Lambeck, G.M. Sannino, L. Bonfiglio, G. Mangano, F.L. Chiocci, S. Furlani, R. Tonielli, S. Canese, R. Catalano	
<b>Deformazione dell'arco vulcanico delle Eolie a differenti scale spaziali e temporali</b>	56
M. Anzidei, A. Bonforte, V. Bruno, D. Casalbore, F. Chiocci, A. Esposito, M. Mattia, G. Pietrantonio, A.R. Pisani, C. Romagnoli, V. Sepe, S. Tusa, G. Ventura	
<b>La risalita del livello del mare in Adriatico centrale durante l'olocene: nuovi dati dal settore costiero molisano</b>	57
P. Aucelli, V. Bracone, C. D'Amico, C.M. Roszkopf	
<b>Variazioni rapide della morfologia costiera: esempi nel Molise e Campania</b>	58
V. Buonomo, G. De Lisio, F. Ortolani, S. Pagliuca	
<b>Impatto delle variazioni climatiche sull'instabilità dei versanti napoletani: ieri ed oggi</b>	59
V. Buonomo, A. De Rosa, P. De Vita, L. Esposito, A. Mazzarella, F. Ortolani, S. Pagliuca, G. Petroccelli, E. Toce	

<b>Evoluzione geomorfologica e modifiche antropiche, di ieri e di oggi, del paesaggio costiero: l'esempio del lago Fusaro e dei resti della villa di Publio Servilio Vatia a Torregaveta (Bacoli, Na)</b>	
P. Caputo, F. Ortolani, R. Santanastasio, M. Del Villano	60
<b>Ricostruzione dell'antica linea di costa dell'area di Pyrgi (Santa Severa, RM) e identificazione del Porto Etrusco mediante prospezione gravimetrica</b>	
M. Di Nezza e M. D	61
<b>Sollevamenti costieri e deformazioni cosismiche nell'Olocene a Capo Vaticano (Calabria occidentale)</b>	
L. Ferranti, C.R. Spampinato, G. Scicchitano, C. Monaco, F. Antonioli	62
<b>Facies sismiche a caratteri morfologici del Golfo di Augusta (Sicilia orientale, Mar Ionio)</b>	
M. Firetto Carlino, A. Di Stefano, F. Budillon	63
<b>Variazioni relative del livello marino e subsidenza in alto Adriatico: la banca dati "SU&amp;SO"</b>	
A. Fontana, S. Furlani, A.M. Correggiari, F. Antonioli, G. Fontolan, P. Mozzi, S. Rossato, L. Vigliotti, A. Asioi, M. Juracic, I. Felja	64
<b>Il rilevamento a nuoto delle coste rocciose: esperienze e sviluppi futuri del progetto Geoswim</b>	
S. Furlani, C. Fantoni, F. Antonioli, T. Gambin, F. Cucchi	65
<b>Variazioni tardo pleistoceniche del livello marino nel Golfo di Trieste (Italia)</b>	
S. Furlani, R. Melis, S. Biolchi, S. Rota, F. Bosso, F. Antonioli, E. Zavagno, F. Cucchi, G. Fontolan	66
<b>Scenari connessi all'innalzamento del livello del mare nell'area di Foce del F. Volturno (Campania)</b>	
I. Giulivo e S. Iuliano	67
<b>Integrazione di immagini e iperspettrali e misure in situ per la caratterizzazione spettrale dei sedimenti costieri nell'area di Sabaudia</b>	
C. Manzo, E. Valentini, M.G. Persichillo, F. Filipponi, A. Taramelli, G. Giorgetti, L. Disperati, F. Venti	68
<b>Cronologia C<sup>14</sup> delle evidenze dell'impatto di tsunami lungo la costa della Puglia</b>	
G. Mastronuzzi, P. Sansò, L. Calcagnile, M. D'Elia, C. Pignatelli, G. Quarta	69
<b>Indicatori archeologici e paleoambientali del livello marino relativo durante gli ultimi 5000 anni nell'antica città di Altino (Laguna di Venezia)</b>	
P. Mozzi, A. Fontana, A. Ninfo, F. Ferrarese	70
<b>Una stima su base geo-archeologica del potenziale tasso medio di subsidenza (negli ultimi 2 Ka circa) del Golfo di Pozzuoli</b>	
S. Passaro, M. Barra, S. Di Giacomo, H. Uhlen, A. Leotta, S. Mazzola, R. Saggiomo	71
<b>Ampiezza e tassi dei movimenti verticali a Capo Vaticano (Calabria occidentale, Italia) negli ultimi 20 mila anni determinati sulla base di cunei progradanti e piattaforme di abrasione</b>	
F. Pepe, L. Ferranti, M. Sacchi, G. Bertotti, A.M. Collura, A. Sulli	72
<b>La datazione archeomagnetica delle Fornaci di età Eneolitica rinvenute a Croce di Papa, Nola (NA) ed implicazioni paleoambientali</b>	
C. Principe, S. Arrichi, M. Devidze, D. Giordano, M. Le Goff, A. Googuitchaichvili, S. La Felice	73
<b>Torri costiere e tettonica attuale nella Penisola Salentina (Puglia meridionale, Italia)</b>	
P. Sansò e G. Mastronuzzi	74
<b>Assetto morfodinamico in risposta alla variazione climatica in litorali sabbiosi della Sardegna occidentale</b>	
S. Simeone, A. Cucco, S. De Muro, G. De Falco	75

<b>Ricostruzione e valorizzazione del paesaggio naturalistico di Sinuessa per lo sviluppo economico sostenibile del territorio</b>	
A. Trocciola, C. Minopoli, R. Pica, L. De Dominicis, P. Sarao, M.G. Ruggi, P. Caputo, R. Santanastasio	76
<b>Sessione 5   Relazioni tra tettonica recente e sedimentazione in settori costieri</b>	77
<b>I risultati preliminari della perforazione recente a Bagnoli (CFDDP): contributi per lo studio dell'evoluzione della linea di costa nell'area orientale della caldera dei Campi Flegrei Flegrei</b>	
G. Aiello, D. Barra, S. Carlino, G. De Natale, S. de Vita, M.A. Di Vito, R. Isaia, A. Marturano, F. Molisso, A. Mormone, M. Piochi, M. Sacchi, R. Somma, C. Troise, T. Wiersberg	79
<b>Modificazioni morfologiche e stratigrafiche della fascia costiera di Napoli avvenute negli ultimi millenni</b>	
V. Buonomo, B. Meola, F. Ortolani, S. Pagliuca, V. Pinto	80
<b>Relazioni tra variazioni climatiche ed evoluzione dei litorali sabbiosi negli ultimi millenni nell'area mediterranea</b>	
V. Buonomo, F. Ortolani, S. Pagliuca	81
<b>Correlazione tra i sedimenti continentali e quelli marini accumulatisi negli ultimi 2500 anni nelle fasce costiere della Campania</b>	
V. Buonomo, F. Ortolani, S. Pagliuca, M. Sacchi	82
<b>Analisi strutturale di joint estensionali su Depositi Quaternari in Calabria meridionale e Sicilia orientale</b>	
G. De Guidi, R. Caputo, S. Scudero, V. Perdicaro	83
<b>Strutture deformative sindeposizionali nelle calcareniti Pleistoceniche del settore orientale dell'Isola di Favignana (Sicilia, Italia)</b>	
G. Napoli, G. Zarcone, S. Todaro, M. Perricone, P. Di Stefano, P. Renda, A. Slaczka	84
<b>Le sabbie organogene delle spiagge italiane: evoluzione, significato climatico, peculiarità ambientale e importanza socio-economica</b>	
F. Ortolani e S. Pagliuca	85
<b>Vincoli stratigrafico-sequenziale nello studio dei depositi marini terrazzati del Metaponto (Basilicata, Italia meridionale)</b>	
M. Tropeano, A. Cilumbriello, L. Sabato	86
<b>Nuove datazioni assolute per il sito di Piano San Nicola, Golfo di Taranto</b>	
A. Zuccarello, R. Caputo, A.M. Gueli, M. Bianca, S.O. Troja	87
<b>Sessione 6   Cartografia geologica e correlazione terra-mare</b>	89
<b>Assetto stratigrafico-strutturale del complesso vulcanico di Ischia (golfo di Napoli, tirreno meridionale) rivelato dai dati di sismica a riflessione marina</b>	
G. Aiello, E. Marsella, S. Passaro	91
<b>Una nuova carta strutturale d'Italia: re-interpretazioni da terra e da mare</b>	
M. Buseti, S. Ceramicola, S. D'Angelo, R. Di Stefano, F. Fanucci, A. Fiorentino, M.F. Loreto, D. Morelli, V. Volpi	92
<b>Tettonica pleistocenica sul margine tirrenico della Campania: confronto tra settori onshore e offshore</b>	
M. Cesarano, V. Amato, P. Aucelli, E. Casciello, E. Marsella, G. Pappone	93
<b>Evoluzione di un sistema deposizionale lacustre - lagunare durante il Pleistocene: il paleo lago del Testene, Campania, Italia</b>	
A. Conforti, F. Budillon, S. Passaro, L. Gnazzo, F. Giordano	94

<b>La transizione terra-mare del Gelasiano in Italia centrale: nuovi dati del progetto CARG dei fogli Cittaducale (357) e Palombara Sabina (366)</b>	95
D. Cosentino, P. Cipollari, D. Esu, C. Faranda, G. Fubelli, E. Gliozzi, T. Kotsakis, A. Smedile	
<b>Metodi di <i>seismic imaging</i> ad alta risoluzione nelle zone di transizione terra-mare: esempi di applicazione all'isola di Procida e di Ventotene</b>	96
V. Di Fiore, G. Aiello, G. Cavuoto, F. Lirer, L. Giordano, D. Tarallo, M. Punzo, N. Pelosi, E. Marsella, D. Ruberti, A. Angelino, M. Iavarone, P. Scotto di Vettimo, S. Mazzola	
<b>Tettonica compressiva in Alto Tirreno, nella cartografia geologico marina a scala 1:50000 (CARG)</b>	97
F. Fanucci e D. Morelli	
<b>Esiti del Meeting Marino: proposte e progetti</b>	98
A. Fiorentino, R. Bonomo, R. Carta, S. D'Angelo, R. Di Stefano, M.C. Giovagnoli, M. Lettieri, V. Ricci, L. Vita	
<b>Il Progetto delle aree marine costiere della Campania alla scala 1:10000</b>	99
I. Giulivo e L. Monti	
<b>Esperienze di correlazione terra-mare nella cartografia geologica. L'esperienza del Progetto CARG</b>	100
M.T. Lettieri e S. D'Angelo	
<b>Architettura stratigrafica ed evoluzione deposizionale tardo-quadernaria nella pianura ferrarese e nel delta del Po</b>	101
L. Minarelli, M. Stefani, S. Furin, A. Mantovani	
<b>Indagine di sismica marina multicanale a riflessione ad alta risoluzione in prossimità della foce del Fiume Volturno (Golfo di Gaeta)</b>	102
M. Punzo, F. Budillon, G. Cavuoto, V. Di Fiore, L. Ferraro, L. Giordano, M. Iavarone, F. Lirer, E. Marsella, N. Pelosi, P. Scotto di Vettimo, D. Tarallo, M. Vallefucio	
<b>Metodi e risultati del rilevamento geologico subacqueo dei fondi marini pericostieri della Campania (Italia) alla scala 1:10000: le isole vulcaniche flegree</b>	103
M.L. Putignano, L. Monti, P.E. Orrù, M. Schiattarella, R.M. Toccaceli	
<b>Valutazione dell'ingressione marina in aree costiere: esempi di ricostruzioni 2D e 3D attraverso prospezioni ERT</b>	104
D. Tarallo, A. Angelino, G. Cavuoto, V. Di Fiore, M. Iavarone, E. Marsella, N. Pelosi, M. Punzo, P. Scotto di Vettimo	
<b>Sessione 7   Evoluzione geodinamica e paleoambientale dei margini continentali</b>	105
<b>Nuovi dati geologici sull'assetto morfo-strutturale e la stratigrafia sismica del margine continentale della Campania (Italia meridionale) in base a dati di sismica multicanale profonda</b>	107
G. Aiello, V. Di Fiore, E. Marsella, A.G. Cicchella	
<b>Attività neotettonica e migrazione di fluidi nel Golfo di Trieste</b>	108
M. Busetti e F. Zgur	
<b>Emissioni gassose in Adriatico settentrionale: quale ruolo delle strutture tettoniche profonde?</b>	109
F. Donda, E. Forlin, E. Gordini, G. Panieri, V. Volpi, S. Buenz, D. Civile, L. De Santis, A. Camerlenghi	
<b>Geometria e modellazione di un sistema di retro-scorrimenti attivo sulla base di dati di geofisica marina ad alta risoluzione: la Dorsale di Amendolara (Golfo di Taranto)</b>	110
L. Ferranti, P. Burrato, F. Pepe, E. Santoro, M.E. Mazzella, D. Morelli, S. Passaro, G. Vannucci	
<b>Evoluzione tardoglaciale e olocenica dell'adriatico settentrionale (Italia, Slovenia): evidenze morfologiche e stratigrafiche</b>	111
A. Fontana, A.M. Correggiari, P. Slavec, A. Remia, V. Maselli, A. Žerjal, S. Poglajen, S. Rossato, B. Celarc, M. Bavce	

<b>Sul ritrovamento di tephra di composizione riolitica peralluminosa a largo del promontorio di Capo Vaticano (Calabria Occidentale, Tirreno meridionale)</b>	
G. Lanzo, S. Rotolo, A. Caruso, L. Ferranti, S. Passaro, F. Pepe, M. Sacchi, G. Scopelliti	112
<b>Estensione e ciclicità di accumuli debritici tardo-pleistocenici nei bacini di Sibari e Corigliano (Mar Ionio): implicazioni per la tettonica recente ed attiva</b>	
D. Morelli, L. Ferranti, P. Burrato, S. Passaro, F. Pepe, M. Sacchi, E. Santoro, M.E. Mazzella, G. Valenzano	113
<b>Studio morfometrico e statistico degli eventi di frana nel settore marino orientale del Golfo di Taranto</b>	
S. Passaro, L. Ferranti, M. Barra, E. Santoro, D. Morelli, F. Pepe, P. Burrato, F. Caruso	114
<b>Evoluzione olocenica del Lago di Patria, Campania: un esempio Mediterraneo di laguna costiera associata a un sistema deltizio</b>	
M. Sacchi, F. Molisso, A. Pacifico, M. Vigliotti, D. Ruberti	115
<b>Architettura stratigrafica ed evoluzione del Golfo di Pozzuoli negli ultimi 15 ka: una nuova prospettiva sulla caldera del Tufo Giallo Napoletano, Campi Flegrei, margine tirrenico orientale</b>	
M. Sacchi, F. Pepe, M. Corradino, D. Insinga, F. Molisso	116
<b>Morfologia e morfometria del settore ionico del Golfo di Taranto</b>	
E. Santoro, S. Passaro, L. Ferranti, D. Morelli, F. Pepe, P. Burrato, M.E. Mazzella	117
<b>Caratterizzazione chimica ed isotopica della carota MSK12-C4 (Tirreno meridionale)</b>	
G. Scopelliti, C. Cosentino, F. Molisso, G. Lanzo, A. Caruso, L. Ferranti, S. Passaro, F. Pepe, M. Sacchi	118
<b>Controlli stratigrafici e tettonici sull'evoluzione morfo-sedimentaria dell'offshore della Sicilia nord-occidentale durante il Quaternario</b>	
A. Sulli, M. Agate, C. Lo Iacono, V. Pennino	119
<b>Sessione 8   Geohazard marini nei mari italiani</b>	121
<b>La valutazione della pericolosità da tsunami a scala locale, il caso studio della città di Napoli</b>	
I. Alberico, V. Di Fiore, A. Rapolla, L. Piemontese, E. Marsella, L. Giordano, R. Iavarone	123
<b>Deformazioni gravitative profonde e cedimenti superficiali ricorrenti lungo la scarpata continentale del golfo di Salerno (Tirreno orientale): la frana di Poseidonia</b>	
F. Budillon, M. Cesarano, A. Conforti, G. Di Martino, G. Pappone, N. Pelosi	124
<b>Impatto delle variazioni climatiche sull'instabilità dei versanti napoletani: ieri ed oggi</b>	
V. Buonomo, A. De Rosa, P. De Vita, L. Esposito, A. Mazzarella, F. Ortolani, S. Pagliuca, G. Petroccelli, E. Toce	125
<b>Statistica morfometrica di dati ecometrici multifascio come strumento per l'interpretazione di lineamenti di pericolosità geologica dei fondali</b>	
F.L. Chiocci, D. Casalbore, D. Ridente	126
<b>Perché i porti sono spesso costruiti esattamente in corrispondenza della testata di canyon sottomarini, in condizioni di massimo hazard geologico?</b>	
F.L. Chiocci, E. Morelli, A. Bosman	127
<b>Geomorfologia della piattaforma continentale e della scarpata superiore del margine occidentale della Sardegna</b>	
G. De Falco, F. Budillon, A. Conforti, G. Di Martino, S. Innangi, R. Tonielli, F. Latino Chiocci	128
<b>Rilievi con tecnica laser-scanner nell'area flegrea per il monitoraggio dei costoni tufacei e dei fondali adiacenti</b>	
G. Esposito, S. Iuliano, E. Marino, F. Matano, A. Pignalosa, M. Sacchi, G. Sarnacchiaro	129

<b>Prime evidenze di Cold Seeps attivi attraverso analisi integrata di dati geofisici (multibeam, backscatter, profili sismici) e dati di ground-truth nell'offshore dell'isola di Zannone (Arcipelago Pontino occidentale, Mar Tirreno)</b> E. Martorelli, A. Bosman, M. Ingrassia, A. Sposato, L. Marcelloni, F.L. Chiocci	130
<b>Geohazard marino nello Ionio settentrionale: evoluzione della testata della valle di Taranto attraverso l'analisi ipsometrica</b> M.R. Senatore, A. Meo, F.L. Chiocci	131
<b>Frane sottomarine nell'area Mediterranea: distribuzione, caratteristiche principali e implicazioni per la valutazione della pericolosità</b> R. Urgeles e A. Camerlenghi	132
<b>Eventi vulcanici e geohazard in ambiente marino: esempi dall'offshore napoletano (Tirreno centro-orientale)</b> C. Violante, G. de Alteriis, E. Esposito, S. Porfido, M. Sacchi	133
<b>Simulazione numerica del maremoto generato dalla frana del 1977 nel canyon di Gioia Tauro</b> F. Zaniboni, G. Pagnoni, K. Elsen, S. Tinti	134
<b>Sessione 9   Pericolosità sismica e vulcanica</b>	135
<b>Dati sismostratigrafici e magnetici marini sul golfo di Pozzuoli (Tirreno meridionale): implicazioni sugli eventi tettonici e magmatici del complesso vulcanico dei Campi Flegrei (Campania)</b> G. Aiello, E. Marsella, V. Di Fiore	137
<b>L'analisi spaziale come strumento per la pianificazione territoriale in un'area di vulcanismo attivo: l'esempio dell'isola d'Ischia</b> I. Alberico e P. Petrosino	138
<b>Fagliazione normale lungo il margine sud-occidentale della montagna del Matese (Appennino centrale, Italia). Implicazioni di tettonica attiva</b> E. Auciello, P. Boncio, A.M. Dichiarante, M. Saroli	139
<b>Variazioni nei segnali di campo elettrico e magnetico registrati con delle stazioni magnetotelluriche durante lo sciame sismico verificatosi sul Pollino (Appennino Calabro-Lucano, Italia)</b> M. Balasco, V. Lapenna, G. Romano, A. Siniscalchi, T.A. Stabile, L. Telesca	140
<b>Stime di Soil Hazard in Italia: analisi sito-dipendenti e valutazioni a scala regionale nell'ambito del progetto DPC-INGV S2 2012-2013</b> S. Barani, M. Villani, M. Vanini, G. Di Capua, E. Faccioli, A. Rebez, D. Spallarossa, L. Martelli, A. Piccin, L. Peruzza	141
<b>Individuazione delle aree propense al dissesto in zone vulcaniche densamente abitate: un approccio multidisciplinare applicato ai Campi Flegrei</b> M. Bisson, C. Spinetti, R. Sulpizio, M. Marconcini	142
<b>Controllo dell'architettura stratigrafica olocenica e dell'assetto geomorfologico sugli effetti locali delle scosse del 2012 del ferrarese occidentale</b> R. Caputo, A. Mantovani, L. Minarelli, M. Stefani	143
<b>Analisi probabilistica di pericolosità sismica in condizioni di campo vicino</b> E. Chioccarelli e I. Iervolino	144
<b>Ricostruire la storia sismica di una faglia attiva attraverso misure di concentrazione dei nuclidi cosmogenici terrestri (<sup>36</sup>Cl) e delle terre rare: un esempio dalla faglia di Pizzalto (Appennino centrale)</b> M. Delli Roccoli, B. Pace, L. Benedetti, F. Visini, V. Guillou, D. Bourles, M. Arnorld, G. Aumaitre, K. Keddadouche, J. Tesson	145

<b>Tassi e momenti di deformazione geodetica di faglie attive in Appennino meridionale: comparazione con dati geologici</b>	146
L. Ferranti, M. Palano, F. Cannavò, M.E. Mazzella, E. Gueguen, M. Mattia, C. Monaco, J.S. Oldow	
<b>L'attività della faglia di Castelluccio nel quadro dell'evoluzione quaternaria del bacino del Mercure (confine calabro-lucano)</b>	147
P. Galli, B. Giaccio, M. Mancini, P. Messina, E. Peronace, G.P. Cavinato, A. Giocoli, A.M. Gueli, S. Piscitelli, G.M. Ristuccia	
<b>Dalla tettonica attiva alla valutazione della pericolosità sismica: l'esempio delle Dinaridi esterne</b>	148
V. Kastelic, M.M.C. Carafa, F. Visini	
<b>La sorgente sismogenetica del terremoto del 1905 ipotizzata analizzando i nuovi dati acquisiti nel golfo di S. Eufemia (Calabria occidentale)</b>	149
M.F. Loreto, U. Fracassi, A. Franzo, P. Del Negro, F. Zgur, L. Facchin	
<b>Cosa sta avvenendo al di sotto dei Campi Flegrei?</b>	150
R. Moretti, L. Civetta, G. Orsi, I. Arienzo, M. D'Antonio	
<b>Caratteristiche spettrali del segnale mareometrico nell'area vulcanica napoletana</b>	151
F. Obrizzo, U. Tammaro, B. Buonocore, P. De Martino, A. La Rocca, S. Pinto, E. Vertechi, P. Capuano	
<b>Pericolosità della caldera risorgente dei Campi Flegrei e zonazione del territorio in funzione dei pericoli attesi</b>	152
G. Orsi	
<b>Risultati preliminari sull'analisi dell'attività eruttiva del Somma-Vesuvio in epoca medievale</b>	153
A. Paolillo, M. Sacchi, F. Molisso, G. Rolandi	
<b>Zonazione morfostrutturale ed identificazione dei nodi sismogenetici nella pianura padana</b>	154
A. Peresan, A. Gorshkov, A. Soloviev, G.F. Panza	
<b>Pericolosità sismica all'Etna: analisi di sensibilità nell'uso di sorgenti locali</b>	155
L. Peruzza, R. Azzaro, S. D'Amico, H. Langer, G. Tusa, T. Tuvè	
<b>Il nuovo scenario di rischio associato all'apertura di fratture eruttive al Vesuvio</b>	156
C. Principe, D. Giordano, M. Bisson, R. Gianardi, A. Paolillo, M. Devidze, M. Le Goff, S. La Felice	
<b>Modello ByMuR: confronto ed interazione tra pericolosità e rischio sismico e vulcanico per la città di Napoli</b>	157
J. Selva e L. Sandri	
<b>Impatto delle incertezze epistemiche del modello di sorgenti sulla valutazione della Pericolosità sismica</b>	158
F. Visini, C. Meletti, V. D'Amico	





## PREFAZIONE

L'ambiente costiero, interfaccia mobile fra il dominio marino e quello continentale, possiede una dinamica geologica rilevante: questa mobilità ha ricadute significative sugli insediamenti antropici, anche se l'uomo si è saputo adattare alla continua evoluzione dell'ambiente, giungendo oggi ad interferire, anche a livello globale, con tali mutamenti.

Questi problemi richiedono una conoscenza scientifica, il più possibile di carattere multidisciplinare, per apprezzare *hazard* e *vulnerabilità* per la previsione e mitigazione del rischio, per giungere, anche per le zone costiere, a proposte di gestione integrata.

Il Mediterraneo, per il suo semi-isolamento rispetto agli oceani e per la sua storia geologica recente, può essere considerato, per molti aspetti, un modello a scala intermedia, per comprendere le attuali modifiche degli ecosistemi e degli ambienti fisici, per meglio prevedere le vicende del prossimo futuro.

L'attualità di tali questioni ha suggerito alle Istituzioni proponenti di organizzare un convegno che, nel quadro delle finalità scientifiche della Associazione Italiana per lo Studio del Quaternario (AIQUA), faccia il punto sui problemi relativi alla evoluzione della fascia costiera del Mediterraneo, vista attraverso l'analisi dei processi geologici del recente passato e/o di quelli ancora in corso. È infatti chiaro che solo un esame attento di queste vicende può consentirci di prevedere in modo appropriato il futuro prossimo della vasta area peri-mediterranea da cui, direttamente o indirettamente, dipende il futuro di centinaia di milioni di persone.

In relazione a tutto ciò il convegno che si tiene a Napoli il 19, 20 e 21 giugno del 2013, presso la l'Università degli Studi di Napoli "Parthenope", intende fare il punto sulle problematiche che riguardano i rapporti terra-mare, con particolare attenzione al controllo esercitato dai cambiamenti climatici, documentati dalle variazioni delle linee di riva e datati attraverso le classiche metodologie analitiche che vanno dalla biostratigrafia alla ciclostratigrafia, dalle misure isotopiche a quelle radiometriche.

Altri temi sono relativi alla pericolosità dei processi naturali, con particolare riguardo all'impatto di processi "catastrofici", di durata geologicamente breve (sismicità, vulcanismo, tsunami, etc.) o di impatto diluito nel tempo (variazioni climatiche e loro influenza su ambienti ed ecosistemi, mutamenti delle linee di riva, etc.), pur senza tralasciare argomenti di grande interesse socioeconomico quali il monitoraggio degli ecosistemi marini costieri e l'oceanografia.

*Bruno D'Argenio*



# 1 Oceanografia costiera e di mare aperto

Il green paper 'Marine Knowledge 2020: from seabed mapping to ocean forecasting' illustra come l'oceanografia debba puntare ad integrare le conoscenze non solo dal punto di vista multidisciplinare ma nei termini di scale spazio-temporali della costa e del mare aperto.

La sfida è quella di integrare la scienza con l'ingegneria e sviluppare applicazioni sulla base delle conoscenze più avanzate della dinamica del mare e degli oceani per lo sfruttamento sostenibile delle risorse del mare.

Diversi sono i nuovi concetti legati a questa grande iniziativa europea 'Marine Knowledge 2020':

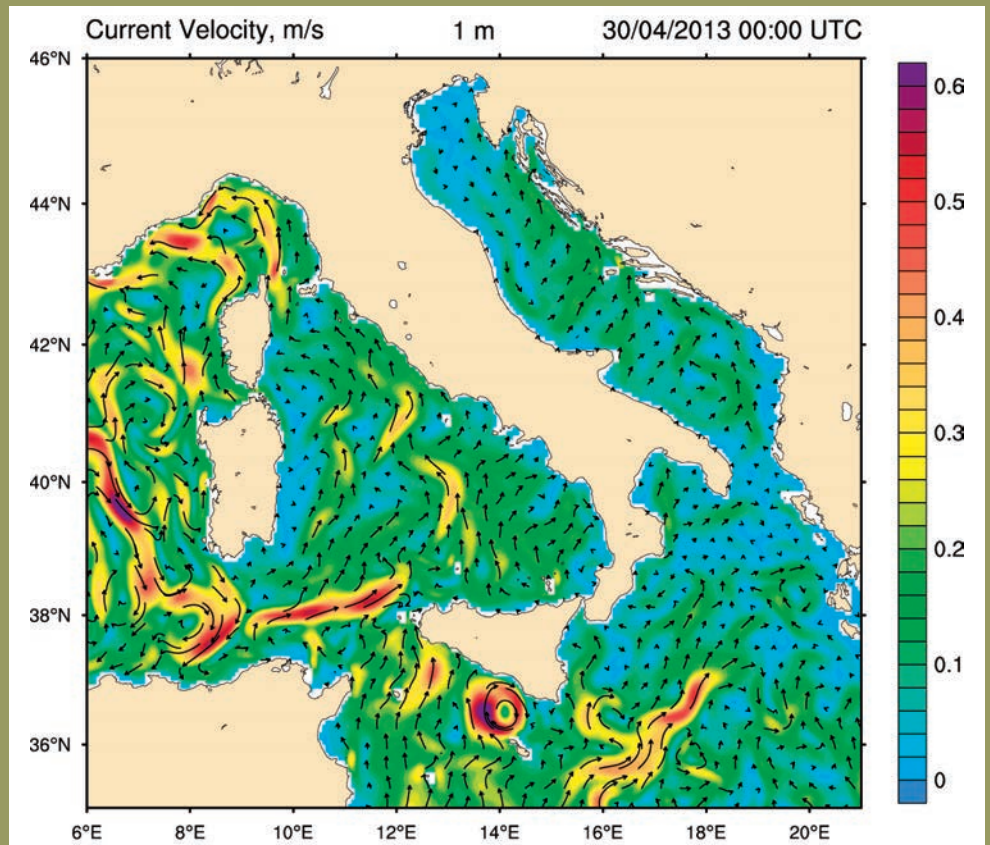
1) continuo allargamento delle conoscenze dei processi dinamici che controllano l'ecosistema marino e le sue sottocomponenti tramite tecnologie innovative e nella prospettiva dei cambiamenti climatici;

2) messa a punto di basi di dati osservativi e modellistici sempre più allargate, interdisciplinari e con controllo di qualità;

3) studio della potenzialità energetica del mare, dalle risorse di vento a quelle delle onde e delle correnti;

4) sviluppo della modellistica previsionale per il nascente servizio europeo di previsioni dello stato del mare e uso delle previsioni e delle analisi per la gestione delle emergenze, mappe di rischio di inquinamento da idrocarburi per le aree costiere e al largo.

Si richiede di sottomettere contributi ai temi elencati e di offrire spunti per una discussione che si potrà organizzare tramite una tavola rotonda conclusiva.



Chairman della sessione

**Nadia Pinardi<sup>1</sup>, Maurizio Ribera d'Alcalà<sup>2</sup>, Roberto Sorgente<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Laboratorio SINCEM, Corso di Scienze Ambientali, Università di Bologna Ravenna, Italia | [n.pinardi@sincem.unibo.it](mailto:n.pinardi@sincem.unibo.it)

<sup>2</sup>Dipartimento di Ecologia ed Evoluzione del Plankton, Stazione Zoologica Anton Dohrn, Napoli, Italia | [maurizio@szn.it](mailto:maurizio@szn.it)

<sup>3</sup>Istituto per l'Ambiente Marino Costiero, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Oristano, Italia | [roberto.sorgente@cnr.it](mailto:roberto.sorgente@cnr.it)



## Sistema integrato per la previsione e mitigazione del rischio da inquinamento marino nelle Bocche di Bonifacio

L. Fazioli<sup>1</sup>, A. Cucco<sup>1</sup>, M. Sinerchia<sup>1</sup>, A. Ribotti<sup>1</sup>, A. Olita<sup>1</sup>, A. Satta<sup>1</sup>, A. Perilli<sup>1</sup>,  
M. Borghini<sup>2</sup>, K. Schroeder<sup>2</sup> e R. Sorgente<sup>1</sup>

<sup>1</sup>CNR-IAMC, Istituto per l'Ambiente Marino Costiero, U.O.S. di Oristano, Italia

<sup>2</sup>CNR-ISMAR, Istituto per le Scienze Marine, La Spezia, Italia

Un innovativo sistema di previsione e monitoraggio della circolazione marina costiera è stato implementato nella zona delle Bocche di Bonifacio, tra la Corsica e la Sardegna. Tale approccio, comprensivo di una componente osservativa ed una numerica, è stato adottato al fine di favorire la rapida programmazione e il coordinamento delle azioni di pronto intervento, da parte delle autorità locali, per le emergenze da fuoriuscita di petrolio in mare.

La componente osservativa, indispensabile per comprendere le peculiarità dell'area di studio e validare/calibrare i modelli numerici adottati, si è avvalsa di misure lagrangiane del campo di corrente superficiale, misure mareografiche, misure oceanografiche dei principali parametri fisici del mare, misure meteorologiche ed osservazioni da satellite.

Per investigare il destino degli inquinanti rilasciati nell'ambiente marino, il sistema fornisce operativamente, mediante l'utilizzo di modelli numerici annidati, alle differenze finite ed elementi finiti, il loro tragitto futuro sia in mare aperto che in aree costiere. L'approccio adottato tiene in considerazione i principali forzanti meteo-marini che influenzano il trasporto di inquinanti come le correnti marine, il campo d'onda, la direzione del vento e la geometria complessa delle zone costiere oggetto di studio. Questi processi vengono investigati numericamente a diverse scale spaziali e risoluzioni che variano da pochi chilometri in mare aperto ad alcuni metri nelle aree costiere. Tecniche di *downscaling* e di annidamento tra modelli a differenti risoluzioni spaziali, consentono di trasferire le informazioni sullo stato complessivo del mare dal modello di previsione del Mediterraneo a quello sotto-regionale per il bacino Occidentale del Mediterraneo fino ad arrivare alla scala costiera delle Bocche di Bonifacio. Un modello numerico idrodinamico 3-D, accoppiato con un modello d'onda, rappresenta il cuore del sistema integrato delle Bocche di Bonifacio. Un valore aggiunto del sistema è la capacità di poter prevedere operativamente la dispersione di idrocarburi nell'area specifica attraverso un'interfaccia grafica *user-friendly*. Il sistema integrato è stato implementato anche in modalità *backward investigation* in modo da poter risalire a periodo ed area del possibile rilascio dell'inquinante. Questa informazione, incrociata con quelle del sistema nazionale di monitoraggio del traffico marittimo VTS (*Vessel Traffic Services*) di Guardiavecchia, agevola l'individuazione, da parte delle autorità competenti, dei possibili responsabili di rilasci illegali. Esperimenti numerici effettuati per valutare il rischio costiero da sversamenti di idrocarburi in mare, hanno consentito la produzione di *mappe di rischio* individuando zone più o meno soggette ad accumuli di idrocarburi nell'area delle Bocche di Bonifacio.

## Stima del rischio da dispersione di idrocarburi per le coste dell'Arcipelago di La Maddalena (Mediterraneo Occidentale)

A. Olita<sup>1</sup>, A. Cucco<sup>1</sup>, S. Simeone<sup>1</sup>, A. Ribotti<sup>1</sup>, L. Fazioli<sup>1</sup>, B. Sorgente<sup>2</sup>, R. Sorgente<sup>1</sup>

<sup>1</sup>CNR-IAMC, Istituto per l'Ambiente Marino Costiero, U.O.S. di Oristano, Torregrande (OR), Italia

<sup>2</sup>Parco Nazionale dell'Arcipelago di La Maddalena, La Maddalena, Italia

La dispersione di idrocarburi in mare rappresenta una seria minaccia per tutti gli ambienti marini costieri. Questo risulta tanto più vero quanto più le aree considerate possiedono alto valore ambientale, sociale e/o economico. Una valutazione scientificamente rigorosa del rischio legato alla dispersione di idrocarburi è di fondamentale importanza al fine di ridurre o mitigare i potenziali impatti. Un nuovo metodo per la valutazione del pericolo relativo allo spiaggiamento di macchie di idrocarburi, basato su modellistica numerica ad altissima risoluzione, è stato sviluppato e applicato alle coste dell'Arcipelago di La Maddalena. Il fulcro del sistema è un modello 3D agli elementi finiti capace di simulare idrodinamica e moto ondoso nello stretto di Bonifacio nonché, attraverso un modulo di trasporto collegato ad un modulo di *weathering*, simulare spostamento e trasformazione della macchia d'olio nel tempo e nello spazio. Allo scopo di valutare la Pericolosità legata alla eventuale presenza di idrocarburi lungo le coste dell'Arcipelago e della Sardegna settentrionale, è stato effettuato un esperimento bi-annuale con il suddetto modello. Un indice di Pericolosità, dato dal rapporto tra la concentrazione di idrocarburi per ogni predefinito tratto di costa e la massima concentrazione spiaggiata, è stato calcolato e mappato tramite strumenti geostatistici in ambiente GIS. La variabilità spaziale e temporale nonché la distribuzione media di tale indice di Pericolosità sono state dunque descritte ed analizzate. Tale informazione può essere di aiuto per le autorità locali allo scopo di gestire con la massima efficacia eventuali emergenze relative a dispersione di idrocarburi. Una significativa variabilità spaziale e temporale è stata osservata nella distribuzione di tale indice, che mostra i valori più alti durante i mesi invernali, in accordo con il regime di correnti e del moto ondoso più sostenuto. I maggiori valori sono riscontrati generalmente su tratti di costa esposti ai quadranti Nord-occidentali, in accordo con quanto atteso data la prevalenza di venti occidentali durante tutto l'anno. Al fine di effettuare una prima valutazione del rischio, posto che questo è qui definito come il prodotto di pericolosità e vulnerabilità, l'indice di Pericolosità è stato combinato con due fattori quali-quantitativi di vulnerabilità, ovvero la geomorfologia della costa ed il livello di protezione ambientale. Il versante meridionale dell'isola di Spargi mostra i più alti valori di rischio, a causa della contemporanea presenza di alti valori di Pericolosità, di spiagge aventi alta vulnerabilità geomorfologica e un moderato/alto livello di protezione. Le mappe di pericolosità e di rischio presentate possono costituire un utile supporto decisionale nell'ottica sempre più attuale dello sviluppo di un DSS (*Decisional Support System*) dedicato alle emergenze da idrocarburi.

## **Intermittenza dei flussi di nutrienti nello strato fotico: meccanismi generatori ed effetti sul tasso di consumo**

C. Pasquero

*Università di Milano Bicocca, Milano, Italia*

La produttività primaria in mare aperto alle medie latitudini è limitata dalla disponibilità di nutrienti nello strato fotico, che risulta dipendente dal flusso verticale di nutrienti provenienti dagli strati più profondi. Il trasporto verticale in oceano è caratterizzato da forte intermittenza spaziale e temporale legato alla notevole variabilità dell'energia cinetica verticale. Con l'aiuto di modelli fluidodinamici ed ecosistemici a diversa complessità, verrà mostrata l'importanza della dinamica generata dal processo di ristratificazione in corrispondenza di fronti termici nel determinare il flusso totale di nutrienti verso lo strato fotico e l'efficienza dell'ecosistema marino nell'utilizzo dei nutrienti in funzione dell'intermittenza dei flussi.

## Caratteristiche sismostratigrafiche di strutture sedimentarie diagnostiche di correnti di fondo nell'off-shore del Golfo di Taranto

F. Pepe<sup>1</sup>, R. Dera<sup>1</sup>, C. Faraci<sup>2</sup>, L. Ferranti<sup>3</sup>, S. Passaro<sup>4</sup>, M. Sacchi<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Università di Palermo, Dipartimento di Scienze della Terra e del Mare (DiSTeM), Palermo, Italia

<sup>2</sup>Università di Messina, Dipartimento di Ingegneria Civile, Informatica, Edile, Ambientale e Matematica Applicata, S. Agata (ME), Italia

<sup>3</sup>Università "Federico II", Dipartimento di Scienze della Terra, Napoli, Italia

<sup>4</sup>CNR-IAMC, Istituto per l'Ambiente Marino Costiero, sede di Napoli, Italia

L'analisi integrata di dati multibeam e sismici ad altissima risoluzione (Chirp Sub-Bottom), acquisiti in un settore del Golfo di Taranto (Mare Ionio), ha permesso di identificare e classificare strutture sedimentarie diagnostiche di correnti di fondo (conturiti), formatesi nel tardo Quaternario. La classificazione proposta è basata sia su criteri sismo-stratigrafici che sulla comparazione con strutture analoghe documentate da precedenti autori nei bacini oceanici [Faugères et al., 1999 con rif.].

Nell'area in esame sono stati identificati quattro settori (Alto dell'Amendolara, Bacino di Corigliano, Bacino dell'Amendolara ed Alto di Rossano-Cariati) caratterizzati da morfologia, pendenza e profondità differente. Le strutture conturite sono state riconosciute prevalentemente nei settori NW e SE dell'alto dell'Amendolara, ad una profondità compresa tra 130 m e 400 m e le geometrie interne ed esterne mostrano caratteristiche deposizionali ed erosive. Sono state classificate come *sheeted drift* le strutture sviluppate sub-parallelamente al profilo batimetrico, *infill drift* ed *elongated drift* le strutture caratterizzate da fosse ben sviluppate ed elementi erosivi quali fosse ed *abraded surface*. Sono stati osservati inoltre osservati *sediment waves* nel settore SW dell'alto strutturale.

Dall'analisi integrata dei nuovi dati con quelli disponibili in letteratura è possibile ipotizzare che i fattori che hanno maggiormente influenzato tipologia, distribuzione areale e batimetrica dei depositi conturiti e degli elementi erosivi sono: a) morfologia del fondo marino; b) caratteristiche dei sedimenti (es. tessitura); c) variazione della velocità della "Levantine Intermediate Water" come conseguenza delle d) variazioni eustatiche.

Sono stati inoltre applicati in cascata i modelli bidimensionali CMS- Wave [Lin et al, 2006] per la propagazione dello spettro d'onda, e CMS- Flow [Buttolph et al, 2006] per la circolazione interna, prendendo in considerazione i dati meteo marini forniti dall'ECMWF nel punto di coordinate 39,5°N, 17°E, in modo da valutare le condizioni idrodinamiche in prossimità del paraggio in esame.

L'integrazione dei dati indicati geologici/geofisici e dei risultati del codice di calcolo numerico ha permesso di ipotizzare un modello di circolazione della corrente "Levantine Intermediate Water" e valutare l'influenza delle morfostrutture sulla circolazione delle acque profonde durante l'ultima fase di abbassamento e stazionamento basso del livello del mare.

### Bibliografia

- Buttolph, A.,D., Reed, C.W., Kraus N., Wamsley, T.V., Ono, N., Larson, M., Camenen, B., Hanson, H. Zundel, A.K., (2006). *Two-Dimensional Depth-Averaged Circulation Model CMS-M2D: Version 3.0, Report 2, Sediment Transport and Morphology Change*. ERDC/CHL TR-06-9 Vicksburg, MS: U.S. Army Engineer Research and Development Center.
- Lin, L., H. Mase, F. Yamada, and Z. Demirbilek. (2006). *Wave-action balance equation diffraction (WABED) model: Tests of wave diffraction and reflection at inlets*. Coastal and Hydraulics Engineering Technical Note ERDC/CHL CHETN-III-73. Vicksburg, MS: U.S. Army Engineer Research and Development Center.
- Faugères, J.C., Stow, D.A.V., Imbert, P., Viana, A.R. (1999). *Seismic feature diagnostic of contourite drifts*. Marine Geology 162, pp. 1-38.



## Un modello numerico ad altissima risoluzione per l'analisi della dispersione degli inquinanti in ambiente costiero

F. Roman, A. Petronio, V. Armenio

*Università di Trieste, Dipartimento di Ingegneria e Architettura, Trieste, Italia*

La previsione del mescolamento delle acque e della dispersione degli inquinanti in ambienti costieri riveste una grande importanza per l'economia del mare e del territorio. La modellistica dei processi costieri è attualmente svolta utilizzando modelli semplificati bidimensionali o modelli tridimensionali basati sulla risoluzione delle equazioni del campo medio. Nonostante i vantaggi legati alla loro versatilità, tali modelli sono spesso in grado di fornire risultati validi in prima approssimazione per un'analisi qualitativa dei fenomeni.

Negli ultimi anni, il gruppo di ricerca IE-Fluids dell'Università di Trieste ha sviluppato ed applicato il modello numerico LES-COAST per la previsione del mescolamento delle acque nelle aree costiere. Il modello risolve le equazioni di Navier-Stokes non idrostatiche e non stazionarie sotto l'approssimazione di Boussinesq ai fini della determinazione dei flussi di galleggiamento, utilizzando una metodologia d'avanguardia denominata Large-Eddy Simulation.

In accordo a tale tecnica, i vortici di grande scala responsabili del mescolamento di massa, quantità di moto, temperatura salinità e altre grandezze scalari sono risolti direttamente con definizione spaziale e temporale adeguata, mentre i vortici di scale spaziali inferiori alla dimensione di griglia vengono parametrizzati mediante un modello di sottogriglia.

Il modello numerico è in grado di affrontare problemi caratterizzati da geometrie complesse, derivanti dalla combinazione di complessità batimetriche e manufatti, e flussi baroclini, con variazioni spazio-temporali di temperatura e salinità.

Il modello numerico è dotato di moduli per la dispersione di inquinanti e di un modello ibrido per la dispersione di greggio. Ogni modulo del modello numerico rappresenta lo stato dell'arte nel campo ed è stato sottoposto ad un rigoroso processo di validazione [Roman et al., 2009a,b; 2010]. Il modello è stato utilizzato, per esempio, per la modellistica del ricambio delle acque nella baia di Muggia [Siena et al., 2010], e nel porto di Barcellona [Galea et al., 2012]. In entrambi i casi, i risultati del modello numerico sono in ottimo accordo con i dati sperimentali.

### Bibliografia

- Roman, F., Napoli, E., Milici, B., Armenio, V., (2009). *An improved Immersed Boundary Method for curvilinear grids*. Computers & Fluids, 38, pp. 1510-1527.
- Roman, F., Armenio, V., Froelich, J., (2009). *A simple wall layer model for LES with IBM*. Physics of Fluids, 21, 101701.
- Roman, F., Stipcich, G., Armenio, V., Inghilesi, R., Corsini, S., (2010). *Large Eddy Simulations of mixing in coastal areas*. International Journal of Heat and Fluid Flows, 31, pp. 327-341.
- Siena, M., Roman, F., Armenio, V., (2010). *High resolution simulations of turbulent mixing in the Muggia bay*. Coastlab 10, Barcelona (Spain).
- Galea, A., Grifoll, M., Roman, F., Mestres, M., Armenio, V., Sanchez-Arcilla, A., (2012). *Numerical Simulation of water mixing and renewal in the Barcelona harbour area*. Coastlab 12, Ghent (Belgium).

## **Nuovi sforzi europei per la valutazione integrata dell'ambiente marino: EMODNET CHEMISTRY PILOT PROJECT**

M. Vinci e A. Giorgetti

*Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale, Sgonico (TS), Italia*

L'EU Green Paper for Marine Knowledge 2020 evidenzia che mari ed oceani che circondano l'Europa forniscono una parte essenziale della nostra ricchezza e benessere. Essi sono sotto forte pressione esercitata dalle attività umane e dai cambiamenti climatici ed offrono opportunità che dobbiamo sviluppare in modo sostenibile. Al centro di questa visione c'è lo sviluppo di un osservatorio marino europeo EMODnet, una rete di organizzazioni che porterà ad un unico punto d'accesso per i dati marini derivanti da osservazioni, rilievi o campioni contenuti in centinaia di basi di dati mantenute da agenzie, enti pubblici, istituti di ricerca e università di tutta Europa. EMODnet è iniziato come un progetto pilota per lo sviluppo di quattro servizi tematici avviati dalla Direzione generale degli Affari marittimi (DG MARE).

Il progetto pilota EMODnet Chemistry mira a raccogliere dati marini frammentati ed inaccessibili in flussi di dati interoperabili, continui e disponibili al pubblico. Particolare è l'attenzione per i dati di composti chimici richiesti dalla Marine Strategy Framework Directive. Il Chemistry Lot è stato sviluppato adottando e adattando l'infrastruttura SeaDataNet V1, un efficiente sistema distribuito di gestione di dati marini nato per l'Oceanografia fisica ora adottato da un numero crescente di altre comunità.

Le principali sfide del pilot project sono rappresentate dalla complessità ed eterogeneità dei dati. Il Chemical lot ha dovuto gestire dati provenienti da 8 gruppi di composti misurati in tre matrici (sedimenti, colonna d'acqua e biota). I dati raccolti presentano elevata eterogeneità relativa ai metodi di campionamento, distribuzione dei dati, metodi di analisi e distribuzione geografica delle specie target considerate (caso del *Mytilus* sp.).

La complessità è stata gestita grazie all'adattamento dello standard SeaDataNet perchè i metadati e dati chimici hanno bisogno di maggiori dettagli nella definizione di metodi analitici, specie bersaglio, base di misurazione.

Sono stati definiti prodotti adatti a rappresentare le caratteristiche dei dati ambientali raccolti. Dati con una distribuzione omogenea nel tempo e nello spazio sono stati usati per generare mappe interpolate stagionali e annuali per nutrienti, metalli e radionuclidi nel Mare del Nord, nel Mar Nero e in aree selezionate del Mar Mediterraneo. I dati misurati presso le stazioni costiere ripetute nel tempo sono stati usati per creare grafici di serie temporali per gli idrocarburi, pesticidi, metalli, fertilizzanti per più di 160 stazioni.

Il portale permette di visualizzare tutte le mappe disponibili, i grafici pre-calcolati di serie temporali, i dati originali e sovrapporre i layers di informazione provenienti da altre discipline.

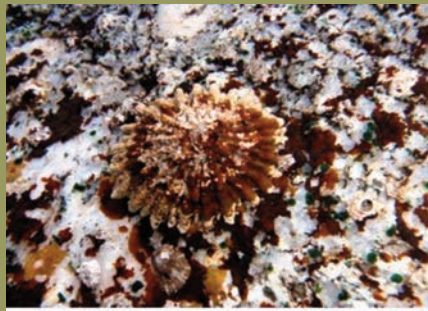
L'obiettivo generale del progetto pilota e degli sforzi futuri è lo sviluppo di un'infrastruttura efficiente per la raccolta, la gestione e l'analisi dei dati volta alla valutazione integrata dell'ambiente marino.

# 2 Bio-Monitoraggio dell'ambiente marino-costiero

La Commissione Europea riconosce l'importanza di tutte le attività che hanno un rapporto con i mari europei attraverso appropriate politiche di gestione della fascia costiera e dello spazio marittimo. Tali politiche devono basarsi sull'eccellenza nei campi della ricerca, della tecnologia e dell'innovazione marina. In questo ambito, il 17 giugno del 2008, il

Parlamento Europeo, ha istituito un quadro per l'azione comunitaria nel campo della gestione dell'ambiente marino (Direttiva 2008/56/CE). Tale direttiva prevede lo sviluppo di una comune e condivisa strategia marina da parte degli stati membri al fine di conseguire e mantenere il Good Environmental Status (GES) entro il 2020. Il GES sarà determinato sulla base di 11 descrittori qualitativi tra cui la biodiversità, l'inquinamento e gli impatti. Il 1° settembre del 2010, la Commissione Europea, con la decisione 2010/477/UE, ha indicato l'approccio da adottare per la determinazione del GES, individuando 26 criteri e 56 indicatori associati agli undici

descrittori. Non tutti i criteri individuati sono adeguatamente sviluppati e quindi operativi. Pertanto è fondamentale un ampliamento delle conoscenze scientifiche che consentano una revisione delle decisioni CE attualmente adottate. Gli organismi marini, soprattutto quelli a memoria lunga, hanno capacità di integrare le variazioni dell'ambiente sia in termini di pressione antropica che di cambiamenti climatici. Solo un bio-monitoraggio finalizzato ad individuare descrittori sintetici delle variazioni ambientali, in regioni geografiche rappresentative delle differenti tipologie di ecosistemi marini costieri, può offrire strumenti condivisi di valutazione e mantenimento del GES in queste aree.



Chairman della sessione

**Vincenzo Saggiomo<sup>1</sup>, Rodolfo Coccioni<sup>2</sup>, Paolo Magni<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Management and Ecology of Coastal Areas, Stazione Zoologica "A. Dohrn", Napoli, Italia | [saggiomo@szn.it](mailto:saggiomo@szn.it)

<sup>2</sup>Dip. Scienze della Terra, della Vita e dell'Ambiente, Università degli Studi "Carlo Bo", Urbino, Italia | [rodolfo.coccioni@uniurb.it](mailto:rodolfo.coccioni@uniurb.it)

<sup>3</sup>Istituto per l'Ambiente Marino Costiero, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Oristano, Italia | [paolo.magni@cnr.it](mailto:paolo.magni@cnr.it)



## **Studio integrato acqua/sedimenti per il monitoraggio del fitoplancton marino costiero**

M. Belmonte<sup>1</sup>, F. Rubino<sup>1</sup>, L. Ferraro<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*CNR-IAMC, Istituto per l'Ambiente Marino Costiero, U.O.S. di Taranto, Italia*

<sup>2</sup>*CNR-IAMC, Istituto per l'Ambiente Marino Costiero, sede di Napoli, Italia*

Il fitoplancton è una fonte di cibo primaria per gli organismi marini, essendo alla base della catena alimentare, oltre che il principale produttore di ossigeno sulla Terra. Il buon “funzionamento” di questo fondamentale tassello degli ecosistemi marini è essenziale per mantenere alta la produttività e assicurare un buono stato di salute generale dell’ambiente marino. In base a ciò, ogni piano di monitoraggio deve prevedere l’analisi delle comunità fitoplanctoniche per poter individuare eventuali segnali di cambiamento o di cattivo funzionamento del “sistema plancton”. Un ulteriore elemento che va considerato risiede nel fatto che molte specie del fitoplancton possono produrre tossine che si accumulano lungo la rete trofica, arrivando fino all’uomo che è il consumatore al top della piramide alimentare. Le metodiche classiche di analisi delle comunità fitoplanctoniche prevedono campionamenti nella colonna d’acqua, che devono necessariamente essere estesi sia lungo la verticale, con diverse profondità di studio, sia su scala orizzontale con un numero di stazioni adeguato all’area da monitorare. Questo comporta un notevole sforzo sia in termini economici sia per il tempo da utilizzare per l’osservazione dei numerosi campioni raccolti. Negli ultimi anni l’ampliamento delle conoscenze sui cicli vitali degli organismi planctonici ha portato alla consapevolezza che molte specie, comprese quelle potenzialmente produttrici di tossine, producono stadi di dormienza (cisti), in risposta alle variazioni e fluttuazioni delle condizioni ambientali. Questi sono una sorta di semi, che cadono verso il fondo del mare dove si accumulano formando una riserva di biodiversità per il plancton, con densità dell’ordine di milioni per metro quadro di fondo. Queste cisti sono molto resistenti, e mantengono la capacità di germinare e ridare il corrispondente stadio attivo planctonico, anche dopo parecchi decenni. Questo comporta che sul fondo dei bacini marini si accumulano, stratificandosi, le informazioni sulle comunità planctoniche che si sono succedute nel tempo e i sedimenti rappresentano una sorta di registratore in continuo di ciò che avviene nella colonna d’acqua. Sfruttando questa capacità del plancton di incistarsi e rimanere quiescente sul fondo del mare, si può progettare un piano di monitoraggio che preveda un approccio integrato tra acqua e sedimenti, bypassando la complicazione causata dalla grande variabilità delle popolazioni planctoniche nella colonna d’acqua e riducendo così lo sforzo di campionamento. Questa metodica, adottata ormai da una quindicina d’anni dallo IAMC di Taranto, si è rivelata uno strumento efficace per la scoperta di specie che hanno caratterizzato il plancton in un recente passato o di specie rare al presente, ma che hanno tutte le potenzialità per produrre bloom in un prossimo futuro, data la presenza delle loro cisti pronte per germinare.

## Dati preliminari sui Cocolitoforidi viventi e fossili alla foce del Fiume Volturno (Golfo di Gaeta - Mar Tirreno centro-orientale)

S. Bonomo<sup>1</sup>, A. Cascella<sup>2</sup>, I. Alberico<sup>1</sup>, L. Ferraro<sup>1</sup>, F. Lirer<sup>1</sup>, M. Vallefucio<sup>1</sup>,  
E. Anzalone<sup>1</sup>, E. Marsella<sup>1</sup>

<sup>1</sup>CNR-IAMC, Istituto per l'Ambiente Marino Costiero, sede di Napoli, Italia

<sup>2</sup>INGV, Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione di Pisa, Pisa Italia

La distribuzione dei Cocolitoforidi, alghe planctoniche unicellulari appartenenti al Phylum Haptophyta, che costituiscono la base della catena alimentare in molti ambienti marini, può essere uno strumento di lettura importante per valutare l'impatto delle attività dell'uomo sugli ecosistemi marini [si veda: Humborg et al., 1997; Lee Chen and Chen, 2006].

Vengono presentati i dati preliminari di uno studio stagionale sui Cocolitoforidi viventi e fossili raccolti in ambiente neritico, sulla piattaforma continentale prospiciente la foce del Fiume Volturno (Golfo di Gaeta), un'area fortemente antropizzata. Lo studio è stato condotto nell'ambito delle attività previste dal Progetto PON03 di potenziamento strutturale I-AMICA (Infrastruttura di Alta tecnologia per il Monitoraggio Integrato Climatico-Ambientale), relative allo studio e al monitoraggio dei processi interfaccia biosfera idrosfera e funzionalità degli ecosistemi costieri.

L'analisi dei campioni analizzati ha evidenziato che la distribuzione spaziale, il numero di specie identificate ed i valori di densità dei Cocolitoforidi viventi sono condizionate sia da fattori oceanografici locali che stagionali, modulati dalla presenza del Fiume Volturno. Così come osservato da Knappertsbusch [1993], anche nel Golfo di Gaeta le associazioni a Cocolitoforidi sono caratterizzate da una graduale diminuzione della diversità da giugno a febbraio, da un graduale dominio della specie opportunistica *E. huxleyi* e da elevati valori di abbondanza nel mese di ottobre. In particolare i valori di abbondanza di ottobre sono risultati 20 volte superiori a quelli registrati a giugno e 3 volte superiori a quelli di febbraio.

L'associazione fossile osservata nei sedimenti è simile a quella presente nella colonna d'acqua soprastante. Il predominio della specie opportunistica *E. huxleyi*, la presenza consistente di piccoli cocoliti rispecchiano l'ecologia dell'ambiente neritico poco favorevole alla vita dei Cocolitoforidi. Le associazioni sono dominate da cocoliti rimaneggiati, particolarmente nei campioni di febbraio, la cui distribuzione ha fornito importanti informazioni circa le dinamiche oceanografiche e di trasporto dei sedimenti lungo la costa.

### Bibliografia

- Humborg, C., Ittekkot, V., Cociasu, A., Bodungen, B.V. (1997). *Effect of the Danube River dam on Black Sea biogeochemistry and ecosystem structure*. Nature, 386, 385-388.
- Knappertsbusch, M. (1993). *Geographic distribution of living and Holocene coccolithophores in the Mediterranean Sea*. Marine Micropaleontology, 21, 219-247.
- Lee Chen, Y.-I. & Chen, H. (2006). *Seasonal dynamics of primary and new production in the northern South China Sea: The significance of river discharge and nutrient advection*. Deep-Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers, 53, 971-986.

## **I foraminiferi bentonici come proxy innovativo per il monitoraggio ambientale e la valutazione dell'impatto dell'inquinamento negli ecosistemi marini: studi di laboratorio**

R. Coccioni e F. Frontalini

*Università degli Studi di Urbino "Carlo Bo", Dipartimento di Scienze della Terra, della Vita e dell'Ambiente (DiSTeVA), Urbino, Italia*

La crescente attenzione ai problemi ambientali che si è sviluppata negli ultimi anni ha stimolato la ricerca di nuove metodologie e tecniche per il monitoraggio ambientale degli ecosistemi marini. In particolare, il biomonitoraggio consente di valutare direttamente lo stato di qualità di un ecosistema. L'utilizzo di bioindicatori è anche incoraggiato dall'Unione Europea attraverso le direttive 2000/60/EC (WFD, Water Framework Directive) e 2008/56/EC (MSFD, Marine Strategy Framework Directive). I foraminiferi bentonici sono organismi marini unicellulari particolarmente sensibili ai cambiamenti ecologici ed ambientali e possono essere quindi, utilizzati con successo come bioindicatori dello stato di salute degli ambienti marini e di transizione. Significativi progressi sono stati conseguiti, in particolare, nell'utilizzo dei foraminiferi bentonici come sensibili, rapidi ed economici bioindicatori del livello di inquinamento degli ambienti marini costieri e di transizione maggiormente esposti alle attività antropiche. Una corretta valutazione dell'impatto di uno specifico inquinante sulle associazioni a foraminiferi bentonici può essere effettuata esclusivamente mediante esperimenti condotti attraverso mesocosmi che permettono di compiere osservazioni continue e puntuali in condizioni ambientali controllate. L'utilizzo dei mesocosmi consente di osservare le risposte nel tempo delle associazioni a foraminiferi bentonici soggette a differenti tipi e concentrazioni di inquinanti organici ed inorganici. L'integrazione dei dati ottenuti sul campo e per via sperimentale consentirà di migliorare ulteriormente l'affidabilità e l'efficienza dei foraminiferi bentonici come proxy rapido ed economico per valutare l'inquinamento degli ecosistemi marini.

## **Relazione tra le associazioni a foraminiferi bentonici e l'inquinamento da elementi in traccia nel Golfo di Milazzo, N-E Sicilia (Tirreno meridionale)**

C. Cosentino<sup>1</sup>, F. Pepe<sup>1</sup>, G. Scopelliti<sup>1</sup>, M. Calabrò<sup>2</sup>, A. Caruso<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Università di Palermo, Dipartimento di Scienze della Terra e del Mare, Palermo, Italia*

<sup>2</sup>*Università "Cà Foscari", Dipartimento di Scienze Ambientali, Informatica e Statistica, Venezia, Italia*

A partire dagli anni sessanta l'area marino-costiera del Golfo di Milazzo (Sicilia nord-orientale) è stata intensamente antropizzata ed industrializzata. In particolare, in quest'area, sono state realizzate una raffineria di petrolio greggio, un porto commerciale e due piccoli porticcioli turistici. Per verificare lo stato d'inquinamento del Golfo di Milazzo sono stati prelevati 40 campioni di sedimento marino, a batimetrie comprese tra 6 e 34 metri. In ogni stazione di campionamento sono stati estratti i primi 4 cm di sedimento superficiale. Su questi campioni è stato effettuato uno studio multidisciplinare (micropaleontologico, sedimentologico, geochimico e statistico) con lo scopo di osservare la risposta delle associazioni a foraminiferi bentonici all'inquinamento da elementi in traccia (As, Co, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb e Zn).

Sulla base delle variazioni nell'associazione a foraminiferi bentonici e nelle concentrazioni degli elementi in traccia, il Golfo di Milazzo è stato suddiviso in 3 settori caratterizzati da diverse condizioni ambientali. Nel settore nord-occidentale del golfo, a nord del porto commerciale, le associazioni a foraminiferi bentonici mostrano un'elevata diversità specifica ed un elevato numero di individui. I Miliolidi, le forme epifite e la densità di popolazione totale (numero di foraminiferi/g di sedimento) mostrano i valori più elevati. In questi campioni le concentrazioni degli elementi in traccia e i loro fattori di arricchimento (EF) hanno valori molto bassi. Sulla base di questi risultati l'area è stata considerata poco inquinata.

Nel settore compreso tra il porto commerciale e la raffineria la densità di popolazione dei foraminiferi bentonici diminuisce drasticamente e raggiunge i valori più bassi dell'intera area studiata. L'associazione è costituita principalmente da organismi di acque poco ossigenate oltre che *Ammonia* spp. e agglutinanti, i quali tollerano condizioni ambientali stressate. In questo settore Pb, Zn e Cu presentano le concentrazioni più elevate e i fattori di arricchimento maggiori, evidenziando l'elevato inquinamento dell'area.

Il settore compreso tra la parte centrale ed orientale del golfo è caratterizzato da bassi valori di densità di popolazione e diversità specifica, anche se le concentrazioni degli elementi in traccia non sono elevate con fattori di arricchimento inferiori a 1. Quest'area è stata considerata come moderatamente inquinata. In pochi campioni sono stati riconosciuti foraminiferi bentonici con guscio deformato, con percentuali comprese tra 0.39% e 7.14%.

L'analisi statistica (PCA e matrice di correlazione), effettuata sui foraminiferi bentonici e sugli elementi in traccia, mette in evidenza che questi ultimi non sono gli unici fattori ad avere influenzato negativamente le associazioni bentoniche. In quest'area potrebbero avere agito, come causa del peggioramento delle condizioni ambientali, anche prodotti inquinanti derivati dalla lavorazione del petrolio greggio e da scarichi fognari.



## I foraminiferi bentonici come indicatori ecologici nell'area marino-costiera di Baia (Napoli): cambiamenti dello status ambientale

A. Faugno<sup>1</sup>, L. Bergamin<sup>2</sup>, L. Di Bella<sup>1</sup>, A. Ausili<sup>2</sup>, E. Romano<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Università "La Sapienza", Dipartimento di Scienze della Terra, Roma, Italia

<sup>2</sup>ISPRA, Istituto Superiore per la Protezione e Ricerca Ambientale, Roma, Italia

Il crescente impatto antropico sulle aree costiere rende necessaria l'identificazione di indicatori ecologici utili a una valutazione integrata della qualità ambientale di queste aree. Negli ultimi decenni molti studi hanno dimostrato la validità dei foraminiferi bentonici come indicatori ambientali principalmente per il loro breve ciclo vitale, l'elevato grado di specializzazione e la preservazione dell'associazione nel record sedimentario. Quest'ultima caratteristica è peculiare rispetto ad altri indicatori ambientali perché consente di studiare anche le associazioni di sedimenti antichi che corrispondono a condizioni di riferimento da confrontare con quelle affette da impatto antropico, come previsto dalla normativa europea.

Questo studio ha caratterizzato dal punto di vista microfaunistico, granulometrico e geochimico (Al, As, Cd, Cr, Cu, Fe, Hg, Ni, Pb, Zn) i sedimenti di una carota prelevata nell'area marino-costiera di Baia, al fine di evidenziare eventuali variazioni della qualità ambientale dovute al crescente impatto antropico. L'area di studio, oggetto di attività commerciali e diportistiche, è inclusa in un parco archeologico sommerso e considerata area marina protetta (Decreto Interministeriale del 7-8-2002). L'area è stata interessata in passato dalla presenza sui fondali di alcuni relitti di navi affondate, che hanno causato un significativo degrado ambientale.

Lo studio sui foraminiferi e la successiva elaborazione statistica dei dati ha permesso di riconoscere due distinte associazioni riferibili ad ambienti diversi. L'associazione presente nella porzione inferiore, corrispondente ad un ambiente infralitorale a fondale vegetato con prateria a *Posidonia*, è caratterizzata da elevata diversità specifica e densità faunistica e bassa percentuale di individui deformati (Foraminiferal Abnormality Index - FAI). L'associazione riconosciuta nella parte superiore presenta più bassa diversità specifica e densità faunistica e valori più elevati dell'indice FAI. Si registra, inoltre, un aumento di *Ammonia tepida* e una diminuzione delle specie epifite, dovuti dalla sostituzione di *Posidonia* con *Caulerpa*, un'alga tollerante di ambienti degradati. A questo cambiamento faunistico è associato un apporto antropico di alcuni elementi in traccia quali Cu, Hg, Pb e Zn. Valori elevati di As (16-48 mg/kg p.s.) sono stati riconosciuti in tutta la carota e vengono attribuiti all'attività idrotermale presente nell'area dei Campi Flegrei. L'analisi statistica ha riconosciuto *Ammonia tepida* come specie tollerante in quanto correlata ai principali contaminanti. Ciò conferma i risultati di precedenti ricerche condotte sia nell'area di Baia che in altre regioni mediterranee ed extra mediterranee. Anche l'indice FAI risulta correlato alla concentrazione di contaminanti, ad indicare un stress ambientale di origine antropica, ma è correlato anche alla concentrazione di As, a testimonianza di uno stress di origine naturale associato all'attività vulcanica.

## Monitoraggio Ambientale integrato alla foce del Fiume Volturno (Golfo di Gaeta, Mar Tirreno centro-orientale)

L. Ferraro<sup>1</sup>, F. Lirer<sup>1</sup>, I. Alberico<sup>1</sup>, S. Bonomo<sup>1</sup>, A. Cascella<sup>2</sup>, M. Vallefucio<sup>1</sup>, E. Anzalone<sup>1</sup>,  
M. Capodanno<sup>1</sup>, S. Gherardi<sup>1</sup>, L. Giordano<sup>1</sup>, R. Migliaccio<sup>1</sup>, F. Molisso<sup>1</sup>, M. Punzo<sup>1</sup>, P. Rumolo<sup>1</sup>,  
P. Scotto di Vettimo<sup>1</sup>, S. Tamburrino<sup>1</sup>, D. Tarallo<sup>1</sup>, E. Marsella<sup>1</sup>

<sup>1</sup>CNR- IAMC, Istituto per l'Ambiente Marino Costiero, sede di Napoli, Italia

<sup>2</sup>Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione Geomagnetismo, Aeronomia e Geofisica Ambientale, Pisa, Italia

Vengono presentati i dati preliminari della prima campagna di monitoraggio stagionale integrato (I-AMICA\_2012\_01 Giugno 2012) svoltasi nell'area marina prospiciente la foce del Fiume Volturno (Golfo di Gaeta, Mar Tirreno Centro-orientale) nell'ambito del Progetto PON 03 I-AMICA (Infrastruttura di Alta tecnologia per il Monitoraggio Integrato Climatico-Ambientale, Obiettivo Realizzativo 4.4 Studio e monitoraggio processi interfaccia biosfera idrosfera e funzionalità degli ecosistemi costieri).

L'attività di ricerca è stata condotta su 22 stazioni localizzate tra la batimetrica dei -10 m e la batimetrica dei -50 m, nelle quali sono state eseguite le seguenti analisi: i) granulometriche, chimiche (metalli, PCB, pesticidi), delle biocenosi/tanatocenosi a foraminiferi bentonici e dei Coccolitoforidi nei sedimenti di fondo, e ii) misurazione dei parametri chimico-fisici e dei Coccolitoforidi in colonna d'acqua. Obiettivo di questo studio integrato è definire l'evoluzione a scala stagionale dell'ecosistema marino di acqua bassa alla foce del fiume Volturno, che con un bacino idrografico di circa 6000 km<sup>2</sup>, rappresenta il più importante fiume della regione Campania.

La ricerca di contaminanti chimici nella matrice di sedimento superficiale (metalli, PCB, pesticidi), non ha messo in evidenza particolari condizioni di "inquinamento".

L'analisi delle biocenosi a Coccolitoforidi, dei campioni analizzati in colonna d'acqua, ha evidenziato come il fiume Volturno controlli in generale la distribuzione spaziale di tutti i taxa, ed in particolare di *Rhabdosphaera xiphos*, evidenziando come le correnti lungo costa deviano verso sud le acque del Volturno. Le tanatocenosi a Coccolitoforidi sono risultate in perfetto accordo con quanto rivelato in colonna d'acqua, in particolare la specie opportunistica *Emiliana huxleyi* domina sia le biocenosi che le tanatocenosi.

L'associazione a foraminiferi bentonici, dei campioni analizzati nei sedimenti a fondo mare, è caratterizzata in generale da una bassa diversità e densità, ed è dominata dalle specie opportunistiche *Ammonia tepida*, *Bulimina elongata* e *Rectuvigerina phlegeri*. In particolare nel settore di piattaforma continentale a sud della foce del fiume, compreso tra -13 m e -25 m di profondità, l'associazione è rappresentata dalla prevalenza di *A. tepida* e *B. elongata*, specie indicative di un ambiente influenzato dalla presenza di acque fluviali e con buona disponibilità di cibo a fondo mare [Jorissen, 1988; Barmawidjaja et al. 1992]. Nel settore di piattaforma continentale a nord-ovest della foce del fiume, a profondità comprese tra i -25 m e -45 m, l'associazione è dominata dalla specie *R. phlegeri*, che indica migliori condizioni di ossigenazione al fondo [Diz and Francés, 2008].

### Bibliografia

- Barmawidjaja, D.M., Jorissen, F.J., Puskaric, S., Van der Zwaan, G.J., (1992). *Microhabitat selection by benthic Foraminifera in the northern Adriatic Sea*. Journal of Foraminiferal Research, 22 (4), 297–317.
- Diz, P., & Francés, G., (2008). *Distribution of live benthic foraminifera in the Ría de Vigo (NW Spain)*. Marine Micropaleontology, 66,165–191.
- Jorissen, F.J., (1988). *Benthic foraminifera from the Adriatic Sea; principles of phenotypic variation*. Utrecht Micropaleontological Bulletin, 37, pp 176.

## **Confronto tra indici biotici per la valutazione dello stato ecologico di una laguna costiera**

A. Foti<sup>1</sup>, G.A. Fenzi<sup>2</sup>, S. Como<sup>2</sup>, M.F. Gravina<sup>1</sup>, P. Magni<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>Università "Tor Vergata", Dipartimento di Biologia, Roma, Italia

<sup>2</sup>CNR-IAMC, Istituto per l'Ambiente Marino Costiero, U.O.S di Oristano, Italia

<sup>3</sup>CNR-ISMAR, Istituto di Scienze Marine, sede di Venezia, Italia

L'area di studio presa in esame, la laguna di Cabras (22 km<sup>2</sup>), rappresenta il più grande sistema salmastro della Sardegna (Mediterraneo occidentale). Ha un bacino imbrifero di 432 km<sup>2</sup>, con importanti affluenti di acqua dolce, mentre la comunicazione con il golfo di Oristano è estremamente ridotta. La laguna, sfruttata sin dai tempi storici per la pesca, è soggetta ad apporti negativi dei carichi inquinanti provenienti dalle attività agricole intensive dalle aree limitrofe e dagli scarichi urbani dell'abitato di Cabras. Tali apporti ne condizionano il livello trofico e grado di saprobietà, innescando condizioni di ipossia o anossia, che sono causa di ricorrenti crisi distrofiche. Al fine di valutare lo stato ecologico del bacino ai sensi della Direttiva Acqua (WFD 2000/60/CE) le comunità macrozoobentoniche sono state campionate stagionalmente nei periodi 2001-2003 e 2010-2011 in quattro siti. La distribuzione dello zoobenthos presenta forti differenze tra siti, riconducibili essenzialmente alle variazioni dei parametri ambientali indicativi del carico organico e del grado di confinamento. La comunità zoobentonica è stata quindi impiegata come indicatore per la determinazione dello stato ecologico del bacino mediante l'applicazione degli indici M-AMBI, BENTIX, BITS e BOPA. Gli indici hanno fornito valutazioni spesso non concordi nell'assegnazione dei siti a diversi livelli di stato ecologico: tali differenze sono state giudicate alla luce delle analisi condotte sulla comunità zoobentonica con gli approcci tradizionali e ne sono stati suggeriti i possibili fattori causali. Tra i vari indici, il BITS è apparso più efficace nel discriminare le diverse situazioni ecologiche della laguna rispetto all'M-AMBI e in contrasto con BOPA e BENTIX che hanno prodotto valutazioni omogenee per l'intero bacino.

## **Comunità demersale e ambienti sedimentari: uno studio preliminare nell'offshore della Sicilia sud-occidentale**

G. Garofalo, M. Gristina, F. Fiorentino, M. Mancuso

*CNR-IAMC, Istituto per l'Ambiente Marino Costiero, U.O.S di Mazara del Vallo, Italia*

È noto che le caratteristiche morfo-litologiche dei fondali marini rivestono un ruolo fondamentale nello strutturare le comunità ittiche demersali. Ne consegue che la comprensione delle relazioni tra le specie neobentoniche ed il loro habitat fornisce l'opportunità di usare descrittori e caratteristiche geologiche dell'habitat come *proxy* delle comunità biologiche e della biodiversità.

Il presente lavoro, condotto nei settori di piattaforma continentale e di scarpata superiore (intervallo batimetrico 0 – 500 m) dell'offshore della Sicilia sud-occidentale, rappresenta un studio preliminare delle relazioni tra i processi - sedimentari e morfogenetici attivi sui fondali - e la distribuzione delle comunità demersali, sottolineando l'importanza della caratterizzazione "geologica" degli habitat sommersi.

L'area di studio rappresenta il settore più occidentale del braccio di mare, che divide il Mar Mediterraneo in un bacino occidentale ed un bacino orientale o Levantino. L'andamento batimetrico irregolare, legato all'esistenza di elementi geomorfologici distinti quali complessi deltizi e litorali, secche e banchi sommersi, edifici vulcanici, canali sottomarini e bacini pensili di infrascarpa, permette di individuare quattro aree distinte: il Banco Avventura; i Banchi Nerita, Terribile e Senza Nome; la piattaforma e la scarpata continentale della Sicilia meridionale ed il complesso Bacino di Gela.

Questa morfostruttura così articolata, che passa, senza soluzioni di continuità, da una piattaforma carbonatica aperta a strutture vulcaniche sommerse, da una piattaforma continentale ampia fino a 16 km ad una scarpata, controllata strutturalmente, che si imposta sul fronte tettonico più recente della Catena Siculo – Appenninica, ed all'attuale bacino di avampaese deformato, ospita una comunità demersale molto ricca e diversificata e rappresenta una delle regioni più produttive dell'intero Mar Mediterraneo per la pesca demersale. Studi recenti hanno evidenziato la presenza di aree di grande rilevanza ecologica, tra le quali hotspot di biodiversità e aree persistenti di reclutamento e riproduzione di numerose specie sfruttate dalla pesca.

Allo scopo di definire la dinamica sedimentaria e la morfogenesi recente di questo snodo vitale del Mediterraneo, attraverso l'analisi sismostratigrafica e sismogeomorfologica di profili sismici, con differenti gradi di risoluzione, è stata ricostruita e cartografata la distribuzione areale dei principali elementi deposizionali riconosciuti nelle successioni tardo pleistocenico – oloceniche affioranti a fondo mare.

Le principali interazioni tra i caratteri geologici degli ecosistemi e le comunità biologiche sono state presentate e discusse nell'ottica del più moderno approccio spaziale ed ecosistemico alla gestione della pesca.

## Dati preliminari sulle associazioni a Foraminiferi Bentonici del Golfo di Priolo (Sr) - Sicilia Sud-Orientale

R. Napolitano, C. Cosentino, A. Caruso, S. Vizzini, A. Mazzola

*Università degli Studi di Palermo, Dipartimento di Scienze della Terra e del Mare, Palermo, Italia*

L'area marino-costiera della Sicilia orientale, compresa tra i centri abitati di Augusta e Siracusa (Golfo di Augusta-Priolo), risente fortemente dalla presenza del polo industriale-petrochimico che ne ha condizionato i livelli di qualità ambientale. Lo scopo del presente lavoro è stato quello di studiare le associazioni a foraminiferi bentonici dei sedimenti costieri vicini al polo petrolchimico (Seno del Priolo), per valutare l'impatto dell'inquinamento su questi microorganismi.

Per questo lavoro sono state selezionate sei stazioni di campionamento (siglate da AU-03 a AU-08), situate a batimetria compresa tra 5 e 20 metri, in cui sono state misurate le variabili chimico-fisiche delle acque (Temperatura, pH, Salinità, Ossigeno Disciolto). In ogni stazione è stata prelevata, tramite un carotiere manuale, una carota di sedimento lunga 9 cm che è stata suddivisa in tre parti (0-3 cm, 3-6 cm e 6-9 cm). Per distinguere gli organismi in vita da quelli morti, i campioni sono stati trattati con una soluzione di Rosa Bengala (2 g/l etanolo) e preparati per le analisi seguendo le metodologie standard. Ciascun campione lavato è stato diviso (tramite microsplitter) più volte fino ad ottenere un'aliquota utile per le analisi quantitative. In ogni aliquota sono stati contati tutti gli individui presenti in modo da ricavarne la densità di popolazione e complessivamente sono state identificate 144 specie. Dal punto di vista granulometrico i campioni sono costituiti da sabbie, ad eccezione della stazione AU-05 in cui prevale la frazione pelitica, mentre la stazione AU-08 è costituita principalmente da sabbie grossolane. Nello strato più superficiale le percentuali di abbondanza dell'associazione totale (vivi più morti), risultano abbastanza simili. In particolare, le specie più abbondanti (>5%) appartengono al gruppo dei Miliolacea (*Quinqueloculina* spp., *Sigmoilinita costata*, *Miliolinella* spp., *Peneroplis* spp.), degli epifiti (*Asterigerinata mamilla*, *Lobatula lobatula*, *Rosalina* spp.), *Elphidium* spp. ed *Ammonia* spp.. Inoltre è abbondante il genere *Bolivina* con le specie *B. striatula* e *B. catanensis*, tipiche forme di acque scarsamente ossigenate. Negli strati più profondi della maggior parte delle stazioni di campionamento è stato riscontrato un incremento dei Miliolacea mentre diminuiscono gli epifiti, le Bolivine si mantengono quasi sempre costanti. Delle 144 specie di foraminiferi bentonici identificate 26 presentano anche individui con livelli di deformazione nel guscio abbastanza variabili, tra queste le forme più abbondanti sono *Lobatula lobatula*, *Rosalina* spp., *Peneroplis* spp. e *Ammonia* spp. Infine le associazioni della stazione AU-08 mostrano le più alte percentuali di specie deformate, seguite da quelle della stazione AU-03. In particolare le forme deformate del genere *Peneroplis* raggiungono valori del 3.28 % nella stazione AU-08.

## **Evoluzione dell'impatto antropico nel porto di Augusta (Sicilia orientale): foraminiferi bentonici, indicatori di qualità ambientale**

E. Romano<sup>1</sup>, L. Bergamin<sup>1</sup>, V. Frezza<sup>2</sup>, A. Ausili<sup>1</sup>, M.C. Magno<sup>1</sup>, G. Pierfranceschi<sup>1</sup>,  
F. Venti<sup>1</sup>, M. Gabellini<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ISPRA, Istituto Superiore per la Protezione e Ricerca Ambientale, Roma, Italia

<sup>2</sup>Università "La Sapienza", Dipartimento di Scienze della Terra, Roma, Italia

Lo studio delle associazioni a foraminiferi bentonici in carote di sedimento offre l'opportunità di riconoscere i cambiamenti ambientali e, quindi, di distinguere un eventuale deterioramento della qualità ambientale dovuto all'impatto antropico. L'elaborazione integrata dei dati ricavati dall'analisi faunistica e dei parametri ambientali permette di individuare indicatori ecologici utili a definire la qualità ambientale.

Questa ricerca è stata applicata ad una carota prelevata sui fondali del porto di Augusta, una delle più importanti aree portuali del paese e sede del più grande polo petrolchimico d'Europa. Nei primi anni '50 l'area fu destinata alle attività industriali, che sono state implementate fino agli anni '70 con l'installazione di industrie chimiche e petrolchimiche e centrali elettriche mentre, successivamente, il numero di impianti attivi è diminuito. La principale causa di degrado ambientale è riconducibile ad un impianto cloro-soda con tecnologia a celle di mercurio, operativo dal 1960 al 2005, che ha determinato un pesante inquinamento degli antistanti fondali marini, soprattutto dovuto a Hg. La carota studiata è stata prelevata nell'area marina prospiciente l'impianto ed è stata caratterizzata dal punto di vista faunistico, tessiturale e dei potenziali contaminanti, quali alcuni metalli (Ba e Hg), Policlorobifenili (PCB), Esaclorobenzene (HCB) e Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA). Parametri faunistici come diversità specifica, densità faunistica, percentuale di individui deformati e taglia dei gusci sono stati considerati come possibili indicatori ambientali.

L'analisi statistica applicata ai dati analitici ha dimostrato un elevato grado di correlazione tra Ba, Hg, IPA e PCB, per i quali si evidenzia quindi un'origine comune. Per quanto riguarda Hg, si riscontrano i maggiori tenori, fino a 680 mg/kg p.s., tra il limite inferiore di prelievo della carota (-125 cm) e -38 cm, e una generalizzata diminuzione nella parte superiore, anche se con concentrazioni non inferiori a 63 mg/kg p.s. Tra i parametri delle associazioni a foraminiferi, la densità faunistica mostra un elevato grado di correlazione negativa con i principali contaminanti, soprattutto con Hg, dimostrando così di essere un affidabile indicatore della qualità ambientale. Nella porzione inferiore, questa si attesta su valori prossimi allo zero, mentre nella parte alta della carota i valori aumentano fino a circa 1900 individui/g sedimento al top della carota. Anche la diversità specifica risulta influenzata negativamente dalla contaminazione, come precedentemente riscontrato dallo studio di sedimenti superficiali.

Tali risultati evidenziano come, per la maggior parte dello spessore indagato, tra -125 e -38 cm, l'ambiente sia estremamente compromesso, mentre nella porzione superiore si osserva un graduale recupero della qualità ambientale, nonostante i parametri chimici siano ben oltre i valori di riferimento usati per la definizione della qualità dei sedimenti.

## Il contributo degli allogromidi nelle associazioni attuali a foraminiferi bentonici nel Mar Adriatico

A. Sabbatini<sup>1</sup>, M.P. Nardelli<sup>2</sup>, C. Morigi<sup>3,4</sup>, A. Negri<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Università Politecnica delle Marche, Dipartimento di Scienze della Vita e dell'Ambiente, Ancona, Italia

<sup>2</sup>LUNAM, Université, Université d'Angers, Laboratoire des Bio-Indicateurs Actuels et Fossiles (BIAF),  
CNRS, LPGN, Angers CEDEX 01, France

<sup>3</sup>GEUS, Geological Survey of Denmark and Greenland, Stratigraphy Department, Copenhagen, Denmark

<sup>4</sup>Università di Pisa, Dipartimento di Scienze della Terra, Pisa, Italia

I foraminiferi monotalamici con guscio organico ed agglutinante (“allogromidi” *sensu lato*) sono una componente importante nelle comunità bentoniche di ambienti sia profondi che costieri e hanno una posizione filogenetica cruciale alla base dell'albero evolutivo dei foraminiferi. Ad oggi, la nostra conoscenza sulla biodiversità ed ecologia dei foraminiferi monotalamici è ancora incompleta e geograficamente frammentaria. Lo studio di questi taxa può aggiungere informazioni importanti negli studi ecologici e di biomonitoraggio, in particolare negli ecosistemi costieri dove possono rappresentare anche l'80% dei foraminiferi viventi.

Lo scopo di questo lavoro è di presentare una breve panoramica dei dati esistenti relativi ai taxa monotalamici organici nella fascia costiera adriatica in relazione ai parametri ambientali degli habitat in cui vivono (i.e. materia organica, ossigeno, granulometria, inquinanti, profondità).

Non esistono molti lavori su questo gruppo nell'area mediterranea [Pucci, 2006; Sabbatini et al. 2010, 2012; Nardelli, 2012]. I dati di questi studi mostrano che i taxa monotalamici organici rispondono a diverse condizioni di stress tra cui: 1) eventi anossici e/o ipossici al fondo causati da episodi di eutrofizzazione, 2) vicinanza di una foce fluviale, 3) variabilità qualitativa e quantitativa della materia organica e 4) inquinamento chimico organico. I risultati inoltre suggeriscono che il contributo degli “allogromidi” nelle associazioni bentoniche a foraminiferi non è trascurabile e continuare ad escluderli dagli studi sui foraminiferi attuali può portare ad una perdita di informazioni ecologiche.

A questo scopo, in questo studio presentiamo anche un atlante dei morfotipi di “allogromidi” adriatici in modo da 1) incoraggiarne la descrizione in altri siti; 2) facilitare l'eventuale confronto dei taxa provenienti da sistemi ecologici simili, 3) promuovere il loro potenziale uso negli studi di biomonitoraggio accanto a quello della componente a guscio calcareo e agglutinante comunemente impiegata, allo scopo ultimo di ottenere un'analisi completa della tassonomia e dell'ecologia dell'intera associazione.

### Bibliografia

- Nardelli, M. P., (2012). *Response of benthic foraminifera to pollution through experimental and in situ studies: advanced in biological aspects and tools for future application in biomonitoring*. Unpubl. Doctoral dissertation, Polytechnic University of Marche, 214 pp.
- Pucci, F., (2006). *Ecologia dei foraminiferi bentonici: risposta sperimentale alle condizioni di anossia e applicazione alla ricostruzione paleo ambientale*. Unpubl. Doctoral dissertation, Polytechnic University of Marche, 115 pp.
- Sabbatini, A., Bonatto, S., Gooday, A. J., Morigi, C., Pancotti, I., Pucci, F., Negri A., (2010). *Modern benthic foraminifers at Northern shallow sites of Adriatic Sea and soft-walled, monothalamous taxa: a brief overview*. *Micropaleontology*, 59, 359-376.
- Sabbatini, A., Bonatto, S., Bianchelli, S., Pusceddu, A., Danovaro, R., Negri, A., (2012). *Foraminiferal assemblages and trophic state in coastal sediments of the Adriatic Sea*. *Journal of Marine Systems*, 105/108, 163-174.

## Il ruolo della geologia marina nel monitoraggio degli ambienti bentonici

C. Violante<sup>1</sup>, S. D'Angelo<sup>2</sup>, M. Lettieri<sup>2</sup>, G.F. Russo<sup>3</sup>

<sup>1</sup>CNR- IAMC, Istituto per l'Ambiente Marino Costiero, sede di Napoli, Italia

<sup>2</sup>ISPRA, Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, Roma, Italia

<sup>3</sup>Università "Parthenope" di Napoli, Dipartimento di Scienze per l'Ambiente (DiSAM), Napoli, Italia

Negli ultimi anni le tecniche e i metodi tradizionalmente utilizzati per lo studio geologico dei fondali marini hanno significativamente contribuito alla definizione e alla caratterizzazione degli ambienti bentonici. Questa "nuova" applicazione delle informazioni geologiche va di pari passo con i progressi tecnologici che hanno permesso di perfezionare la risoluzione e l'accuratezza dei rilievi geofisici e di conseguenza la comprensione dei processi che interessano il fondo mare. Gli sviluppi conseguiti nelle tecniche di mappatura dei fondali sono attualmente in grado di indirizzare in modo sostanziale la risoluzione di problematiche riguardanti la distribuzione spaziale delle comunità bentoniche. In particolare, i progressi maggiori riguardano l'utilizzo integrato di tecnologie per la messa a punto di sonde a scansione laterale (*Side Scan Sonar*), sistemi di mappatura batimetrici a fascio multiplo (*Multibeam Echo Sounder*), sistemi subacquei fotografici e di ripresa digitale, navigazione e campionamenti di precisione, che consentono di migliorare notevolmente lo studio dello stretto rapporto tra i caratteri morfologici e sedimentologici con la strutturazione delle comunità bentoniche. Infatti, al controllo da parte di tali caratteri geologici, insieme alle caratteristiche della colonna d'acqua, sembra essere fortemente collegata la distribuzione delle specie che vivono a contatto col substrato e, in ultima analisi, il funzionamento degli ecosistemi bentonici [Olenin e Ducrotoy, 2006].

La stretta dipendenza tra caratteri fisici e distribuzione degli organismi bentonici consente, in mancanza di dati biologici precisi, di usare dati abiotici come *proxy* per un approccio predittivo alla distribuzione delle comunità bentoniche [Violante e Mazzola, 2012]. In questo senso per habitat si intende un luogo le cui caratteristiche fisiche possono consentire l'insediamento ed il mantenimento di un gruppo ricorrente di specie [Roff et al, 200]. Un tale tipo di approccio è sostanzialmente diverso da quello utilizzato per la caratterizzazione bionomica del fondo mare, che si basa sulla struttura e la distribuzione delle biocenosi, senza considerare sufficientemente il contesto fisico in cui esse si organizzano. L'utilizzo di rilievi geofisici e ad elevata risoluzione, tarati con campionamenti di fondo e integrati con dati derivanti dall'analisi delle biocenosi bentoniche, costituisce uno strumento essenziale per l'analisi e la distribuzione spaziale degli habitat bentonici e per il loro monitoraggio, anche relativamente all'impatto dovuto ad attività antropiche, in linea con le recenti direttive europee (Rete Natura 2000; Direttiva 2008/56/CE).

### Bibliografia

- Olenin, S., Ducrotoy, J.P. (2006). *The concept of biotope in marine ecology and coastal management*. Marine Pollution Bulletin, 53, 20–29.
- Roff, J.C., Taylor, M.E., and Laughren, J. (2009). *Geophysical approaches to the classification, delineation monitoring of marine habitats and their communities*. Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst. 13: 77–90.
- Violante, C. & Mazzola, S. (2012). *Geophysical techniques for protection and management of marine habitat: example from the Campania offshore, Eastern Tyrrhenian Sea*. In: Proc. of 7<sup>th</sup> Euregeo, Bologna, Italy, 395-397.



# 3 Clima e paleoclima

La sessione si prefigge di mettere in evidenza le variazioni climatiche che si sono succedute nell'area mediterranea durante il Quaternario al fine di caratterizzare e meglio comprendere i meccanismi della variabilità climatica in questa area. Numerosi proxies applicati sia nei sedimenti di terraferma che in quelli marini documentano oscillazioni climatiche di entità sufficiente a determinare variazioni nella distribuzione areale della biomassa marina e delle fasce vegetazionali, con conseguente impatto sulla distribuzione delle popolazioni animali e sulle modalità comportamentali umane.

È dunque di fondamentale importanza poter stabilire velocità, durata, modalità e impatto di questi cambiamenti con un approccio scientifico che metta a confronto dati ottenuti con diversi metodi di indagine e raccolti in differenti contesti ambientali con quelli derivanti dall'applicazione dei modelli. Queste indagini, condotte su intervalli di tempo fuori dalla risoluzione strumentale, permettono di caratterizzare la variabilità naturale del sistema oceano-atmosfera-idrosfera e di comprendere i processi che caratterizzano la variabilità climatica passata, consentendo così

una corretta interpretazione di quella attuale per fornire adeguate indicazioni per azioni future.

La sessione è aperta, in particolare, a contributi multidisciplinari e finalizzati alla comprensione di situazioni attuali o attese, con possibili ricadute sulla gestione ambientale.



Chairman della sessione

**Lucilla Capotondi<sup>1</sup>, Donatella Magri<sup>2</sup>, Claudia Pasquero<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Istituto di Scienze Marine, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Bologna, Italia | [lucilla.capotondi@bo.ismar.cnr.it](mailto:lucilla.capotondi@bo.ismar.cnr.it)

<sup>2</sup>Dipartimento di Biologia Ambientale, Botanica, Università "La Sapienza", Roma, Italia | [donatella.magri@uniroma1.it](mailto:donatella.magri@uniroma1.it)

<sup>3</sup>Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente, Università "Bicocca", Milano, Italia | [claudia.pasquero@unimib.it](mailto:claudia.pasquero@unimib.it)



## **Effetto delle variazioni climatiche medievali nell'evoluzione della costa marchigiana (Italia centrale adriatica)**

A. Acciarri, C. Bisci, G. Cantalamessa, G. Di Pancrazio

*Università degli Studi di Camerino, Camerino, Italia*

Nello studio dell'evoluzione storica del litorale marchigiano meridionale è stato possibile riscontrare, negli ultimi duemila anni, l'esistenza di periodi climatici differenti ed osservarne gli effetti indotti nell'evoluzione morfologica della costa.

Il tratto di costa in esame si estende per circa 75 chilometri lungo l'Adriatico Centrale tra il M. Conero a nord e la foce del F. Tronto a sud, al confine con l'Abruzzo. La costa si presenta prevalentemente rettilinea con andamento grossomodo NNO-SSE; ampie spiagge ghiaioso-sabbiose sono rinvenibili in corrispondenza delle piane alluvionali dei fiumi principali, mentre alla base delle numerose falesie arretrate, che corrono parallelamente alla linea di riva, sono presenti fasce litorali più strette.

In epoca romana la linea di riva era molto più arretrata rispetto a quella attuale, dai 300 metri alla foce del F. Chienti sino ai 1200 metri alla foce del F. Tronto. Da questo periodo sono intervenuti diversi fattori che hanno generato un aumento degli apporti solidi a mare da parte dei fiumi, favorendo lo sviluppo e l'avanzamento della linea di riva sino alla fine del 1800.

Il periodo caldo medievale ("Optimum climatico medievale", 900-1300 d.C.), con temperature di 2-3 gradi superiori rispetto a quelle odierne, favorì la ripresa delle attività agricole abbandonate con la caduta dell'impero romano. I versanti delle colline marchigiane furono così denudati dalla vegetazione e si favorì la mobilitazione dei detriti, trasportati a mare dai fiumi.

Fenomeni franosi e catastrofi idrogeologiche sono la testimonianza e la conseguenza delle condizioni climatiche instauratesi nella "Piccola Era Glaciale" (1550-1850 d.C.), durante la quale fu registrato un abbassamento della temperatura media ed un aumento delle precipitazioni. La linea di riva in questo periodo subì un significativo avanzamento sino a raggiungere la sua massima estensione sul finire del 1800 (i fiumi marchigiani formarono dei delta protesi in mare anche centinaia di metri), quando si passò a condizioni regressive dovute ad una forte pressione antropica nel trasporto solido da parte dei fiumi (es. costruzione di briglie, dighe, opere di regimazione, prelievo di inerti in alveo ecc.).

Variazioni nella posizione della linea di riva sono quindi correlabili anche ai cambiamenti climatici che possono intervenire, nell'evoluzione della costa, sia direttamente, attraverso variazioni eustatiche del livello del mare, che indirettamente, regolando le attività antropiche e i naturali processi idrogeologici, geomorfologici ed ambientali.

## **Cambiamenti paleoclimatici e paleoceanografici durante il Pleistocene medio-Olocene nell'Oceano Atlantico nord-orientale e nel Mar Mediterraneo**

F.O. Amore<sup>1</sup>, E. Palumbo<sup>1</sup>, D. Emanuele<sup>1</sup>, J.A. Flores<sup>2</sup>, C. Perugia<sup>1</sup>, Z. Petrillo<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Università degli Studi del Sannio, Dipartimento di Scienze e Tecnologie, Benevento, Italia

<sup>2</sup>Universidad de Salamanca, Departamento de Geología, Spain

<sup>3</sup>Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione di Napoli - Osservatorio Vesuviano, Napoli, Italia

Sono state effettuate analisi multi-proxy, ad alta risoluzione, del core MD03-2699 (536-300 ka; 24-0 ka), del site IODP U1313 (780-760 ka) e del Site ODP 974 D (24-0 ka), recuperati nell'Oceano Atlantico nord-orientale e nel Mar Mediterraneo. Tali analisi, effettuate al fine di identificare i cambiamenti paleoambientali e paleoclimatici verificatisi durante il Pleistocene medio e l'Olocene, hanno consentito di ricostruire le caratteristiche delle principali masse d'acqua ed hanno evidenziato la presenza, durante l'ultimo glaciale e l'Olocene, di una brusca variabilità climatica [Palumbo et al., 2013] sovrainposta a i ben noti cambiamenti a lungo termine [Amore et al., 2012]. Una simile evoluzione è stata osservata anche durante il MIS 19 e il MIS 11 [Palumbo et al., 2013b], una comparazione tra gli eventi riconosciuti nel MIS 19, MIS 11 e MIS 1 consente di fornire una migliore comprensione delle dinamiche climatiche globali ed una previsione più affidabile della futura evoluzione del clima e delle modificazioni ambientali connesse.

### **Bibliografia**

- Amore, F.O., Flores, J.A., Voelker, A.H.L., Lebreiro, S.M., Palumbo, E., Sierro, F.J., (2012). *A Middle Pleistocene Northeast Atlantic Coccolithophore Record: Paleoclimatology and Paleoproductivity aspects*. Mar Micropaleontol doi: 10.1016/j.marmicro.2012.03.006
- Palumbo, E., Flores, J.A., Perugia, C., Emanuele, D., Petrillo, Z., Rodrigues, T., Voelker, A.H.L., Amore, F.O. (2013a). *Abrupt variability of the last 24 ka bp recorded by coccolithophore assemblages off the iberian margin (core MD03-2699)*. J. Quaternary Sci., 28(3) 320–328
- Palumbo, E., Flores, J.A., Perugia, C., Petrillo, Z., Voelker, A.H.L., Amore, F.O. (2013b). *Millennial scale coccolithophore paleoproductivity and surface water changes between 445 and 360 ka (Marine Isotope Stages 12/11) in the Northeast Atlantic*. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology <http://dx.doi.org/10.1016/j.palaeo.2013.04.024>

## **Evoluzione paleoclimatica degli ultimi 2 Kyr e cambiamenti ambientali nel settore lucano del Golfo di Taranto (Mar Ionio settentrionale)**

F.O. Amore e M.R. Senatore

*Università degli Studi del Sannio, Dipartimento di Scienze e Tecnologie, Benevento, Italia*

Nell'ambito del progetto CARG Regione Basilicata (note illustrativa Fogli Policoro e Rotondella) sono stati effettuati tre carotaggi (S4, S68, S88) e la raccolta di campioni di core-top per identificare cambiamenti ambientali e variazioni climatiche verificatisi negli ultimi 2 kyr. L'analisi litostratigrafica è stata eseguita basandosi sui caratteri macroscopici su contatti erosivi gradualmente e netti. L'analisi granulometria è stata realizzata in accordo con i protocolli ordinari previsti dalle norme per la cartografia delle aree marine e i parametri statistici sono stati calcolati sulla base delle curve cumulative. I sedimenti sono stati classificati e interpretati utilizzando il diagramma triangolare di Shepard [1954] e il diagramma di Passega [1957]. Le analisi micropaleontologiche qualitative e quantitative sono state realizzate su 202 campioni. La conservazione dei coccoliti e dei foraminiferi planctonici e bentonici non sempre è buona e le associazioni dei carotaggi S88 e S68 sono scarse e, talora, sterili. Le associazioni del carotaggio S68 mostrano un rapporto plancton/benthos a favore di quest'ultimo, quelle del S4 sono più ricche e diversificate, con la porzione organica dominante. In base al sedimento e alle differenze mostrate dalle associazioni sono stati individuati 3 ambienti di sedimentazione:

- ambiente di scarpata e bacino con silt fine e molto fine argilloso e/o debolmente argilloso. Le microfaune e le microflore di quest'ambiente sono caratterizzate da due associazioni. La prima presenta residuo organico da raro ad abbondante, con specie planctoniche che suggeriscono condizioni di acque calde ed oligotrofiche, caratterizzate da una certa torbidità. Il benthos, da raro a comune, presenta associazioni ben diversificate. La seconda, presenta un'associazione planctonica rara o scarsa con assenza di specie tipiche di zone tropicali e subtropicali. Il benthos generalmente è meno diversificato rispetto all'associazione precedente;
- ambiente di piattaforma esterna con silt da grossolano a molto fine, sabbioso, talvolta debolmente argilloso. Nel diagramma di Passega è presente un pattern che indica un fondo su cui agiscono correnti trattive, la dimensione dei sedimenti è compatibile con una profondità dell'interfaccia deposizionale tipica di tale ambiente. L'associazione è rara o rarissima. I taxa bentonici indicano la presenza di acque temperato-calde con disponibilità di nutrienti relativamente elevata;
- ambiente di piattaforma interna con sabbie, da fini a molto fini, siltose, e da sabbie argillose o silt sabbiosi. Nel diagramma di Passega, si distribuiscono lungo un pattern tipico di correnti trattive, caratteristiche di un ambiente marino costiero. L'associazione è normalmente rara o rarissima. Il plancton può essere da assente a rarissimo. Nel benthos la presenza del gruppo *Ammonia* spp. suggerisce acque basse a circolazione ristretta, con basso tenore in ossigeno e a salinità variabile.

## **I travertini pleistocenici di Acquasanta nelle Marche: un modello di deposito da acque termali su versanti acclivi**

E. Anzalone, V. Ferreri, B. D'Argenio

*CNR-IAMC, Istituto per l'Ambiente Marino Costiero, sede di Napoli, Italia*

*Inquadramento generale.* La organizzazione sedimentaria dei travertini tardo-pleistocenici affioranti lungo il corso del fiume Tronto nei dintorni di Acquasanta Terme (Appennino Marchigiano) rappresenta un esempio tipico di sedimentazione carbonatica da acque termali su versanti acclivi. La dinamica ambientale di questi depositi è controllata dalle fluttuazioni del clima e delle conseguenti variazioni dei livelli della falda freatica che hanno dettato i caratteri deposizionali e diagenetici precoci di questi carbonati. I travertini analizzati appaiono fortemente influenzati dalla pre-esistente morfologia del substrato che, a sua volta, fu modificata dalla deposizione di nuovi travertini. Questi ultimi, assieme ad altri lembi analoghi fuori dall'area analizzata, drappeggiano a luoghi una stretta struttura antiforale allineata in direzione N-S (anticlinale di Acquasanta) leggermente a oriente del principale fronte di sovrascorrimento dell'Appennino Marchigiano. La successione sedimentaria coinvolta nell'anticlinale di Acquasanta include la parte calcarea dell'intervallo Cretacico-Eocenico ("Scaglia") e i successivi livelli terrigeni terziari. Questi ultimi costituiscono l'immediato substrato dei travertini, con l'interposizione locale di conglomerati fluviali, mentre la sottostante *Scaglia Rossa* ha ospitato e tuttora ospita una circolazione profonda di fluidi caldi che hanno creato ampi sistemi di cavità carsiche.

*I travertini di Acquasanta.* Al momento, i principali risultati delle ricerche si possono così riassumere:

- I travertini di Acquasanta rappresentano depositi discontinui (periodici?) iniziati nel tardo Pleistocene e, analogamente alla gran parte dei travertini dell'Italia centro-meridionale, sviluppati soprattutto negli intervalli interglaciali.
- I corpi travertinosi di Acquasanta risultano normalmente dalla associazione di cupole, lenti più o meno simmetriche e drappeggi sub-verticali che a volte appaiono coalescenti e che costituiscono tre principali livelli terrazzati, via via più recenti e di minor volume verso il talweg del fiume Tronto [Boni e Colacicchi, 1966]. Essi sono soggetti talora a modeste deformazioni gravitative profonde che durante l'approfondimento del talweg del Tronto hanno a luoghi modificato la originale giacitura dei blocchi.
- Le acque da cui i travertini precipitavano avevano una termalità alquanto elevata, ma al momento non ancora quantizzabile, anche se testimoniata dalla presenza di fluidi ancora caldi che fuoriescono localmente dalle arenarie di base mentre un sistema di ampie cavità carsiche si è andato sviluppando nei sottostanti calcari mesozoico-terziari. Va infine ricordato che localmente si possono osservare anche modesti e più recenti lembi di tipici travertini da acque a temperatura ambiente.

In conclusione, la situazione attuale suggerisce che i travertini di Acquasanta precipitavano (ciclicamente?) da acque termali, formando diversi "gradini", talora instabili, di spessore decrescente verso il basso mano a mano che l'erosione incideva la valle approfondendo il talweg del Tronto.

### **Bibliografia**

Boni, C. e Colacicchi, R. (1966). *I travertini della valle del Tronto*. Mem. Soc. Geol. It., 5, 315-339.

## Biogeografia dei coccolitoforidi attuali in campioni d'acqua e sedimenti superficiali provenienti dal Golfo di Cadiz e dal Margine Ovest della Spagna (IODP Expedition 339)

B. Balestra<sup>1</sup>, P. Grunert<sup>2</sup>, J-A. Flores<sup>3</sup>, D. Hodell<sup>4</sup>, C. Alvarez-Zarikian<sup>5</sup>, F.J. Hernández-Molina<sup>6</sup>, D.A.V. Stow<sup>7</sup> and IODP Expeditions 339 Scientists<sup>8\*</sup>

<sup>1</sup>University of California Santa Cruz, Institute of Marine Science, USA

<sup>2</sup>University of Graz, Institute for Earth Sciences, Austria

<sup>3</sup>University of Salamanca, Department of Geology, Spain

<sup>4</sup>University of Cambridge, Department of Earth Sciences, United Kingdom

<sup>5</sup>Integrated Ocean Drilling Program & Department of Oceanography, Texas A&M University, Texas, USA

<sup>6</sup>Universidad de Vigo, Facultad de Ciencias del Mar, Departamento Geociencias Marinas, Spain

<sup>7</sup>Institute of Petroleum Engineering, Heriot-Watt University, United Kingdom

La spedizione Integrated Ocean Drilling Program (IODP) 339, è stata condotta a Dicembre 2011 e Gennaio 2012, a largo del Golfo di Cadiz, e nel margine Ovest della penisola Iberica, per capire gli effetti dell'entrata della Mediterranean Outflow Current (MOW) nella circolazione Atlantica. Per interpretare accuratamente il segnale ambientale riportato nel sedimento dai coccoliti, è necessario conoscere l'attuale distribuzione dei coccolitoforidi. Per questa ragione durante la crociera sono stati raccolti campioni d'acqua e sedimento superficiale in ogni sito carotato. I campioni d'acqua raccolti a due profondità (5 e 20 metri) sono stati immediatamente filtrati a bordo su filtri di acetato di cellulosa, asciugati al forno e mantenuti in petri dishes. Dati delle temperature e salinità sono stati raccolti allo stesso tempo. I sedimenti superficiali sono stati preparati a bordo adottando una tecnica di filtraggio [Andrulleit, 1996]. Risultati preliminari indicano che il massimo delle abbondanze assolute è di  $1.04 \times 10^5$  (cells/l). Gli standing crop mostrano un'alta ricchezza specifica, ma le associazioni sono dominate da *Emiliania huxleyi* e *Gephyrocapsa oceanica*. Per quanto riguarda i sedimenti superficiali nei siti U1390 e U1391 si sono notate le maggiori differenze in comparazione con gli altri. In particolare *Coccolithus pelagicus*, che è assente nelle comunità viventi di quest'area, è comune. Ricorrenti sono anche molte specie di coccoliti rimaneggiati, appartenenti soprattutto al Cretaceo e Paleocene. Nelle altre stazioni (U1385, U1386, U1387 e U1389) la comunità fossile ben rispecchia quella attuale, con la comune presenza delle specie *Emiliania huxleyi* e *Gephyrocapsa oceanica*. Il sito U1388 è l'unico a non presentare coccoliti, nel sedimento ma abbondanti standing crop di coccose nei campioni d'acqua. Questo può indicare differenti processi di sedimentazione dovuti alla più forte influenza della MOW (che è caratterizzata da una alta velocità, 280 cm/s) in questo sito. Comunque il risultato potrebbe essere messo in relazione anche a problemi di recupero del campione di sedimento superficiale.

Questi risultati preliminari mostrano una buona correlazione fra associazione vivente, associazione fossile e le correnti superficiali e profonde che caratterizzano l'intera area. Futuro lavoro di questa ricerca includerà lo studio delle comunità bentoniche, i rapporti Sr/Ca e Mg/Ca calcolati sul bulk del sedimento, e il segnale geochimico delle acque interstiziali presenti nei sedimenti superficiali.

### Bibliografia

Andrulleit, H., (1996). *A filtration technique for quantitative studies of coccoliths*. *Micropaleontology* 42, 403-406.

\* IODP Expedition 339 Scientists: Acton, G., Bahr, A., Ducassou, E., Flood, R., Furota, S., Jimenez-Espejo, F., Kim, J. K., Krissek, L., Kuroda, J., Li, B., Llave, E., Lofi, J., Lourens, L., Miller, M., Nanayama, F., Nishida, N., Richter, C., Roque, C., Sanchez Goñi, M., Sierro Sanchez, F., Singh, A., Sloss, C., Takashimizu, Y., Tzanova, A., Voelker, A., Williams, T., Xuan, C.

## **Cambiamenti ambientali e paleoclimatici tardo olocenici in successioni costiere elbane (Italia centrale)**

A. Bertini<sup>1</sup>, M. Ricci<sup>1</sup>, F. Toti<sup>1</sup>, M. D'Orefice<sup>2</sup>, L. Foresi<sup>3</sup>, R. Graciotti<sup>2</sup>, M. Fedi<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Università degli Studi di Firenze, Dipartimento di Scienze della Terra, Firenze, Italia

<sup>2</sup>ISPRA, Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, Servizio Geologico d'Italia, Roma, Italia

<sup>3</sup>Università degli Studi di Siena, Dipartimento di Scienze della Terra, Siena, Italia

<sup>4</sup>INFN, Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, sezione di Firenze, Sesto Fiorentino (Fi), Italia

Nei depositi che formano le principali piane costiere dell'Elba centrale, sono stati eseguiti 6 sondaggi meccanici a carotaggio continuo (< 30 m), nell'ambito del rilevamento del Foglio Geomorfologico "Isola d'Elba" alla scala 1:50.000. In particolare, 4 sondaggi (S1, S2, S3 e S4) sono stati realizzati nella piana di Marina di Campo (Elba centro-meridionale) e 2 (S5 e S6) rispettivamente nei pressi di Magazzini e di S. Giovanni (Elba centro-settentrionale). I carotaggi meccanici sono stati integrati da sondaggi manuali (da 1 a 4 m di profondità), eseguiti nelle piane costiere di Marina di Campo (SM2, SM3 e SM4), di Lacona (SM1, SM5 e SM6) e di Mola (S1Mola e S2Mola).

I campioni prelevati nei sondaggi sono stati sottoposti ad analisi sedimentologiche, micropaleontologiche (foraminiferi e malacofauna) e palinologiche, accompagnate da più di 30 datazioni AMS - <sup>14</sup>C. Particolarmente interessanti i sondaggi S2, S3, S6, SM6, S1Mola e S2Mola: tutti hanno attraversato, nel primo tratto, argille e limi grigio-scuri olocenici d'ambiente lagunare salmastro, che sfumano verso l'alto ad argille e limi d'acqua dolce. Questi depositi solo nel sondaggio S2 passano gradualmente a sottostanti sabbie e biocalcareni di mare poco profondo, che documentano, per la prima volta con certezza, la presenza di sedimenti marini quaternari nell'Isola d'Elba.

I risultati delle analisi palinologiche condotte sulle carote prelevate nei sondaggi S2, S3, S6, SM6, S1Mola e S2Mola evidenziano, a partire da ca 6500 BP, la storia recente di alcuni taxa (ad esempio, *Pinus*, *Abies*, *Picea*) e numerose variazioni del paesaggio vegetazionale, espresse da ripetute fasi di allargamento e restringimento delle formazioni forestali. Le successioni analizzate sono caratterizzate da ripetute fasi di riduzione delle concentrazioni polliniche, in corrispondenza dell'acme di *Pseudoschizaea* e del concomitante aumento del polline delle piante erbacee (in particolare Asteraceae Cichorioideae) rispetto a quello arboreo. Tali eventi, che coincidono con episodi di sedimentazione più grossolana, aumento dei processi erosivi e dei tassi di sedimentazione, riduzione delle aree lagunari e della copertura vegetale, sembrano imputabili, nel maggior numero di casi, ad improvvise e brevi variazioni dei parametri climatici. Nella piana di Marina di Campo (sondaggi S2 e S3), la diminuzione della copertura arborea, negli intervalli più recenti, sembra connessa alle prime fasi di incremento delle attività umane legate alla metallurgia (civiltà etrusca), mentre la scarsa abbondanza di taxa coltivati (ad esempio cereali, *Vitis*, *Juglans* e *Castanea*) porta ad escludere un intenso sfruttamento agricolo dell'area. Nella piana di S. Giovanni (sondaggio S6), la successione pollinica evidenzia un netto cambiamento tra vegetazione pre-olocenica ed olocenica, quest'ultima dominata da Ericaceae e querce, nonché caratterizzata dall'incremento di taxa legati all'attività antropica (cereali).

L'analisi delle successive fasi di incremento/drastica riduzione ora delle querce (sia decidue che sempreverdi) ora delle piante non arboree, così come i cambiamenti nell'estensione delle zone umide costiere, caratterizzate dall'espansione ora di praterie palustri ora delle paludi arborate, contribuisce alla controversa interpretazione del ruolo giocato dal clima e/o dall'uomo e a proporre correlazioni con la storia paleoambientale ricostruita a partire dai principali siti italiani peninsulari dell'Olocene medio-superiore.



## Oscillazioni climatiche dedotte dalle faune dei livelli musteriani (strati N, M, L, I, H) di Grotta del Cavallo (Nardò, Lecce)

P. Boscato<sup>1</sup>, A. Cecchetti<sup>2</sup>, C. Dalla Valle<sup>3</sup>, G. Patrizi<sup>3</sup>, B. Sala<sup>3</sup>, L. Sarti<sup>4</sup>,  
F. Martini<sup>5</sup>, F. Romagnoli<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Università degli Studi di Siena, Dipartimento di Scienze Fisiche, della Terra e dell'Ambiente, Siena, Italia

<sup>2</sup>Collaboratore dell'Università di Siena

<sup>3</sup>Università degli Studi di Ferrara, Dipartimento di Studi Umanistici, Ferrara, Italia

<sup>4</sup>Università degli Studi di Siena, Dipartimento di Scienze storiche e dei Beni Culturali, Siena, Italia

<sup>5</sup>Università degli Studi di Firenze, Dipartimento di Storia, Archeologia, Geografia, Arte e Spettacolo (SAGAS), Firenze, Italia

Il sito della Grotta del Cavallo si trova all'estremità sud-est della Baia di Uluzzo, a una quota di circa 15 metri s.l.m. Gli scavi sistematici, portati avanti a più riprese dall'Università di Siena negli anni '60 (scavi Palma di Cesnola) e in seguito sino al 2008 (scavi Sarti), hanno messo in luce una sequenza stratigrafica che raggiunge i 7,5 m di profondità [Palma di Cesnola, 1964, 1966; Sarti e Martini 2005].

Gli strati N, M, L, I e H, analizzati in questo contesto e contenenti industrie musteriane [Palma di Cesnola, 1964, 1966; Sarti et al., 2000; Sarti et al., 2002; Romagnoli 2011], rappresentano la parte inferiore della successione, al tetto della spiaggia tirreniana. Non sono attualmente disponibili datazioni assolute.

L'analisi paleontologica effettuata sui grandi mammiferi dei suddetti strati ha permesso di evidenziare variazioni nelle associazioni faunistiche, ragionevolmente rapportabili a oscillazioni climatiche note per gli stadi isotopici dell'ossigeno 5 e 4 [Cecchetti, 2003]. I dati provenienti dallo studio dei micromammiferi non hanno potuto fornire ulteriori precisazioni, nonostante il buon numero di reperti disponibili, a causa della scarsa biodiversità riscontrata; essi, comunque, non sono in contraddizione con le ricostruzioni ipotizzate sulla base dei grandi mammiferi [Dalla Valle, 2008].

### Bibliografia

- Cecchetti, A., (2003). *Il Musteriano di Grotta del Cavallo (LE): analisi dei dati faunistici dello strato L*. Tesi di laurea all'Università degli Studi di Siena, a.a. 2002-2003.
- Dalla Valle, C., (2008). *I micromammiferi degli strati musteriani e romanelliani della Grotta del Cavallo (Lecce)*. Tesi di laurea triennale in Paleontologia. Università Ca' Foscari, Venezia, Facoltà di Lettere e Filosofia, a.a. 2007-2008.
- Palma di Cesnola, A., (1964). *Seconda campagna di scavi nella Grotta del Cavallo presso Santa Caterina (Lecce)*. Rivista di Scienze Preistoriche, vol. 19, 23-39; Firenze.
- Palma di Cesnola, A., (1966). *Gli scavi nella Grotta del Cavallo (Lecce) durante il 1966*. Rivista di Scienze Preistoriche, vol. 21, 289-302; Firenze.
- Romagnoli, F., (2011). *Risorse litiche e comportamento tecnico dei Neandertaliani: variabilità culturale e adattamento all'ambiente nel Salento*. Tesi di Dottorato in Storia e Civiltà del Mondo Antico, XXXIII ciclo, Università degli Studi di Firenze.
- Sarti, L., Boscato, P., Lo Monaco, M., (2000). *Il Musteriano finale di Grotta del Cavallo nel Salento: studio preliminare*. Origini- preistoria e protostoria delle civiltà antiche, vol. 22, 45-109, Bonsignori editore; Roma.
- Sarti, L., Boscato, P., Martini, F., Spagnoletti, A. P., (2002). *Il Musteriano di Grotta del Cavallo- strati H e I: studio preliminare*. Rivista di Scienze Preistoriche, vol. LII, 21-38; Firenze.
- Sarti, L., Martini, F., (2005). *I risultati delle nuove ricerche a Grotta del Cavallo (Nardò, Lecce)*. Spelaion, Atti IX Incontro della speleologia pugliese, Lecce, 10-12 dicembre 2004, 23-30.

## **Studio multidisciplinare di dati di carotaggi su alti strutturali della dorsale di Amendolara (Golfo di Taranto): risultati preliminari**

V. Carbone<sup>1</sup>, V. Di Donato<sup>1</sup>, L. Ferranti<sup>1</sup>, D. Insinga<sup>2</sup>, M. Iorio<sup>2</sup>, S. Passaro<sup>2</sup>, P. Rumolo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Università "Federico II", Dipartimento di Scienze della Terra dell'Ambiente e delle Risorse, Napoli, Italia  
<sup>2</sup>CNR-IAMC, Istituto per l'Ambiente Marino Costiero, sede di Napoli, Italia

Il versante meridionale del Golfo di Taranto è caratterizzato dalla presenza della dorsale di Amendolara, caratterizzata da alti e bassi strutturali che rappresentano l'espressione morfologica di pieghe e faglie transpressive pleistoceniche e probabilmente oloceniche.

Durante la Campagna Oceanografica "Teatioca\_2011" sono stati acquisiti dati batimetrici multibeam, profili sismici monocanale ad alta (Sparker) ed altissima risoluzione (Subbottom Chirp), e diversi carotaggi. Presentiamo qui i risultati preliminari dello studio della carota C4.

La carota C4 è ubicata all'estremità NE del banco di Amendolara, a una profondità di 147 m (da DTM). La lunghezza del record recuperato è di 200 cm, al cui interno sono state riconosciute 3 differenti unità litologiche (dal basso verso l'alto A, B, C).

L'unità A (cm. 71-200) è rappresentata da una successione di c. 130 cm di silt argilloso compatto (5y 6/1 secondo la Carta di Munsell), con intercalazioni lenticolari nere (tipo fiamme) costituite da materiale organico. Alla base è presente un livello di circa 4 cm (di argilla siltosa grigio-azzurra altamente coesa (5y 7/3 secondo la carta di Munsell).

L'unità B si estende dal cm 71 al cm 33 ed è composta da sabbia organogena in matrice siltosa che passa verso l'alto a silt sabbioso. Sono presenti diversi bioclasti con diametro fino a c. 2 cm, e colonie di briozoi, organismi bentonici e rodoliti. Colore 5y 5/2 secondo la tavola di Munsell. L'unità C caratterizza i primi 33 cm della carota ed è composta da un silt argilloso (5y 6/4) parzialmente compatto che nei primissimi centimetri si presenta saturo d'acqua (5y 6/3).

L'analisi del TOC e del rapporto C/N indica un apporto di origine continentale tra 160 e 170 cm, presumibilmente legato a risedimentazione.

I dati preliminari acquisiti dell'analisi micropaleontologica delle associazioni a foraminiferi, sono stati elaborati mediante analisi dei dati composizionali. Sulla base delle associazioni a foraminiferi planctonici è stata individuata una lacuna tra le unità A e B. L'unità A rappresenta un glaciale la cui età è in corso di definizione. La variabilità delle associazioni a foraminiferi planctonici registrata nell'intera carota è principalmente legata a variazioni delle temperature delle acque superficiali. Per le unità B e C, riferibili all'Olocene, la principale fonte di varianza è invece legata a cambiamenti nell'assetto idrologico delle acque superficiali. I foraminiferi bentonici della unità A sono riferibili ad un ambiente circalittorale-epibatiale, con buona ossigenazione del fondo, e condizioni oligo-mesotrofiche. Nell'unità B sono ben rappresentate specie epifite in un fondale di tipo coralligeno. Le associazioni dell'unità C, in cui incrementano specie tipiche di fondali fangosi, indicano un progressivo incremento di batimetria relativo alla risalita del mare olocenica.

## Ricostruzione paleoclimatica degli ultimi 11.200 anni tramite lo studio di una carota di sedimento prelevata nell'offshore del Golfo di Palermo (Tirreno Meridionale)

A. Caruso, A. Bonfardeci, C. Cosentino, G. Scopelliti, A. Sulli

*Università degli Studi di Palermo, Dipartimento di Scienze della Terra e del Mare, Palermo, Italia*

Il presente lavoro riguarda lo studio di una carota di sedimento della lunghezza di 196 cm, prelevata nell'offshore del Golfo di Palermo (Tirreno Meridionale) ad una profondità di 990 m durante la campagna oceanografica PUMA 09 (MaGIC 2009). La carota è stata campionata ogni 2 cm e su ciascun campione sono state effettuate analisi sedimentologiche, micropaleontologiche (foraminiferi planctonici) e geochimiche ( $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{18}\text{O}$ ). Le analisi degli isotopi stabili sono state effettuate sui gusci di *Globigerinoides ruber*.

Le analisi granulometriche hanno evidenziato che i sedimenti sono costituiti da argille e argille siltose di colore grigio-bruno, con percentuali di fango superiori al 90%, mentre nel campione a 176 cmbsf è presente un picco del 18% di frazione sabbiosa.

Le analisi quantitative sulle associazioni a foraminiferi planctonici hanno evidenziato differenze sostanziali lungo la carota. In particolare tra 196 e 176 cmbsf sono presenti elevate percentuali di *N. pachyderma* mentre *G. ruber* mostra valori medi del 12 %. Inoltre in questo segmento sono stati misurati i valori più elevati di  $\delta^{18}\text{O}$ , tipici di acque fredde. Da 176 cmbsf compare *G. truncatulinoides* ed aumenta la percentuale dei *Globigerinoides* con le specie *ruber* e *quadrilobatus*, mentre le Neogloboquadrine diminuiscono drasticamente. Questa fase di miglioramento climatico è ben evidenziata dalla variazione del  $\delta^{18}\text{O}$ . I dati ottenuti sono stati correlati con quelli pubblicati da altri autori per l'area del Tirreno Meridionale. Le correlazioni hanno evidenziato che i sedimenti della carota ricoprono gli ultimi 11.200 anni, con un tasso della velocità di sedimentazione di 18 cm/1000 anni circa.

La base della successione studiata coincide quindi con la base dell'Olocene in corrispondenza del rapido riscaldamento climatico posteriore allo "Younger Dryas". Questo trend di riscaldamento climatico si protrae fino a 9800 anni fa, quando ha avuto inizio un periodo caldo-umido (Optimum Climatico Olocenico) terminato 5000 anni fa. Questo intervallo è interrotto da un breve periodo freddo (8200 anni fa) ben evidenziato dall'aumento di *N. pachyderma* e *G. scitula*. L'Optimum climatico "caldo-umido" coincide con le maggiori abbondanze di *G. ruber* e *G. quadrilobatus*. Inoltre nella restante parte dell'Olocene le oscillazioni delle specie fredde e calde mettono in evidenza tre brevi periodi caldi (Minoico, Romano e Medievale) alternati a brevi fasi fredde, come per esempio l'ultima piccola fase glaciale (LIA). Le ciclicità riconosciute in *Globigerinoides* e *Neogloboquadrina* hanno una durata media di  $1470 \pm 500$  anni ben comparabile con i cicli sub-Milankoviani proposti da Bond et al. [1997].

### Bibliografia

Bond, G., Showers, W., Cheseby, M., Lotti, R., Almasi, P., de Menocal, P., Priore, P., Cullen, H., Hajdas, I., Bonani, G., (1997). *A pervasive millennial-scale cycle in the North Atlantic Holocene and glacial climates*. Science 278, 1257-1266.

## Ricostruzione paleoambientale e paleoclimatica mediante foraminiferi bentonici di un settore dell'offshore di Capo Vaticano (Tirreno Meridionale)

C. Cosentino<sup>1</sup>, F. Molisso<sup>2</sup>, G. Scopelliti<sup>1</sup>, A. Caruso<sup>1</sup>, L. Ferranti<sup>3</sup>,  
S. Passaro<sup>2</sup>, F. Pepe<sup>2</sup>, M. Sacchi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Università di Palermo, Dipartimento di Scienze della Terra e del Mare (DiSTeM), Palermo, Italia

<sup>2</sup>CNR-IAMC, Istituto per l'Ambiente Marino Costiero, sede di Napoli, Italia

<sup>3</sup>Università "Federico II", Dipartimento di Scienze della Terra, Napoli, Italia

Una carota di sedimento marino (MSK 12 - C4) lunga 4,18 m è stata prelevata nella piattaforma continentale a nord-est del promontorio di Capo Vaticano (Tirreno Meridionale) ad una profondità di ~82 m, durante la C/O MARISK 12. La carota è stata campionata ad intervalli di 2 cm e su questi campioni è stato effettuato uno studio multidisciplinare che prevede l'analisi micropaleontologica, sedimentologica, geochemica e tefrostratigrafica ad intervalli costanti di 8 cm.

L'analisi sedimentologica ha permesso di distinguere 3 intervalli caratterizzati da facies differenti. Nell'intervallo 1 (418-260 cmbsf) il sedimento è costituito da sabbie limose argillose in cui sono intercalati livelli sabbiosi, ricchi in bioclasti (molluschi, briozoi, rodoliti) e litoclasti. Gusci di gasteropodi della specie *Turritella communis* e lamellibranchi tra cui *Cerastoderma sp.*, oltre che scafopodi e frammenti di echinodermi sono abbondanti tra 284 e 330 cmbsf. L'associazione a foraminiferi bentonici è dominata dalle forme epifite (*L. lobatula*, *Rosalina* spp., *Asterigerinata* spp., *G. praegeri*) e da organismi tipici di ambiente infralittorale come *Ammonia* spp. ed *Elphidium* spp., oltre che *Quinqueloculina* spp. e *P. rotunda*. Questo intervallo è, inoltre, ricco di specie tipiche di acque con salinità più bassa come *Haynesina sp.* e *Nonion sp.*, e forme rimaneggiate del Tortoniano-Messiniano tra cui *G. miotumida*, *G. menardii* e *T. multiloba* che indicano un aumento dell'apporto di sedimenti dalla costa.

I sedimenti dell'intervallo 2 (260-190 cmbsf) sono prevalentemente costituiti da limo argilloso sabbioso bioturbato, con rarissimi frammenti di molluschi. Oltre alle forme epifite, diventano abbondanti le specie *M. padanum*, *V. bradyana* e *G. subglobosa*, tipiche di ambienti caratterizzati da più bassa ossigenazione ed elevato apporto di nutrienti. Tra 220 e 320 cmbsf sono inoltre presenti alcuni livelli di pomici (tefra) e/o vetri e scorie diffusi (cryptotephra).

Nell'intervallo 3 (190-0 cmbsf) i sedimenti sono costituiti prevalentemente da limo sabbioso argilloso caratterizzato da abbondanti lenti centimetriche ricche in bioclasti, litoclasti, vulcanoclasti e resti di fanerogame come *P. oceanica*. In questo tratto della carota, la percentuale di frazione fangosa raggiunge i valori più alti (tra il 52 e il 60%), ed i foraminiferi sono dominati dalle forme tipiche di sedimenti fangosi e di ambiente scarsamente ossigenato quali *V. bradyana*, *Bulimina* spp., *Cassidulina* spp., *G. subglobosa* e *Bolivina* spp. Il  $d^{13}C$  misurato sul bulk presenta, inoltre, i valori più negativi (tra -0.44 e -2.58‰) che indicano un elevato apporto di sostanza organica e condizioni di bassa ossigenazione al fondo [Scopelliti et al., questo congresso].

### Bibliografia

Scopelliti, G., Cosentino, C., Molisso, F., Lanzo, G., Caruso, A., Ferranti, L., Passaro, S., Pepe, F., Sacchi, M., 2013. *Caratterizzazione chimica ed isotopica della carota MSK12-C4 (Tirreno meridionale)*, questo congresso.

## **Vegetazione e clima postglaciali nelle aree costiere del Mediterraneo centrale**

F. Di Rita e D. Magri

*Università "La Sapienza", Dipartimento di Biologia Ambientale, Roma, Italia*

La storia vegetazionale degli ambienti costieri nel Mediterraneo centrale, basata su nuove analisi polliniche e su dati provenienti dagli articoli scientifici finora pubblicati, mette in evidenza, già a partire dalla fine dell'ultimo periodo glaciale, una notevole varietà di dinamiche vegetazionali favorite da situazioni geomorfologiche, climatiche e di impatto antropico molto diversificate tra loro.

In particolare, nell'evoluzione del paesaggio vegetazionale delle aree costiere del Mediterraneo centrale è possibile riconoscere:

- l'influenza di processi climatici su scala temporale millenaria e secolare di importanza regionale e globale (e.g. insolazione e migrazione dell'ITCZ e evento dei 4000 a BP);
- cambiamenti ambientali indotti da fattori climatici ciclici (e.g. attività solare);
- effetti delle variazioni del livello del mare avvenute negli ultimi 13000 anni nell'evoluzione ambientale e vegetazionale dei bacini costieri;
- aumento progressivo dell'impatto delle attività umane sugli ecosistemi naturali costieri, e in molti casi la trasformazione da un paesaggio dominato dalla natura a un paesaggio profondamente modificato dall'uomo.

Nel complesso i siti pollinici costieri italiani, anche se diversi tra loro, mostrano una marcata instabilità ambientale, che conferma una notevole vulnerabilità degli ecosistemi costieri del Mediterraneo centrale ad agenti naturali e antropici. Si tratta di minacce ecologiche non trascurabili alla luce della crescente pressione demografica e degli effetti ambientali prodotti dai cambiamenti climatici in atto. La valutazione della stabilità ambientale di queste aree merita una particolare attenzione in vista della fattibilità, progettazione e gestione di progetti di conservazione degli effimeri ambienti naturali costieri e della loro biodiversità. In questa prospettiva, l'analisi del polline, che registra l'evoluzione dei paesaggi costieri a scala da centenaria a millenaria, fornisce un contributo fondamentale per la tutela dell'ambiente e delle risorse naturali.

## **I foraminiferi planctonici come bio-indicatori per il monitoraggio dei cambiamenti climatici registrati negli ultimi 2000 anni nel Mar Tirreno sud-orientale**

F. Lirer<sup>1</sup>, M. Sprovieri<sup>2</sup>, M. Vallefucio<sup>1</sup>, L. Ferraro<sup>1</sup>, N. Pelosi<sup>1</sup>, L. Capotondi<sup>3</sup>

<sup>1</sup>CNR-IAMC, Istituto per l'Ambiente Marino Costiero, sede di Napoli, Italia

<sup>2</sup>CNR-IAMC, Istituto per l'Ambiente Marino Costiero, U.O.S. di Capo Granitola (TP), Italia

<sup>3</sup>CNR-ISMAR, Istituto di Scienze Marine, U.O.S. di Bologna, Italia

Uno studio multidisciplinare ad alta risoluzione condotto nell'ambito del Progetto di Interesse NextData su una successione marina super-espansa (con tassi di sedimentazione compresi tra 11cm/100 yr e 20cm/100 yr) prelevata sulla piattaforma continentale (-103 metri) del Golfo di Salerno (Mar Tirreno sud-orientale), ha permesso di riconoscere negli ultimi 2000 anni cinque oscillazioni climatiche sulla base delle associazione a foraminiferi planctonici.

In particolare, sono stati registrati cinque *turnover* tra le specie a foraminiferi planctonici carnivore e quelle erbivore-opportunistiche: i) transizione Roman period -Dark Age (specie erbivore-opportunistiche *versus* specie carnivore), ii) transizione Dark Age-Medieval Classic Anomaly (specie carnivore *versus* specie erbivore-opportunistiche), iii) transizione Medieval Classic Anomaly-Little Ice Age (ulteriore progressivo cambiamento da specie carnivore *versus* specie erbivore-opportunistiche), iv) durante il picco freddo del Maunder (ca. 1740 AD) turnover tra *Globigerinodes ruber* (specie carnivora) *versus* *Turborotalita quinqueloba* (specie erbivore-opportunistiche) e v) a ca. 1950 AD ultimo turnover *versus* specie erbivore-opportunistiche a foraminiferi planctonici associato ad un aumento del numero di foraminiferi bentonici per grammo di sedimento. Questo ultimo evento è stato messo in relazione alla costruzione della traversa di Persano sul fiume Sele nel 1934 AD, che ha portato ad un forte cambiamento nell'apporto dei sedimenti sabbiosi alla foce del fiume e potenzialmente anche nell'apporto dei nutrienti.

## **Paleomagnetismo e magnetismo delle rocce di sedimenti tardo olocenici del Mar Tirreno orientale**

P. Lurcock<sup>1</sup>, F. Florindo<sup>1</sup>, F. Lirer<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione Geomagnetismo, Aeronomia e Geofisica Ambientale, Roma, Italia*  
<sup>2</sup>*CNR-IAMC, Istituto per l'Ambiente Marino Costiero, sede di Napoli, Italia*

All'inizio del 2013, nell'ambito del progetto di Interesse NEXTDATA (<http://www.nextdataproyect.it>), è stata effettuata una campagna oceanografica a bordo della N/O Urania, durante la quale sono stati prelevati 50m circa di carote di sedimento in prossimità della foce del fiume Volturno. Durante la crociera abbiamo misurato la suscettività magnetica (di volume) di tutte le carote e sono stati presi "u-channel" per analisi ad alta risoluzione da effettuarsi presso il laboratorio di paleomagnetismo dell'INGV a Roma. Il paleomagnetismo è un strumento prezioso per datare e correlare tra loro questi sedimenti marini olocenici. In questa presentazione tratteremo l'efficacia della suscettività magnetica per la correlazione tra le carote di sedimenti marini, e l'utilità di differenti tecniche paleomagnetiche per la datazione. Presenteremo i risultati preliminari dello studio delle paleovariazioni secolari (PSV) e delle paleointensità relative (RPI) in questi sedimenti, e discuteremo i fattori che determinano la risoluzione massima di queste tecniche di datazione.

## **Evidenze stratigrafiche di modificazioni climatico-ambientali cicliche negli ultimi millenni nell'area mediterranea**

F. Ortolani<sup>1</sup> e S. Pagliuca<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Università "Federico II", Dipartimento di Scienze della Terra, dell'Ambiente e delle Risorse, Napoli, Italia

<sup>2</sup>CNR-ISAFoM, Istituto per i Sistemi Agricoli e Forestali del Mediterraneo, Ercolano (NA), Italia

L'attuale assetto della superficie del suolo per quanto riguarda la presenza di suolo, precipitazioni atmosferiche, venti e temperatura dell'aria e dell'acqua, è strettamente connesso alle condizioni climatiche instauratesi a partire dalla seconda metà del XIX secolo. È pure evidente che tali condizioni stanno modificandosi progressivamente in relazione alla globale e progressiva tendenza al riscaldamento.

Le aree più drasticamente soggette al cambiamento dell'assetto della superficie del suolo sono quelle di transizione tra condizioni differenti da nord a sud. Nella parte meridionale del Mediterraneo tra il nord africa e il vicino oriente è possibile riscontrare la variazione delle condizioni da umide, a nord, a desertiche a sud. Le due condizioni sono connesse da una fascia di transizione ampia da alcune decine di chilometri ad oltre 100 chilometri.

L'area mediterranea, rappresentando la zona di confine tra zona umida e zona desertica è molto sensibile alle variazioni climatico-ambientali; infatti, spostamenti delle fasce climatiche verso nord o verso sud di pochi gradi di latitudine possono determinare drastici sconvolgimenti della superficie del suolo provocando, ad esempio, desertificazione in aree precedentemente caratterizzate da clima umido, o, viceversa, la trasformazione di zone desertiche in aree umide. Le ricerche, stimulate dall'osservazione di numerose discontinuità fisiche significative, evidenti in molte sezioni stratigrafiche, sono state effettuate per gettare luce sul significato climatico dei differenti tipi di sedimenti accumulatisi negli ultimi 2500 anni che ricoprono numerosi siti archeologici, non influenzabili dagli interventi umani, di età compresa tra il Periodo Arcaico ed il Medioevo, ubicati a diverse latitudini e in aree geografiche con differenti condizioni morfoclimatiche.

I dati acquisiti evidenziano che le condizioni ambientali sono state simili a quelle instauratesi tra il XIX sec e l'attuale per lunghi periodi (in cui l'uomo controllava l'ambiente fisico) favorendo le attività antropiche e lo sviluppo socioeconomico (es. tra il 350 a.C. e il 100 d.C.) e che sono invece drasticamente peggiorate per brevi intervalli (in cui l'ambiente fisico condizionava l'uomo) determinando alternativamente la desertificazione delle aree costiere (es. tra il 100 e il 300 d.C. e tra il 1100 e 1300 d.C.) ed il ricoprimento del suolo antropizzato anche con vari metri di sedimenti alluvionali (es. tra il 520-350 a.C., tra il 500-700 d.C., tra il 1500-1700 d.C.).



## **Accumulo e rilascio di calore in oceano profondo durante l'ultimo massimo glaciale come meccanismo generatore di variabilità**

C. Pasquero<sup>1</sup> e J. Adkins<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Università Bicocca, Dipartimento delle Scienze della Terra e dell'Ambiente, Milano, Italia*

<sup>2</sup>*Geology and Planetary Sciences Division, California Institute of Technology, USA*

Misure di clorinità e degli isotopi dell'ossigeno sui fluidi interstiziali nei fondali oceanici hanno mostrato che durante l'ultimo massimo glaciale (LGM) l'oceano, al di sotto del termoclino delle basse e medie temperature, era caratterizzato da una bassa variabilità termica ed un'elevata variabilità della salinità, con acqua profonda più densa di quella sovrastante a causa della maggiore salinità [Adkins et al., 2002]. In tali condizioni, è possibile immagazzinare calore nelle parti profonde degli oceani per tempi relativamente lunghi, fino a che la colonna d'acqua diviene staticamente instabile e la convezione si instaura. I conseguenti moti verticali permettono il rilascio nelle zone superficiali alle alte latitudini del calore accumulato in profondità. Il meccanismo che permette tale accumulo e il conseguente rilascio di calore viene presentato. Un semplice modello di circolazione oceanica viene quindi usato al fine di mostrare come il meccanismo sia in grado di generare variabilità climatica, caratterizzata da una risposta asimmetrica tra i due emisferi, con transizioni rapide in uno dei due emisferi e variazioni più gradualmente nell'altro. Viene quindi discusso il possibile ruolo del meccanismo nella generazione dell'instabilità climatica del LGM rispetto alla relativa stabilità del clima nell'Olocene.

### **Bibliografia**

Adkins, J.F., McIntyre, K., and Schrag, D.P. (2002). *The salinity, temperature, and  $\delta^{18}O$  of the Glacial Deep Ocean*. Science, 298, 1769-1773.

## Ricostruzione paleoclimatica degli ultimi 16,000 anni nella carota MSK12-C1 (Tirreno Meridionale)

G. Scopelliti<sup>1</sup>, C. Cosentino<sup>1</sup>, D. Pupillo<sup>1</sup>, M.P. Dentici<sup>1</sup>, F. Molisso<sup>2</sup>, G. Lanzo<sup>1</sup>, A. Caruso<sup>1</sup>,  
F. Pepe<sup>1</sup>, M. Sacchi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Università degli Studi di Palermo, Dipartimento di Scienze della Terra e del Mare, Palermo, Italia

<sup>2</sup>CNR-IAMC, Istituto per l'Ambiente Marino Costiero, sede di Napoli, Italia

Nell'ottobre 2012, nell'ambito del progetto MARISK, sei carote a gravità sono state estratte nell'off-shore di Capo Vaticano (Tirreno Meridionale). Tra queste, la carota MSK12-C1 rappresenta la più lontana dalla costa essendo stata prelevata ad una profondità di 604 m con il recupero di 4.5 m di sedimenti. La carota è stata campionata ogni 2 cm ma in via preliminare, per la misura della composizione isotopica dell'ossigeno nel bulk, è stato studiato un campione ogni 4 cm. Ciascun campione di sedimento secco è stato pesato, lavato su setaccio con maglia da 63 mm, essiccato nuovamente e ripesato. In questo modo è stata ottenuta, per differenza, la percentuale di mud (silt + argilla) contenuta in ciascun campione. Dalla parte superiore della carota (0 cm) sino a 126 cmbsf (centimetri sotto il fondo marino) si nota un trend di aumento della percentuale del mud che dal 50% arriva sino al 59%; tra 126 e 242 cmbsf il mud diminuisce leggermente (valore medio pari al 55%), mentre da 242 fino a 450 cmbsf la percentuale del mud si assesta su valori compresi tra 55 e 60%. La curva del  $d^{18}O$  mostra delle oscillazioni che consentono di ottenere una ricostruzione paleoclimatica. In particolare nei primi 230 cm della carota il  $d^{18}O$  ha valori compresi tra  $-0.5$  e  $0.7$ ‰, con un incremento fino a  $1.9$ ‰ a 340 cmbsf, per poi tornare a  $0$ ‰ a 420 cmbsf. Il trend di aumento nella composizione isotopica dell'ossigeno è interrotto, nell'intervallo compreso tra 280 e 320 cmbsf, da una decrescita del rapporto isotopico a valori di  $0.9$ ‰. Dal confronto della curva del  $d^{18}O$  con le curve delle SST medie calcolate da Kallel et al. [1997] nella carota KET80-03 (Tirreno Meridionale), si nota una buona corrispondenza tra le variazioni nella composizione isotopica dell'ossigeno e le variazioni delle paleotemperature. In particolare, ben documentati risultano tra 230 e 280 cmbsf il raffreddamento relativo allo Younger Dryas, tra 280 e 320 cmbsf il breve aumento delle temperature durante il Bølling-Allerød e tra 320 e 420 cmbsf un altro evento climatico freddo, probabilmente riferibile all'Oldest Dryas. Tra 80 e 180 cmbsf appare appena accennato il raffreddamento, descritto da Kallel et al. [1997], della parte media dell'Olocene messo in evidenza nella carota C1 da valori isotopici compresi tra  $0$  e  $0,72$ ‰. La correlazione con la carota KET80-03 permette quindi di stimare in  $\sim 16,000$  anni l'intervallo temporale coperto dalla carota MSK12-C1.

### Bibliografia

Kallel, N., Paterne, M., Labeyrie, L., Duplessy, J.-C. and Arnold, M., (1997). *Temperature and salinity records of the Tyrrhenian Sea during the last 18,000 years*. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 135, 97-108.

# 4 Variazioni relative del livello del mare e loro impatto sulla morfologia costiera

La risalita del livello del mare a partire dal LGM, e più specificamente nel corso dell'Olocene, ha avuto un grande impatto sui cambiamenti delle linee di riva e di conseguenza sugli insediamenti umani costieri.

L'attuale accelerazione dei tassi di risalita del livello marino, dovuti principalmente al riscaldamento globale, costituisce una fonte di *hazard* per il prossimo secolo in molte aree costiere della Terra. In particolare, in quelle del Mediterraneo gli effetti combinati di isostasia, tettonica e vulcanismo si aggiungono a quelli climatici, causando un'accelerazione dei movimenti relativi lungo le coste, con conseguenti variazioni delle linee di riva. Tali varia-



zioni possono causare instabilità dei versanti (frane costiere e sottomarine), anche in seguito ad eventi di tsunami.

Questa sessione intende unire contributi di differenti discipline, come geomorfologia, geofisica, geodesia, archeologia, paleo ambiente, anche attraverso casi di eventi catastrofici, con lo scopo di fornire un quadro d'insieme delle cause delle variazioni continue o transienti del livello marino e degli effetti presenti e futuri lungo le coste.

Chairman della sessione

**Fabrizio Antonioli<sup>1</sup>, Giorgio Fontolan<sup>2</sup>, Marco Anzidei<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>ENEA-UTMEA-TER, Roma, Italia | [fabrizio.antonioli@enea.it](mailto:fabrizio.antonioli@enea.it)

<sup>2</sup>Dipartimento di Scienze Geologiche Ambientali e Marine, Università di Trieste, Trieste, Italia | [fontolan@units.it](mailto:fontolan@units.it)

<sup>3</sup>Centro Nazionale Terremoti, Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Roma, Italia | [marco.anzidei@ingv.it](mailto:marco.anzidei@ingv.it)



## **Evoluzione storica della linea di riva delle Marche centro-meridionali (Italia centrale adriatica)**

A. Acciarri, C. Bisci, G. Cantalamessa, G. Di Pancrazio

*Università degli Studi di Camerino, Camerino, Italia*

Il litorale marchigiano meridionale si estende per circa 75 chilometri lungo l'Adriatico Centrale tra il M. Conero a N e la foce del F. Tronto a S, al confine con l'Abruzzo. La costa si presenta prevalentemente rettilinea con andamento grossomodo NNO-SSE; ampie spiagge ghiaioso-sabbiose sono rinvenibili in corrispondenza delle piane alluvionali dei fiumi principali, mentre alla base delle numerose falesie arretrate, che corrono parallelamente alla linea di riva, sono presenti fasce litorali più strette.

Le variazioni morfometriche storiche delle foci fluviali, rappresentano gli indizi principali dell'evoluzione dei litorali; in assenza di significative variazioni eustatiche del livello del mare (il sollevamento tettonico, stimato intorno a 0.8 mm/a bilancia, infatti, la risalita del mare, valutata in circa 1 mm/a) essa dipende dal precario equilibrio tra la dinamica del sistema fluviale e la dinamica costiera e segue le complesse trasformazioni ambientali avvenute nei bacini idrografici fluviali dell'area. La diminuzione del trasporto solido a mare da parte dei fiumi - per aumento delle superfici boscate, abbandono dell'agricoltura, costruzione di briglie e dighe, escavazione degli alvei, variazioni microclimatiche ecc. - è, infatti, considerata la maggiore causa degli arretramenti occorsi nelle spiagge italiane in questi ultimi decenni.

Da un'analisi di documenti storici e ritrovamenti archeologici è stato possibile ipotizzare che la linea di riva in epoca romana pur essendo all'incirca alla stessa quota attuale fosse molto più arretrata (650 m alla foce del F. Chienti, 300 m al F. Potenza e 1200 m al F. Tronto) lambendo la base delle falesie costiere e insinuandosi all'interno degli sbocchi dei fossi e fiumi minori, mentre le foci dei maggiori fiumi, pur essendo arretrate, dovevano presentare un andamento grossomodo allineato con la costa.

Dall'epoca romana sino all'età medievale sono intervenuti diversi fattori che hanno generato un aumento degli apporti solidi a mare da parte dei fiumi, favorendo lo sviluppo e l'avanzamento della linea di riva sino alla fine del 1800 quando i delta dei fiumi marchigiani raggiunsero la loro massima espansione. Fra il 400 e il 750 d.C. vi sono diverse testimonianze di catastrofi idrogeologiche che hanno coinvolto villaggi prossimi ai corsi d'acqua. Fra l'800 e il 1200 d.C., un periodo caldo chiamato "Optimum Climatico Medievale" ha favorito l'antropizzazione delle colline e la ripresa delle attività agricole, che proseguirono anche, durante la Piccola Era Glaciale.

L'arretramento della costa ebbe inizio sul finire del 1800, si fece più intenso nei primi decenni del XX secolo, quando una serie di attività antropiche ha ridotto gli apporti di sedimenti al mare, innescando un diffuso processo di arretramento costiero.

Dagli anni '50 si iniziò ad arginare i fenomeni erosivi della costa tramite la realizzazione di opera rigide di difesa costiera, le quali regolarono e regolano tuttora la morfologia del litorale marchigiano.

## Formazione di solchi di battente marini attuali sulle coste del Mediterraneo Centrale

F. Antonioli<sup>1</sup>, V. Lo Presti<sup>2</sup>, M. Anzidei<sup>3</sup>, L. Ferranti<sup>4</sup>, S. Furlani<sup>5</sup>, G. Mastronuzzi<sup>6</sup>, R. Pagliarulo<sup>7</sup>,  
A. Rovere<sup>8</sup>, G. Schicchitano<sup>9,10</sup>, P. Sanso<sup>11</sup>, C. Spampinato<sup>9</sup>, M. Vacchi<sup>12</sup>

<sup>1</sup>ENEA, Agenzia Nazionale per le nuove tecnologie, l'Energia e lo sviluppo economico sostenibile, UTMEA, Roma, Italia

<sup>2</sup>Università degli Studi di Palermo, Dipartimento di Scienze della Terra e del Mare, Palermo, Italia

<sup>3</sup>Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Centro Nazionale Terremoti, Roma, Italia

<sup>4</sup>Università "Federico II", DiSTAR - Dipartimento di Scienze della Terra, dell'Ambiente e delle Risorse, Napoli, Italia

<sup>5</sup>Università di Trieste, Dipartimento di Matematica e Geoscienze, Trieste, Italia

<sup>6</sup>Università degli Studi di Bari "Aldo Moro", Dipartimento di Scienze della Terra e Geoambientali, Bari, Italia

<sup>7</sup>CNR-IRPI, Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica, Bari, Italia

<sup>8</sup>Lamont Doherty Earth Observatory, Columbia University, New York, USA

<sup>9</sup>Università degli Studi di Catania, Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche e Ambientali, Catania, Italia

<sup>10</sup>Studio Geologi Associati T.S.T., Catania, Italia

<sup>11</sup>Università del Salento, Dipartimento di Scienze e Tecnologie Biologiche ed Ambientali, Lecce, Italia

<sup>12</sup>OT-Med Labex, Europole de l'Arbois, batiment du CEREGE, Aix-En-Provence, France

Lo scopo principale del presente lavoro è quello di effettuare una review dei solchi marini attuali presenti su litologie carbonatiche nel Mediterraneo centrale. I principali lavori sull'argomento sia concettuali sia relativi ad osservazioni vengono evidenziati in bibliografia.

Nell'ambito di una collaborazione tra numerosi ricercatori ([www.medflood.org](http://www.medflood.org)) sono state effettuate numerose osservazioni e misure sui solchi marini sia attuali che fossili presenti in Italia (Imperia e Savona, Tharros, Capo Caccia, Golfo di Orosei, Gaeta, Capri, Puglia Ionica e Adriatica, Augusta, Palermo, Cefalù, Lampedusa, costiera Triestina) in Croazia e a Malta. I risultati di tali osservazioni sono stati utilizzati per discutere i fattori che influenzano la genesi e l'evoluzione di tali morfologie, che sono da ricercarsi in diversi fattori: fenomeni chimici (mixing-corrosion), biologici (erosione da parte di organismi tidali), isostatici e tettonici, climatici e meteomarini (azione di onde e correnti, da intendersi non come erosione ma come alterazione degli equilibri chimico/fisici). Oltre alle misure della profondità e concavità del solco, sono state rilevate la presenza o meno di reef tidali quali *Dendropoma* o *Litophyllum* e la possibilità che tali organismi alterino la forma e la concavità del solco, la profondità della falesia prospiciente al solco, la presenza di continuazioni sommerse del solco stesso, la presenza di copiose sorgenti subacquee. Le misure di concavità e profondità del solco sono state successivamente paragonate con i dati annuali dei più vicini mareografi. La presenza di stazioni fisse ha consentito inoltre di misurare i tassi di consumazione tidali misurati in alcune stazioni nel golfo di Trieste.

Le nostre osservazioni sono in antitesi con quanto recentemente pubblicato da Evelpidou et al., 2012, 2013. Tali Autori, infatti, ipotizzano la presenza di solchi di battente solo in aree in subsidenza o sollevamento tettonico e notano l'assenza del solco di battente marino nella maggior parte delle coste carbonatiche Mediterranee stabili, tale assenza sarebbe causata dalla recente accelerazione del sollevamento relativo di livello del mare. Il database realizzato nell'ambito del presente lavoro, che include aree a diverso regime tettonico, mostra come il solco di battente marino attuale sia sempre presente, a parte eccezioni che sono spesso dovute a fattori locali.

## **L'emersione del ponte continentale tra Europa e Sicilia nello Stretto di Messina (40-17 ka cal BP): implicazioni sulla dispersione di *Homo Sapiens***

F. Antonioli<sup>1</sup>, V. Lo Presti<sup>2</sup>, M.A. Mannino<sup>3</sup>, M. Gasparo Morticelli<sup>2</sup>, M.R. Palombo<sup>4</sup>, L. Ferranti<sup>5</sup>,  
K. Lambeck<sup>6</sup>, G.M. Sannino<sup>1</sup>, L. Bonfiglio<sup>7</sup>, G. Mangano<sup>7</sup>, F.L. Chiocci<sup>4</sup>, S. Furlani<sup>8</sup>, R. Tonielli<sup>9</sup>,  
S. Canese<sup>10</sup>, R. Catalano<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ENEA, Agenzia Nazionale per le nuove tecnologie, l'Energia e lo sviluppo economico sostenibile, Roma, Italia

<sup>2</sup>Università degli Studi di Palermo, Dipartimento di Scienze della Terra e del Mare, Palermo, Italia

<sup>3</sup>Max Planck Institute for Evolutionary Anthropology, Department of Human Evolution, Leipzig, Germany

<sup>4</sup>Università "La Sapienza", Dipartimento di Scienze della Terra, Roma, Italia

<sup>5</sup>Università "Federico II", DiSTAR - Dipartimento di Scienze della Terra, dell'Ambiente e delle Risorse, Napoli, Italia

<sup>6</sup>Australian National University, Canberra, Australia

<sup>7</sup>Università degli Studi di Messina, Dipartimento di Scienze Veterinarie, Museo della Fauna, Messina, Italia

<sup>8</sup>Università di Trieste, Dipartimento di Matematica e Geoscienze, Trieste, Italia

<sup>9</sup>CNR-IAMC, Istituto per l'Ambiente Marino Costiero, sede di Napoli, Italia

<sup>10</sup>ISPRA, Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, Roma, Italia

Lo Stretto di Messina (circa 4 km di larghezza) separa la punta meridionale della Calabria dalla Sicilia. 2,800 anni fa, la regione fu colonizzata dai Greci che fondarono alcune città sulla costa, Zhanle e Rhegion (Messina e Reggio Calabria). Nella mitologia greca, lo Stretto è stato dimora di due mostri marini, Scilla e Cariddi. Omero scrive l'area pervasa da acque tumultuose che impedivano la navigazione. La Sella sommersa nello Stretto di Messina, che si trova oggi ad una profondità minima di -81 m slm, rappresenta l'unico collegamento tra la Sicilia e l'Italia continentale (e quindi l'Europa) durante l'ultimo basso stazionamento, quando il livello locale del mare si trovava a circa -126 slm. Il cambiamento del livello del mare relativo nello Stretto di Messina e la migrazione delle sue coste è di grande interesse per la comprensione della possibile dispersione dall'Italia peninsulare di *Homo sapiens* e di grandi mammiferi a ridotta capacità natatoria. Questa ricerca multidisciplinare si propone di documentare i tempi e le modalità di emersione del ponte tra l'Europa e la Sicilia durante gli ultimi 40 ka cal. L'analisi integrata di nuovi dati di geologia marina, tettonica, geofisica, paleontologia e antropologia, insieme alla valutazione delle variazioni relative del livello del mare (eustatica, isostatica e tettonica, assumendo un tasso medio di -0.7 mm/anno) ci permette di ipotizzare che il ponte continentale sia stato emerso per almeno 500 anni tra 21.5 ka e 20 ka cal BP. Prendendo in considerazione la litologia (formazione delle Ghiaie di Messina) ed ipotizzando un'erosione di almeno 20 metri del ponte continentale oggi sommerso nell'area della Sella, causata dal rotolamento di clasti trasportati da impetuose correnti marine (che con una lama d'acqua di -100 metri secondo il nostro modello hanno raggiunto i 16 nodi di velocità), l'emersione del ponte continentale potrebbe essere continuata in un arco di tempo ancora più lungo (27-17 ka cal BP). Questa ipotesi è supportata da una data al radiocarbonio (22 ka cal BP) sul collagene osseo di un esemplare di *Equus hydruntinus* proveniente dalla Grotta di San Teodoro (Acquedolci, Messina) e dai dati archeologici e antropologici che testimoniano la tarda colonizzazione della Sicilia (~17 ka cal BP) da parte di *Homo sapiens* rispetto a quella della penisola italiana (circa 40 ka).

## **Deformazione dell'arco vulcanico delle Eolie a differenti scale spaziali e temporali**

M. Anzidei<sup>1</sup>, A. Bonforte<sup>2</sup>, V. Bruno<sup>1</sup>, D. Casalbore<sup>3</sup>, F. Chiocci<sup>4</sup>, A. Esposito<sup>1</sup>, M. Mattia<sup>2</sup>,  
G. Pietrantonio<sup>1</sup>, A.R. Pisani<sup>1</sup>, C. Romagnoli<sup>5</sup>, V. Sepe<sup>1</sup>, S. Tusa<sup>6</sup>, G. Ventura<sup>7</sup>

<sup>1</sup>*Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Centro Nazionale Terremoti, Roma, Italia*

<sup>2</sup>*Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione di Catania – Osservatorio Etno, Catania, Italia*

<sup>3</sup>*CNR-IGAG, Istituto di Geologia Ambientale e Geoingegneria, U.O.S. di Roma, Italia*

<sup>4</sup>*Università “La Sapienza”, Dipartimento di Scienze della Terra, Roma, Italia*

<sup>5</sup>*Università di Bologna, Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche ed Ambientali, Bologna, Italia*

<sup>6</sup>*Soprintendenza del Mare della Sicilia, Palermo, Italia*

<sup>7</sup>*Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione Sismologia e Tettonofisica, Roma Italia*

L'arcipelago vulcanico delle Eolie è collocato tra il bacino di retroarco del mar Tirreno meridionale (bacino del Marsili) e l'Arco Calabro, fascia orogenica caratterizzata da tettonica tardo Quaternaria con sollevamenti ed estensione crostale. L'area eoliana è ancora oggi interessata da sismicità profonda fino a circa 550 km e da vulcanismo attivo collegato alla post subduzione e al flusso di calore dello slab situato al di sotto dell'Arco Calabro.

In questo complesso contesto geodinamico, la deformazione crostale osservata in superficie in tutto l'arcipelago e nelle aree circostanti attraverso reti GPS continue ed episodiche, riflette sia il comportamento differenziale dei singoli edifici vulcanici sia la tettonica regionale. In particolare, la componente verticale del movimento del suolo indica una diffusa recente subsidenza con tassi di alcuni mm/a, in contrasto con i dati geologici che indicano sollevamento generalizzato nel tardo-Quaternario.

Vengono mostrati gli ultimi risultati ottenuti alla scala dell'intero arcipelago, con maggiore dettaglio per le aree di Panarea e Lipari, dove sono stati integrati dati geodetici, archeologici, batimetrici ad alta risoluzione, aerofotogrammetrici, LIDAR e modelli di variazione di livello marino, per tentare una interpretazione multidisciplinare degli attuali tassi di subsidenza osservati.

In particolare, i dati GPS mostrano come il versante orientale di Lipari sia in rapida subsidenza con velocità anche maggiori di 10 mm/a, in accordo con osservazioni indipendenti che indicano tassi di ~8 mm/a per gli ultimi 2200 anni B.P.

Vengono illustrati l'attuale campo di velocità e deformazione geodetica per l'intero Arco Eoliano relativa al periodo 1996-2012, con particolare riferimento alla subsidenza che interessa le aree di Panarea e il settore orientale di Lipari. In quest'ultima zona viene fornita una previsione di risalita del livello marino per l'anno 2100. Sulla base del tasso di subsidenza osservato e del trend eustatico previsto, la risalita relativa del livello marino potrà essere superiore a 2 m, rappresentando un significativo elemento di hazard in questa zona fortemente urbanizzata.



## La risalita del livello del mare in Adriatico centrale durante l'Olocene: nuovi dati dal settore costiero molisano

P. Aucelli<sup>1</sup>, V. Bracone<sup>2</sup>, C. D'Amico<sup>2</sup>, C.M. Roskopf<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Università degli Studi "Parthenope", Dipartimento di Scienze per l'Ambiente, Napoli, Italia

<sup>2</sup>Università degli Studi del Molise, Dipartimento di Bioscienze e Territorio, Isernia, Italia

Lo studio delle variazioni del livello del mare durante l'Olocene e i modelli riguardanti le variazioni eustatiche a scala globale sono importanti per la definizione dei cambiamenti della linea di riva.

In letteratura sono presenti diversi studi sull'evoluzione olocenica della costa adriatica. Nell'ambito di un recente e più ampio studio mirato alla definizione dell'evoluzione olocenica del settore costiero molisano, compreso tra la foce del fiume Trigno e la foce del torrente Saccione, vengono presentati nuovi dati derivanti dallo studio di tre sondaggi geognostici a carotaggio continuo, realizzati tra 150 m e 300 m dall'attuale linea di riva in prossimità della foce del fiume Trigno.

L'analisi delle successioni delle carote, spesse tra 12 m e 15 m, ha permesso di ricostruire i principali ambienti deposizionali e definire l'evoluzione paleoambientale dell'area indagata. Le carote mostrano una successione distinta in quattro unità litostratigrafiche, riferibili, dal basso verso l'alto, rispettivamente a depositi fluviali, fluvio-palustri, transizionali e di spiaggia sommersa [Frezza et al., 2012]. I dati cronologici derivanti dall'analisi <sup>14</sup>C mediante il metodo AMS, effettuata su tre campioni ha permesso di vincolare l'età dei depositi fluvio-palustri tra  $19945 \pm 345$  e  $19165 \pm 195$  yr cal BP, mentre quella della base dell'unità sabbiosa di spiaggia è  $8120.5 \pm 108.5$  yr cal BP. Quest'ultimo dato in associazione con i dati sedimentologici, faunistici e cronologici ha permesso di fare considerazioni circa le modalità della risalita glacio-eustatica del livello del mare nell'area studiata. Le quote del livello del mare ottenute per la base dell'unità sabbiosa sono comprese tra -12,7 m e -10,7 m s.l.m. Questo dato è comparabile con i dati emersi lungo la costa abruzzese [Parlagreco et al., 2010] e la relativa curva predittiva di risalita del livello mare durante l'Olocene, a conferma che, in accordo con Antonioli et al. [2009], l'area è sostanzialmente stabile dal punto di vista tettonico.

### Bibliografia

- Antonioli, F., Ferranti, L., Fontana, A., Amorosi, A., Bondesan, A., Braitenberg, C., Dutton, A., Fontolan, G., Furlani, S., Lambeck, K., Mastronuzzi, G., Monaco, C., Spada, G. and Stocchi, P., (2009). *Holocene relative sea-level changes and vertical movements along the Italian and Istrian coastlines*. Quaternary International, 206, 102-133.
- Frezza, V., D'Amico C., Aiello G., Barra D., Bracone V., Di Bella L., Esu D. and Roskopf C.M., (2012). *Late Quaternary palaeoenvironmental evolution of the central Adriatic coast in the Trigno mouth area (Molise region)*. Rendiconti on line della Società Geologica Italiana, 21, 1086-1088.
- Parlagreco, L., Mascioli, F., Miccadei, E., Antonioli, F., Gianolla, D., Devoti, S., Leoni, G., and Silenzi, S., (2010). *New data on Holocene relative sea level along the Abruzzo coast (central Adriatic, Italy)*. Quaternary International, 232, 1-2, 179-186.

## Variazioni rapide della morfologia costiera: esempi nel Molise e Campania

V. Buonomo<sup>1</sup>, G. De Lisio<sup>2</sup>, F. Ortolani<sup>3</sup>, S. Pagliuca<sup>4</sup>

<sup>1</sup>*c/o CNR-IAMC, Istituto per l'Ambiente Marino Costiero, sede di Napoli, Italia*

<sup>2</sup>*c/o Università degli Studi di Napoli, Dipartimento di Scienze della Terra, dell'Ambiente e delle Risorse, Napoli, Italia*

<sup>3</sup>*Università "Federico II", Dipartimento di Scienze della Terra, dell'Ambiente e delle Risorse, Napoli, Italia*

<sup>4</sup>*CNR-ISAFoM, Istituto per i Sistemi Agricoli e Forestali del Mediterraneo, sede di Ercolano (NA), Italia*

Da alcune decine di anni si stanno verificando diffusi fenomeni erosivi dei sedimenti sabbiosi costituenti le spiagge Italiane. Particolarmente gravi negli apparati di foce che sono stati interessati da una significativa progradazione durante gli ultimi secoli fino all'inizio del 1900.

Alle cause naturali individuabili nelle mutate condizioni climatiche si sommano locali interventi antropici.

In alcuni casi le modificazioni sono risultate particolarmente veloci interessando ambienti naturali e antropizzati.

Si illustrano gli eventi del gennaio 2003 nella zona di foce del fiume Biferno in Molise, del litorale tra la foce del fiume Sarno e Castellammare di Stabia, del litorale di Capitello nel Golfo di Policastro.

Nel gennaio 2003 si verificò un evento alluvionale connesso a circa 300 mm di pioggia in circa tre giorni; il fiume Biferno esondò a pochi chilometri dalla foce invadendo la pianura alluvionale in sinistra orografica causando gravi danni agli insediamenti produttivi e alle infrastrutture. Nella zona di foce l'acqua che scorreva in sinistra orografica si riversò nell'alveo del Biferno con una cascata di alcuni metri di altezza causando una eccezionale e velocissima erosione della pianura alluvionale con conseguente abbassamento della superficie del suolo al di sotto del livello marino. L'evento alluvionale, pertanto, causò una significativa e veloce erosione senza accumulo di sedimenti sabbiosi.

Il litorale di Castellammare di Stabia è stato interessato dalla costruzione del porto turistico alla foce del fiume Sarno che ha completamente interrotto l'apporto di sedimenti sabbiosi lungo costa. Come previsto, il tratto di litorale compreso tra il porto turistico e quello commerciale già esistente è stato interessato da una irreversibile erosione che è diventata catastrofica durante alcune mareggiate. Gli effetti distruttivi sono anche stati amplificati da interventi di difesa costiera in atto durante la mareggiata di fine dicembre 2012.

Il litorale compreso tra il Porto di Policastro Bussentino e Capitello, nel Golfo di Policastro, è stato irreversibilmente smantellato dall'erosione a partire dall'inizio degli anni 80 del secolo scorso, immediatamente dopo la costruzione del porto. A partire dal 2007 sono state realizzate opere di difesa costiera, costituite da barriere soffolte e da un pennello, mal posizionate e mal concepite. In poche ore, durante una mareggiata tra dicembre 2007 e gennaio 2008, è stata irreversibilmente erosa una spiaggia ampia circa 30 m e lunga circa 300 metri sottocorrente rispetto al pennello. L'intervento realizzato non ha arrestato l'erosione e ha causato un significativo peggioramento dell'acqua balneabile.

## **Impatto delle variazioni climatiche sull'instabilità dei versanti napoletani: ieri ed oggi**

V. Buonomo<sup>1</sup>, A. De Rosa<sup>2</sup>, P. De Vita<sup>3</sup>, L. Esposito<sup>2</sup>, A. Mazzarella<sup>3</sup>, F. Ortolani<sup>3</sup>, S. Pagliuca<sup>4</sup>,  
G. Petroccelli<sup>2</sup>, E. Toce<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*c/o CNR-IAMC, Istituto per l'Ambiente Marino Costiero, sede di Napoli, Italia*

<sup>2</sup>*c/o Università degli studi di Napoli Dipartimento di Scienze della Terra, dell'ambiente e delle Risorse, Napoli, Italia*

<sup>3</sup>*Università "Federico II", Dipartimento di Scienze della Terra, dell'ambiente e delle Risorse, Napoli, Italia*

<sup>4</sup>*CNR-ISAFoM, Istituto per i Sistemi Agricoli e Forestali del Mediterraneo, sede di Ercolano (NA), Italia*

Studi innovativi e avanzati di geoarcheologia ambientale eseguiti dagli scriventi negli ultimi 20 anni presso l'Università di Napoli Federico II ed il CNR-ISPAIM, analizzando gli archivi naturali integrati, hanno evidenziato che la superficie del suolo della fascia costiera dell'Area Mediterranea negli ultimi 2000 anni è stata interessata da significative e cicliche modificazioni climatico-ambientali.

I dati acquisiti con ricerche multidisciplinari hanno consentito di evidenziare le relazioni esistenti tra cambiamento del clima ed equilibri geomorfologici della superficie del suolo anche negli ultimi 150 anni.

I primi risultati acquisiti con ricerche, ancora in via di sviluppo, sulle caratteristiche geotecniche ed idrauliche dei sedimenti superficiali che caratterizzano i versanti della Collina dei Camaldoli, incombente sulla città di Napoli, hanno fornito dati originali circa la loro "sensibilità" e predisposizione al dissesto in relazione a particolari eventi piovosi rilasciati da cumulonembi. Si è evidenziato, pure, il ruolo delle condizioni climatiche attuali e del conseguente regime piovoso nel favorire i processi fisici sui sedimenti che predispongono ai rapidi fenomeni pedogenetici che caratterizzano l'attuale periodo di cambiamento climatico.

L'incremento dello spessore del suolo sui versanti ripidi incombenti sull'area urbana di Napoli e l'incremento degli eventi piovosi estremi sta sensibilmente aggravando il rischio idrogeologico connesso a frane rapide tipo colate di fango e detriti.

Le stratigrafie geoarcheologiche studiate nell'area urbana evidenziano significativi fenomeni alluvionali attribuibili a ripetute colate di fango che hanno causato l'aggradazione della superficie del suolo di diversi metri durante gli ultimi 2500 anni.

In particolare si riconoscono tre intervalli durante i quali l'area urbana di Napoli è stata interessata da ripetuti dissesti catastrofici: il più antico ha determinato il ricoprimento dell'area urbana greca; il secondo ha sepolto gran parte della città romana e l'ultimo ha contribuito alla costruzione della morfologia costiera da Mergellina alla foce del Sebeto.

Alla luce dei risultati acquisiti sulle caratteristiche geotecniche ed idrauliche dei sedimenti e sul ruolo delle variazioni (qualitative e quantitative) delle precipitazioni piovose si ritiene che gli eventi alluvionali catastrofici del recente passato siano avvenuti durante periodi climatici caratterizzati da ripetuti eventi piovosi tipo cumulonembo. Nella previsione che le condizioni climatiche attuali evolvano verso condizioni simili a quelle che ciclicamente si sono verificate nella fascia costiera della Campania risulta evidente affrontare la prevenzione e la mitigazione del rischio da colate di fango e detriti a tutela dell'ambiente urbano e della sicurezza dei cittadini.

## **Evoluzione geomorfologica e modifiche antropiche, di ieri e di oggi, del paesaggio costiero: l'esempio del lago Fusaro e dei resti della villa di Publio Servilio Vatia a Torregaveta (Bacoli, Na)**

P. Caputo<sup>1</sup>, F. Ortolani<sup>2</sup>, R. Santanastasio<sup>3</sup>, M. Del Villano<sup>4</sup>

<sup>1</sup>*Soprintendenza Speciale Beni Archeologici Napoli e Pompei, Italia*

<sup>2</sup>*Università "Federico II", Dipartimento di Pianificazione e Scienze del Territorio, Napoli, Italia*

<sup>3</sup>*Marenostrum-Archeoclub d'Italia, Roma, Italia*

<sup>4</sup>*Università "Federico II", Napoli, Italia*

Lo studio si basa su determinazioni geoarcheologiche di quella che era la geomorfologia, nel passato, del tratto di costa compreso tra Torregaveta ed il lago Fusaro e di come si sia evoluto. La conformazione è diretta conseguenza di una continua e progressiva antropizzazione ed anche dei fenomeni associati all'azione erosiva che, certamente, nel tempo, ha fortemente contribuito a caratterizzare la nuova configurazione della linea di costa.

Si è proceduto con una serie di rilievi ed evidenze effettuate lungo il tratto di costa di nostro interesse e ci si è avvalsi di una serie di sondaggi geo-archeologico effettuati in occasione dei lavori di fondazione dei sottovia nella tratta Fusaro-Torregaveta. Dalle risultanze dei sondaggi è emersa, per la zona del lago Fusaro ed in particolar modo in prossimità dei due sottopassi pedonali del Fusaro e dell'Alenia, la presenza, ad una profondità di circa 4,5 mt. dal piano di calpestio (2,5mt circa dal livello del mare), di una certa quantità di ceramiche le cui caratteristiche sono databili dal II metà del VIII sec. a.C. al V sec. a.C. Tali materiali sono presenti in un una matrice litologica composta, prevalentemente, da un terreno sabbioso limoso caratteristico degli ambienti di facies sedimentaria di zone costiere.

Nel tratto di costa in corrispondenza della villa di Publio Servilio Vatia (Torregaveta) è ben evidente la presenza dei ruderi che sono costantemente soggetti a fenomeni legati all'azione erosiva. Inoltre, parte della villa è sommersa ad una profondità di circa - 4,5 mt dal livello del mare.

## Ricostruzione dell'antica linea di costa dell'area di Pyrgi (Santa Severa, RM) e identificazione del Porto Etrusco mediante prospezione gravimetrica

M. Di Nezza<sup>1,2</sup> e M. Di Filippo<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Università "La Sapienza", Dipartimento di Scienze della Terra, Roma, Italia

<sup>2</sup>Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione Geomagnetismo, Aeronomia e Geofisica Ambientale, Roma, Italia

<sup>3</sup>CNR-IGAG, Istituto di Geologia Ambientale e Geoingegneria, U.O.S. di Roma, Italia

Dopo l'epoca post-wurmiana la costa laziale si presentava molto articolata tra promontori, insenature ed estuari fluviali. Le condizioni naturali e l'assetto geomorfologico favorevole dell'area litorale presso l'attuale Santa Severa, hanno probabilmente contribuito allo sviluppo di un punto di approdo per le imbarcazioni [Lambeck et al., 2004]. Esso divenne importante già a partire dal VII sec. a.C., epoca in cui l'etrusca *Caere*, insieme alle altre città dell'Etruria costiera, attraverso il porto di Pyrgi, esercitava il controllo quasi incondizionato del Mar Tirreno [Colonna, 1963]. Fonti storiche riportano che il porto di Pyrgi, con l'annesso santuario di Eileithya-Leukotea, rimase in funzione nel V e nel IV sec. a.C. continuando a rappresentare uno dei principali scali portuali del Mar Tirreno: [3] "...*Ostia et Fregenae et Castrum Nouum et Pyrgi et Antium et Tarracina et Minturnae et Sinuessa fuerunt, quae cum praetore de uacatione certarunt...*" (Tito Livio, 2004). La ricostruzione del porto canale di età romana proposta da Protani & Frau, 1989, può dare però ricovero solo a due o tre battelli, invece l'antico porto etrusco dovrebbe appartenere alla categoria dei "porti emporia" del VI-V sec. a.C. adatti a ricevere il traffico mediterraneo [Enei, 2001], e capaci di ospitare un gran numero di navi. L'assetto geomorfologico e la geologia dell'area intorno a Pyrgi non danno indicazioni di quale potesse essere la linea di costa all'epoca.

Lo studio geologico [Di Nezza & Di Filippo, 2013] ha permesso di ottenere una nuova carta geologica ed evidenziare l'assetto geologico e strutturale, nell'ambito di una porzione territoriale ristretta che coincide con il comprensorio archeologico ed il suo immediato entroterra.

La ricostruzione paleoambientale degli ultimi 20-25 secoli è stata effettuata tramite la prospezione gravimetrica identificando la precedente morfologia costiera.

In questo settore, il passaggio della linea di costa da una morfologia a promontori e valli profondamente incise (*rias*) ad una costa rettilinea con estese spiagge non è dovuto alle sole variazioni del livello marino, ma piuttosto dovrebbe essere ascritto ad una parte all'azione sia naturale, erosione marina sui promontori sia antropica coltivazione di cave, e dall'altra al colmamento delle valli ed estuari ad opera dei sedimenti trasportati dai corsi d'acqua provenienti dalle colline della Tolfa, quali il Fosso Eri e il Rio Fiume ad opera di un'imponente erosione causata dall'attività metallurgica già dal V sec. a.C..

### Bibliografia

- Colonna, G., (1963). *Prima ricognizione nell'entroterra Pyrgense*. In "SE", XXXI, 1963, pp. 152-155.
- Di Nezza, M. e Di Filippo, M., (2013). *La Geologia dell'area di Pyrgi e le cave antiche*. In press.
- Enei, F., (2001). *Progetto Ager Caeretanus: il Litrato di Alsium: ricognizione archeologiche nel territorio dei comuni di Ladispoli, Cerveteri e Fiumicino (Alsium, Caere, Ad Turres, Ceri)*. Ed. Regione Lazio, 2001.
- Lambeck, K., Anzidei, M., Antonioli, F., Bennini, A., Esposito, A., (2004). *Sea level in Roman time in the Central Mediterranean and implications for recent change*. Earth and Planetary Science Letters, 224, (3-4), pp. 563-575.
- Protani, V. e Frau, B., (1989). *Pyrgi e il Castello di Santa Severa*. Comune di Santa Marinella. Gruppo Archeologico Romano.
- Tito Livio, *Ab Urbe Condita, Libro XXXVI*, In: Storia di Roma. Oscar classici greci e latini, Mondadori (2004). EAN9788804519720.

## Sollevamenti costieri e deformazioni cosismiche nell'Olocene a Capo Vaticano (Calabria occidentale)

L. Ferranti<sup>1</sup>, C.R. Spampinato<sup>2</sup>, G. Scicchitano<sup>3</sup>, C. Monaco<sup>2</sup>, F. Antonioli<sup>3,4</sup>

<sup>1</sup>Università "Federico II", DiSTAR - Dipartimento di Scienze della Terra, Napoli, Italia

<sup>2</sup>Università di Catania, Dipartimento di Scienze Geologiche, Catania, Italia

<sup>3</sup>Studio Geologi Associati T.S.T., Catania, Italia

<sup>4</sup>ENEA, Agenzia Nazionale per le nuove tecnologie, l'Energia e lo sviluppo economico sostenibile, UTMEA, Roma, Italia

Il promontorio di Capo Vaticano (Calabria) è stato interessato da sollevamento e basculamento verso NE nel corso del Quaternario [Miyuchi et al., 1994; Cucci & Tertulliani, 2010; Bianca et al., 2011], e questo studio conferma che tale deformazione è proseguita nel corso del tardo Olocene. Sono state rilevate quattro linee di riva dislocate a varie altezze sia sul lato SW che NW del promontorio. La prima, della quale esistono scarse tracce, si trova a ~2.3 m di altezza e ha un'età più giovane di 7.2 ka e probabilmente fino a ~5.7 ka. La seconda si trova a 1.8 m ed è compresa tra ~5.7 ka e ~3.6-2.9 ka. La terza ha un'età ~tra 2.9 e 1.8 ka, e un'altezza di ~1.2 m che a Briatico (lato N del promontorio) scende, sulla scorta di dati di letteratura [Anzidei et al., 2006], a ~0.9 m. Infine, la quarta linea di riva, più giovane di 1.8 ka, si trova a ~0.6 m nel lato SW e NW, ma a Briatico si attesta a 0 m.

Le linee di riva sono separate in maniera netta (ben evidente per solchi e fasce a balanidi e alghe), il che implica quattro sollevamenti cosismici di entità comparabile (0.6 m). Anche la ricorrenza dei sollevamenti co-sismici è, nei limiti delle datazioni, estremamente regolare (1.4 ka per i primi tre eventi). L'ultimo evento, che non si riscontra a Briatico sulla base di Anzidei et al. [2006], potrebbe coincidere con il terremoto del 1905, il che aumenterebbe lievemente la ricorrenza a 1.7 ka). Questi dati in ogni caso vincolano la sorgente del terremoto al settore occidentale (probabilmente offshore) e non a quello settentrionale del promontorio. I sollevamenti co-sismici sono sovrapposti a un processo di sollevamento regionale stimabile a ~1 mm/a, cosa comune a buona parte dell'arco calabro. Questi dati confermano il basculamento verso NNE del promontorio testimoniato dai terrazzi costieri, e da recenti dati offshore [Pepe et al., pag. 72 di questo volume].

### Bibliografia

- Anzidei, M., Antonioli, F., Benini, A., Gervasi, A. and Guerra, I. (2013). *Evidence of vertical tectonic uplift at Briatico (Calabria, Italy) inferred from Roman age maritime archaeological indicators*. Quaternary International 288, 158-167.
- Cucci, L. and Tertulliani, A. (2010). *The Capo Vaticano (Calabria) coastal terraces and the 1905 M7 earthquake: the geomorphological signature of regional uplift and coseismic slip in southern Italy*. Terra Nova, 22, 378-389, 2010.
- Bianca, M., Catalano, S., De Guidi, G., Guel, A.M., Monaco, C., Ristuccia, G.M., Stella, G., Tortorici, G. and Tortorici, L. (2011). *Luminescence chronology of Pleistocene marine terraces of Capo Vaticano peninsula (Calabria, southern Italy)*. Quaternary International, 232, 114-121.
- Miyuchi, T., Dai Pra, G. and Sylos Labini, S. (1994). *Geochronology of Pleistocene marine terraces and regional tectonics in Tyrrhenian coast of South Calabria, Italy*. Il Quaternario, 7, 17-34.

## **Facies sismiche a caratteri morfologici del Golfo di Augusta (Sicilia orientale, Mar Ionio)**

M. Firetto Carlino<sup>1</sup>, A. Di Stefano<sup>1</sup>, F. Budillon<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Università di Catania, Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche e Ambientali,  
Sezione di Scienze della Terra, Catania, Italia*

<sup>2</sup>*CNR-IAMC, Istituto per l'Ambiente Marino Costiero, sede di Napoli, Italia*

I margini continentali in sollevamento presentano caratteristiche peculiari, quali piattaforme poco estese e acclivi, substrati rocciosi subaffioranti, processi erosivi particolarmente pronunciati e dislocazioni lungo lineamenti strutturali attivi. Il Golfo di Augusta è ubicato nel settore orientale dell'Avampaese Ibleo dove si registrano tassi differenziali di sollevamento [Scicchitano et al., 2008] e gli effetti della sismicità dell'area ionica, cui si aggiunge un alto rischio ambientale di origine antropogenica inerente alle attività di industrie chimiche e petrolifere.

L'analisi congiunta di dati di sismica monocale, batimetrici e Side Scan Sonar nei settori sommersi e di dati di pozzo nei relativi settori emersi, ha permesso di ricostruire le caratteristiche morfo-strutturali e sismo-stratigrafiche del Golfo di Augusta [Firetto Carlino et al., 2013].

Un graben orientato circa NO-SE si sviluppa trasversalmente alla linea di costa ed è riempito da successioni di età pleistocenica ed olocenica. Tale depressione è limitata a nord e sud dagli horst di M. Tauro e di Magnisi - S. Panagia e dalle loro propaggini sommerse, ove affiora un substrato di età miocenica [Catalano et al. 2010], e verso ovest dalla scarpata continentale incisa da una fitta rete di canali erosivi. L'irregolarità morfologica ereditata da caratteri tettonici locali e le variazioni relative del livello del mare hanno determinato una marcata variabilità dei caratteri fisiografici e sismo-stratigrafici. Depositi clinoforni del Pleistocene Medio-Superiore poggiano su substrati miocenici e infra-pleistocenici, e sono ricoperti da unità deposte durante l'ultima risalita glacio-eustatica. Nell'ambito di queste unità, la presenza di terrazzi deposizionali sepolti indica almeno una fase di rallentamento relativo nella trasgressione post-glaciale, mentre la presenza di gas biogenico e di diapiri di fango testimoniano l'instaurarsi di condizioni lagunari durante la fase di basso stazionamento eustatico. Gli alti morfo-strutturali sommersi hanno favorito la deposizione di sedimenti bioclastici grossolani, sessili e mobili, incrostanti, che costituiscono localmente elementi di resistenza all'arretramento della scarpata continentale.

La disposizione geometrica delle facies ha permesso di individuare alcuni lineamenti strutturali lungo i quali i riflettori dell'Olocene risultano leggermente dislocati. L'attività di tali strutture è responsabile di un aggiustamento differenziale del bacino, con valori di subsidenza crescenti da nord verso sud. Le propaggini sommerse degli alti strutturali, fino alla profondità di circa 80 m al di sotto del livello medio del mare, sembrano invece solidali alle regioni emerse, interessate al contrario da lenti sollevamenti isostatici.

### **Bibliografia**

- Catalano, S., Romagnoli, G., Tortorici, G., (2010). *Kinematics and dynamics of the Late Quaternary rift flank deformation in the Hyblean Plateau (SE Sicily)*. Tectonophysics 486, 1-14.
- Firetto Carlino, M., Di Stefano, A., Budillon, F. (2013). *Seismic facies and seabed morphology in a tectonically controlled continental shelf: the Augusta Bay (offshore eastern Sicily, Ionian Sea)*. Marine Geology, 335, 35-51.
- Scicchitano, G., Antonioli, F., Castagnino Berlinghieri, E.F., Dutton, A., Monaco, C., (2008). *Submerged archaeological sites along the Ionian coast of southeastern Sicily (Italy) and implications for the Holocene relative sea-level change*. Quaternary Research 70, 26-39.

## Variazioni relative del livello marino e subsidenza in alto Adriatico: la banca dati “SU&SO”

A. Fontana<sup>1</sup>, S. Furlani<sup>2</sup>, A.M. Correggiari<sup>3</sup>, F. Antonioli<sup>4</sup>, G. Fontolan<sup>2</sup>, P. Mozzi<sup>1</sup>, S. Rossato<sup>1</sup>,  
L. Vigliotti<sup>3</sup>, A. Asioli<sup>5</sup>, M. Juracic<sup>6</sup>, I. Felja<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Università degli Studi di Padova, Dipartimento di Geoscienze, Padova, Italia

<sup>2</sup>Università degli Studi di Trieste, Dipartimento di Matematica e Geoscienze, Trieste, Italia

<sup>3</sup>CNR-ISMAR, Istituto di Scienze Marine, U.O.S. di Bologna, Italia

<sup>4</sup>ENEA, Agenzia Nazionale per le nuove tecnologie, l'Energia e lo sviluppo economico sostenibile, UTMEA, Roma, Italia

<sup>5</sup>CNR-IGG, Istituto di Geoscienze e Georisorse, U.O.S. di Padova, Italia

<sup>6</sup>University of Zagreb, Department of Geology, Zagreb, Croatia

Le ricostruzioni dei livelli eustatici passati e le previsioni future si basano soprattutto su modelli geofisici che valutano l'aggiustamento della superficie terrestre al variare delle masse glacio-isostatiche. Uno dei punti deboli di questo approccio è spesso il limitato numero di punti di controllo che confrontino i dati predetti dai modelli con le realtà di terreno. Per superare questo ostacolo, negli ultimi anni sono stati raccolti numerosi dati, avviando nuove ricerche sul campo e catalogando le informazioni pregresse tramite l'analisi della letteratura esistente, anche molto locale e di difficile reperimento [ad es. Antonioli et al., 2009]. Il progetto “Studio delle variazioni eustatiche e della subsidenza in Alto Adriatico negli ultimi 130.000 anni attraverso indicatori geomorfologici, stratigrafici e geoarcheologici”, finanziato nel 2010 dall'Università di Padova, ha tra i suoi obiettivi quello di realizzare un database che raccolga gli indicatori relativi ai livelli marini olocenici. Il database è stato denominato Su&So (Subsidence & Sea-level Observations), che in molti dialetti alto adriatici significa “su e giù”. Questa banca dati è pensata per integrarsi con quella del progetto INQUA MEDFLOOD (MEDiterranean sea-level change and projection for future FLOODing, [www.medflood.org](http://www.medflood.org)), costruita per l'intero Mediterraneo.

Lungo la costa bassa tra Monfalcone e il delta del Po gli indicatori maggiormente considerati sono i depositi lagunari che ricoprono in onlap la pianura alluvionale preesistente. Essi sono piuttosto diffusi e vengono ritenuti ben rappresentativi del livello marino esistente durante la loro deposizione, con un errore massimo associato tra -2 e +0,5 m. Indicatori simili sono presenti lungo la costa rocciosa dell'Istria, specie nelle valli a rias, parzialmente riempite da depositi paralici olocenici, come nel caso dei fiumi Mirna, Raša e delle baie di Pirano e Capodistria.

Lungo la costa occidentale, il confronto tra aree diverse, anche se vicine fra loro, evidenzia il peso delle variabili geologiche nella risposta eustatica locale, in particolare la compattazione differenziale dei depositi olocenici e i diversi tassi di deformazione crostale. Per stimare i tassi di subsidenza tettonica su lungo termine, e rendere più evidenti le deformazioni oloceniche, sono stati realizzati alcuni carotaggi fino a 105 m di profondità in modo da valutare la quota dei depositi lagunari del MIS 5.e.

Tra i nuovi dati sono di particolare interesse le misure condotte sui marker stratigrafici e geoarcheologici connessi all'età del Bronzo Recente e Finale (1350-1000 a.C.), che consentono di ricostruire la curva RSL per un periodo finora poco analizzato.

### Bibliografia

Antonioli, F., Ferranti, L., Fontana, A., Amorosi, A., Bondesan, A., Braitenberg, C., Fontolan, G., Furlani, S., Mastronuzzi, G., Monaco, C., Spada, G., Stocchi, P., (2009). *Holocene relative sea-level changes and vertical movements along the Italian and Istrian coastlines*. Quaternary International, 206, 101-133.



## Il rilevamento a nuoto delle coste rocciose: esperienze e sviluppi futuri del progetto Geoswim

S. Furlani<sup>1</sup>, C. Fantoni<sup>2</sup>, F. Antonioli<sup>3</sup>, T. Gambin<sup>4</sup>, F. Cucchi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Università di Trieste, Dipartimento di Matematica e Geoscienze, Trieste, Italia

<sup>2</sup>Università di Trieste, Dipartimento di Scienze della Vita, Trieste, Italia

<sup>3</sup>ENEA, Agenzia Nazionale per le nuove tecnologie, l'Energia e lo sviluppo economico sostenibile, UTMEA, Roma, Italia

<sup>4</sup>University of Malta, Archaeology Farmhouse, Malta

Le coste rocciose rappresentano un ambiente estremamente interessante dal punto di vista geologico e geomorfologico, oltreché paesaggistico. Tuttavia, rispetto alle coste basse, gli studi condotti sono estremamente ridotti, a causa della lentezza dei processi evolutivi, al valore economico inferiore rispetto alle coste basse e, non ultimo, alle difficoltà logistiche e di accesso alle pareti costiere. La lentezza dei processi facilita tuttavia la conservazione di forme relitte a diverse scale, come i solchi di battente, i terrazzi marini o le forme bioerosive. A questo proposito, nel 2012 è partito un progetto, denominato Geoswim [Furlani, 2012], che aveva come obiettivo il rilevamento di lunghi tratti di costa con l'utilizzo di maschera e pinne ed un barchino, sul modello di quelli da pesca, utilizzato come supporto per la strumentazione (GPS, macchine fotografiche, sensori CTD per la misura della salinità e della temperatura, anemometri, ecc).

In questo lavoro vengono presentati i risultati della campagna 2012, nel quale uno degli autori (cfr. Stefano Furlani) ha nuotato per un mese e 250 km lungo le coste dell'Istria meridionale, occidentale e del Golfo di Trieste.

Le morfologie studiate nel corso del rilevamento sono, in particolare, i solchi marini (*notches*), presenti nell'area del canale di Leme e nel settore nordorientale del Golfo di Trieste, le marmitte (*potholes*) sommerse, presenti prevalentemente nell'Istria meridionale, i canaloni costieri (*shore grykes*), presenti nell'Istria settentrionale e le grotte costiere (*sea caves*), prevalentemente nell'Istria centro-meridionale. La presenza o l'assenza di tali forme sono legate ad una complessa interazione tra diversi fattori, tra i quali la litologia, le caratteristiche strutturali, le associazioni biologiche costiere, le condizioni meteorologiche, le condizioni topografiche e la presenza di acque dolci.

Nel luglio 2013, l'esperienza condotta nell'ambito del progetto Geoswim verrà ripetuta lungo le coste delle isole di Gozo e Comino, nell'arcipelago maltese, assieme ad un programma sperimentale mirato alla valutazione degli effetti dell'affaticamento sulla percezione di alcune features morfologiche (profondità, pendenza, ampiezza del solco marino).

### Bibliografia

Furlani, S., (2012). *The Geoswim project: snorkel-surveying along 250 Kilometres of the Southern and Western Istrian Coast*, *Alpine and Mediterranean Quaternary*, 25(2), 7-9.

## Variazioni tardo pleistoceniche del livello marino nel Golfo di Trieste (Italia)

S. Furlani<sup>1</sup>, R. Melis<sup>1</sup>, S. Biolchi<sup>1</sup>, S. Rota<sup>2</sup>, F. Bosso<sup>2</sup>, F. Antonioli<sup>3</sup>, E. Zavagno<sup>1</sup>,  
F. Cucchi<sup>1</sup>, G. Fontolan<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Università di Trieste, Dipartimento di Matematica e Geoscienze, Trieste, Italia

<sup>2</sup>Georicerche S.n.c., Trieste, Italia

<sup>3</sup>ENEA, Agenzia Nazionale per le nuove tecnologie, l'Energia e lo sviluppo economico sostenibile, UTMEA, Roma, Italia

In questo lavoro vengono presentati i risultati di due datazioni <sup>14</sup>C su due campioni provenienti da un sondaggio di 40 m eseguito sul molo della Stazione Marittima di Trieste che forniscono le prime indicazioni sul livello marino pleistocenico nell'Adriatico settentrionale.

Se i dati relativi al Pleistocene sono piuttosto scarsi, le variazioni tardo-oloceniche del livello marino sono state ampiamente studiate da numerosi autori nell'ultimo decennio [es. Antonioli et al., 2007; Furlani et al., 2011; Melis et al., 2012]. Inoltre, le ricerche fin qui eseguite non hanno portato alla scoperta di depositi tirreniani emersi nell'area adriatica, mentre depositi lagunari datati con metodo ESR e attribuiti al Tirreniano si trovano a -54 m m.s.l. nella pianura friulana [Vector, 2009]. Masoli e Zucchi [1968] hanno ritenuto che i livelli più profondi potessero essere riconducibili al MIS5e. La parte superiore del sondaggio è costituita da depositi antropici, da -19 a -36 m sono presenti alternanze di depositi continentali e marini di ambienti diversi. Le due date <sup>14</sup>C eseguite rispettivamente su una conchiglia marina a -21.6 m e un livello torboso a -34.6 m hanno dato età calibrate di 8586±50 cal BP e 41600±560 cal BP. La comparazione delle datazioni <sup>14</sup>C e degli ambienti di sedimentazione con le curve di risalita del livello marino [Waelbroeck et al., 2002] indica che l'area del golfo è soggetta a leggera subsidenza tettonica con tassi variabili dal tardo Pleistocene al tardo Olocene quando, almeno nell'area di Trieste, sembra essere praticamente nulla. I livelli più profondi sono invece probabilmente relativi al 5a o al 5c, se non addirittura 5e. In molti casi, infatti, gusci di conchiglie tirreniane hanno fornito datazioni superiori a 40 ka in altre zone del Mediterraneo.

### Bibliografia

- Antonioli, F., Anzidei, M., Lambeck, K., Auriemma, R., Gaddi, D., Furlani, S., Orrù, P., Solinas, E., Gaspari, A., Karinja, S., Kovačić, V. and Surace, L., (2007). *Sea level change during Holocene from Sardinia and northeastern Adriatic (Central Mediterranean sea) from archaeological and geomorphological data*. Quaternary Science Reviews, 26, 2463–24.
- Furlani, S., Biolchi S., Cucchi F., Antonioli F., Buseti M., Melis R., (2011). *Tectonic effects on Late-Holocene sea level changes in the Gulf of Trieste (NE Adriatic Sea, Italy)*, Quaternary International, 232, 144-157.
- Masoli, M. and Zucchi, M.L., (1968). *Paleontologia ed ecologia dei sedimenti attraversati dal pozzo S. Sabba 2 – Golfo di Trieste*. Pubblicazioni. Museo friulano di storia naturale, 3-19.
- Melis, R., Furlani, S., Antonioli, F., Biolchi, S., Degrassi, V. and Mezgez, K., (2012). *Sea level and paleoenvironment during Roman times from coastal archaeological sites in Trieste (Northern Italy)*. Alpine and Mediterranean Quaternary, 25(1), 41-55.
- V.E.C.T.O.R. Project: *Vulnerabilità delle Coste e degli ecosistemi marini italiani ai cambiamenti climatici e loro ruolo nei cicli del carbonio mediterraneo* (2009).
- Waelbroeck, C., Labeyrie, L., Michael, E., Duplessy, J.C., McManus, J.F., Lambeck, K., Balbon, E. and Labracherie, M., (2002). *Sea-level and deep water temperature changes derived from benthic foraminifera isotopic records*. Quaternary Science Review, 21, 295-305.

## Scenari connessi all'innalzamento del livello del mare nell'area di Foce del F. Volturno (Campania)

I. Giulivo e S. Iuliano

*Settore Difesa Suolo della Regione Campania, Napoli, Italia*

Nell'ambito delle attività del Progetto Operativo di Assistenza Tecnica 2007-13 del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare presso il Settore Difesa del Suolo della Regione Campania sono state analizzate le problematiche connesse ai cambiamenti climatici aventi ricadute sugli equilibri geomorfologici del territorio. La disponibilità di dati altimetrici di precisione (LIDAR) abbinata ai recenti modelli previsionali ha permesso di simulare per l'ampia area di foce del F. Volturno gli effetti dell'innalzamento del livello del mare mediante una serie di scenari, realizzati con tecniche GIS, relativi ai prossimi decenni.

L'area di foce del F. Volturno è caratterizzata da una spiccata fragilità geomorfologica dovuta ad una morfologia estremamente pianeggiante e ad una quota spesso ribassata rispetto allo stesso livello medio del mare. L'intensa urbanizzazione dell'ala destra è dovuta alla presenza di numerosissimi manufatti di tipo residenziale costruiti a poche decine di metri dalla linea di riva ed è avvenuta a partire dagli anni '60; oggi fasi erosionali dell'arenile, con valori nell'ordine di alcune decine di metri, hanno portato le acque marine a lambire tali manufatti [Cocco e Iuliano, 2011].

Adottando i risultati di Antonioli e Leoni [2007] che prevedono un innalzamento del livello del mare di circa 3 cm in 10 anni è stato analizzato il comportamento dell'area: le acque marine vanno ad occupare le aree morfologicamente più depresse sommergendo vasti settori dell'area.

In previsione di un innalzamento del livello del mare al 2100 di 31 cm [Antonioli e Leoni, 2007] si ottiene uno scenario ancora più esasperato con l'intera area invasa dal mare dalle quali spuntano a guisa di scogli manufatti in destra e sporadiche parti morfologicamente più elevate in sinistra. Si ipotizza, inoltre, un'avanzata del mare verso l'entroterra di alcune centinaia di metri con la conseguente ingressione del cuneo salino e con l'alterazione di tutti gli equilibri biologici dell'area quali la scomparsa della vegetazione arbustiva, la parziale distruzione della pineta litoranea e l'allontanamento delle specie faunistiche autoctone.

### Bibliografia

- Cocco, E. e Iuliano, S., (2011). *Le problematiche dell'evoluzione costiera in Campania* In: Convegno Approcci multidisciplinari per lo studio dei processi e la mitigazione dei rischi nei sistemi marino-costieri, 28 - 29 ottobre 2011, Salerno.
- Antonioli, F. e Leoni, G. (2007). *Mappa Nazionale delle aree a rischio di allagamento da parte del mare*. In: Dossier ENEA per lo studio dei cambiamenti climatici e loro effetti. RT ENEA, 83 pp.

## **Integrazione di immagini e iperspettrali e misure in situ per la caratterizzazione spettrale dei sedimenti costieri nell'area di Sabaudia**

C. Manzo<sup>1</sup>, E. Valentini<sup>2</sup>, M.G. Persichillo<sup>3</sup>, F. Filipponi<sup>2</sup>, A. Taramelli<sup>2</sup>,  
G. Giorgetti<sup>4</sup>, L. Disperati<sup>3,4</sup>, F. Venti<sup>2</sup>

<sup>1</sup>CNR-IRA, Istituto per l'Inquinamento Atmosferico, sede di Roma1, Italia

<sup>2</sup>ISPRA, Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, Italia

<sup>3</sup>Università degli Studi di Siena, Centro di GeoTecnologie, Siena, Italia

<sup>4</sup>Università degli Studi di Siena, Dipartimento di Scienze Fisiche, della Terra e dell'Ambiente, Siena, Italia

Il presente lavoro si pone l'obiettivo di fornire un contributo per la caratterizzazione sedimentologica della fascia emersa del sistema spiaggia-duna del litorale del Parco Nazionale del Circeo (Lazio meridionale) attraverso un'integrazione tra diverse tecniche di acquisizione di dati spettro-radiometrici potenzialmente in grado di stimare le caratteristiche mineralogiche e granulometriche dei sedimenti. Mediante l'utilizzo di un sensore iperspettrale aviotrasportato (MIVIS) e di uno spettrometro da campo, sono state analizzate le caratteristiche spettrali legate alla variabilità composizionale dei sedimenti.

La composizione mineralogica, quella granulometrica ed il contenuto d'acqua dei sedimenti sono infatti determinanti primari delle loro intrinseche proprietà di riflettanza. Se gli effetti di composizione dei sedimenti, granulometria e contenuto d'acqua si distinguono spettralmente, è possibile mappare queste proprietà su scale sinottiche utilizzando *overpass* iperspettrali, in combinazione con alcune misure radiometriche di campo.

L'approccio metodologico adottato per il *processing* dei dati iperspettrali è la *Spectral Mixture Analysis* (SMA) che identifica la riflettanza spettrale sperimentale di qualunque materiale come la combinazione lineare della riflettanza di componenti "puri" definiti *endmember* (em). L'insieme di tecniche iperspettrali implementate ha permesso la discriminazione spaziale di alcune caratteristiche fisico-mineralogiche dei sedimenti costieri dell'area di studio sulla base della loro risposta spettrale e ha consentito di approfondire le analisi fino alla scala di dettaglio consentita dalla elevata risoluzione spaziale delle immagini MIVIS.

I risultati di abbondanza ottenuti applicando lo SMA alle immagini consentono di affermare che la composizione mineralogica della spiaggia risulta caratterizzata, a Nord, da una maggior percentuale di Pirosseni. Procedendo verso Sud aumenta il contenuto di Calcite e Feldspati.

L'approccio di studio è relativamente rapido, ha bisogno di un ricorso limitato a campioni e determinazioni di laboratorio, e non interferisce con l'ambiente. Questo studio, essendo basato sull'impiego di immagini telerilevate, fornisce risultati spazialmente continui che possono essere in grado di evidenziare processi e condizioni altrimenti non facilmente rilevabili tramite misure "puntuali". Inoltre, nuovi sorvoli nelle aree costiere adiacenti, potrebbero consentire di valutare la variazione composizionale della spiaggia e quindi l'eventuale effetto selettivo sui relativi componenti, determinato da processi di arretramento/avanzamento della linea di costa e da effetti legati alla *longshore current*.

## Cronologia C<sup>14</sup> delle evidenze dell'impatto di tsunami lungo la costa della Puglia

G. Mastronuzzi<sup>1</sup>, P. Sansò<sup>2</sup>, L. Calcagnile<sup>3</sup>, M. D'Elia<sup>3</sup>, C. Pignatelli<sup>1</sup>, G. Quarta<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Università degli Studi "Aldo Moro", Dipartimento di Scienze della Terra e Geoambientali, Bari, Italia

<sup>2</sup>Università del Salento, DISTEBA, Lecce, Italia

<sup>3</sup>Università del Salento, CEDAD, Dipartimento di Ingegneria dell'Innovazione, Lecce, Italia

In tempi storici, le coste dell'Italia meridionale- in Sicilia, Calabria e Puglia - sono state colpite da diversi tsunami causando numerose vittime. Recenti indagini svolte lungo le coste della Puglia hanno rilevato la presenza di evidenze morfologiche e sedimentologiche dell'impatto di tali ondatazioni eccezionali, caratterizzate dalla presenza di resti di organismi marini, bioconcrezioni su massi o gusci/scheletri nel sedimento, che ne permetterebbero un'attribuzione cronologica mediante analisi AMS. La disponibilità di un buon set di dati C14 spesso da sola non è sufficiente per una corretta attribuzione cronologica di questi fenomeni in termini spaziali e temporali. Cataloghi storici di terremoti e tsunami possono aiutare a identificare la correlazione tra le forme e i sedimenti, le età C14 ed altri dati geocronologici eventualmente derivati dal sedimento. Le evidenze dell'impatto di ondatazioni eccezionali sono state suddivise in gruppi in base alla loro ubicazione e sono state analizzate le età radiocarbonio calibrate insieme alle incertezze statistiche associate ( $1\sigma$  e  $2\sigma$ ). Le età non calibrate sono state processate utilizzando il software CALIB 6.01 e i dati più recenti disponibili sull'effetto serbatoio del Mar Mediterraneo.

I risultati ottenuti sono stati confrontati e correlati con quelli disponibili in cataloghi storici. Ne è risultato che tenendo conto dei soli dati geocronologici e stratigrafici è ben difficile riconoscere e discriminare eventi molto vicini nello spazio e nel tempo; elemento fondamentale per la individuazione del singolo evento è la disponibilità di fonti storiche ben documentate. Purtroppo però non sempre le aree colpite dalle ondatazioni erano popolate e ancor meno frequentemente da genti pronte a raccogliere in testi descrizioni dell'evento. Dai dati disponibili sembra confermata l'ipotesi che tsunami importanti abbiano colpito la Puglia meridionale il 4 dicembre 1456 e il 28 febbraio 1743. Solo sulla base dei dati geocronologici è impossibile attribuire il massi rilevati di Punta Saguerra in prossimità di Taranto, all'evento del 1832 piuttosto che all'evento del 1836. D'altra parte, la posizione stimata del terremoto, la sua intensità, la descrizione degli eventi e le caratteristiche geomorfologiche della costa calabrese e di quella pugliese sembrano, insieme, indicare come probabile che i massi di Punta Saguerra siano stati accumulati dallo tsunami indotto dal sisma di Rossano Calabro del 1836.

L'età C<sup>14</sup> delle evidenze è uno delle prove che insieme a metodi cronologici "storici" deve essere usata per individuare un evento catastrofico avvenuto nel passato. In sostanza, le età 14C sono prove circostanziali e non un verdetto finale.

## Indicatori archeologici e paleoambientali del livello marino relativo durante gli ultimi 5000 anni nell'antica città di Altino (Laguna di Venezia)

P. Mozzi<sup>1</sup>, A. Fontana<sup>1</sup>, A. Ninfo<sup>1</sup>, F. Ferrarese<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Università degli Studi di Padova, Dipartimento di Geoscienze, Padova, Italia

<sup>2</sup>Università degli Studi di Padova, Dipartimento di Scienze Storiche, Geografiche e dell'Antichità, Padova, Italia

La porzione settentrionale della Laguna di Venezia è stata caratterizzata da un tasso medio di subsidenza tettonica di 0,6 mm/a negli ultimi 125.000 anni. Nel corso dell'Olocene a questo trend si è sovrapposto l'innalzamento eustatico legato alla trasgressione marina. L'odierna laguna si è iniziata a formare 8-7000 anni fa e si è progressivamente estesa verso monte, sommergendo la pianura alluvionale LGM a partire dalle zone maggiormente depresse, quali le incisioni corrispondenti a paleoalvei fluviali. Modelli geofisici calcolano che nell'area veneziana il mare era a -4 m circa 6000 anni fa, a -2 m attorno a 4000 anni fa, a -1 m circa 3000 anni fa e pochi decimetri sotto il livello odierno attorno a 2000 anni fa; i dati di terreno presentano sempre quote minori rispetto ai valori teorici, denotando la subsidenza occorsa dalla loro deposizione [Amorosi et al., 2008].

Al margine del settore settentrionale della laguna era ubicato l'importante scalo portuale romano di Altino [Ninno et al., 2009]. Il sito, già interessato da un grande insediamento nel II millennio a.C., aveva raggiunto forma pienamente urbana nell'età del Ferro tra il IX e il VI secolo a.C. I dati geoarcheologici raccolti nell'area forniscono un importante ausilio nella ricostruzione dei livelli marini relativi in questo settore lagunare. In più punti vi sono livelli lagunari romani situati tra -1,5 e -2,0 m slm. Gli indicatori utilizzati sono riferiti a elementi strutturali quali banchine portuali e approdi che, avendo le fondazioni sui depositi alluvionali LGM, possono essere considerati relativamente stabili e scarsamente soggetti a compattazione differenziale. La sedimentologia e il contenuto paleontologico del riempimento sedimentario della darsena e dei canali che, a partire dal II millennio a.C., attraversavano la città e si connettevano con il reticolo idrografico minore, consentono di riconoscere la risalita del cuneo salino. Presso Ca' Tron, pochi km a est di Altino, è stato documentato che il tracciato della strada consolare via Annia venne deviato alla fine del I sec. a.C. in quanto era stato compromesso dalla deposizione di fanghi lagunari.

I nuovi dati sono stati raccolti tramite indagini condotte con finanziamenti della Regione Veneto (convenzioni con Unità Complessa Progetti Strategici e Politiche Comunitarie) e dell'Università di Padova (Progetto di Ateneo "Studio delle variazioni eustatiche e della subsidenza in Alto Adriatico negli ultimi 130.000 anni attraverso indicatori geomorfologici, stratigrafici e geoarcheologici").

### Bibliografia

- Amorosi, A., Fontana, A., Antonioli, F., Primon, S., Bondesan, A., (2008). *Post-LGM sedimentation and Holocene shoreline evolution in the NW Adriatic coastal area*. *GeoActa*, 7, 41-67.
- Ninno, A., Fontana, A., Mozzi, P., Ferrarese, F., (2009). *The Map of Altinum, Ancestor of Venice*. *Science*, 325, 577.

## Una stima su base geo-archeologica del potenziale tasso medio di subsidenza (negli ultimi 2 Ka circa) del Golfo di Pozzuoli

S. Passaro<sup>1</sup>, M. Barra<sup>1</sup>, S. Di Giacomo<sup>2</sup>, H. Uhlen<sup>3</sup>, A. Leotta<sup>2</sup>, S. Mazzola<sup>1</sup>, R. Saggiomo<sup>4</sup>

<sup>1</sup>CNR-IAMC, Istituto per l'Ambiente Marino Costiero, sede di Napoli, Italia

<sup>2</sup>Kongsberg Maritime S.r.l., Roma, Italia

<sup>3</sup>Kongsberg Maritime AS, Horten, Norway

<sup>4</sup>Enviroconsult S.r.l., Napoli, Italia

In questo lavoro vengono presentati i risultati di due rilievi morfo-batimetrico effettuati nell'area archeologica di Baia-Pozzuoli (Golfo di Napoli). Tale area è situata nel complesso vulcanico attivo dei Campi Flegrei, dove il bradisismo e la recente attività vulcanica hanno fortemente influenzato l'evoluzione costiera ultimi 2 Ka. Il Modello Digitale del Terreno (DTM) del fondo marino, con passo di cella a 5m, ha permesso di identificare e cartografare i principali ritrovamenti archeologici sommersi presenti al fondo mare, che includono il complesso (inizialmente militare) dell'antica Portus Iulius e i complessi termali e le ville dell'area residenziale di Baia (Baianus Lacus), entrambi di epoca romana. La diga foranea detta "Via Herculanea" delimitava il bacino (all'epoca antropico e molto più esteso dell'attuale) del Lago Lucrino.

L'ispezione morfologica del DTM mostra anche l'evidenza di un sistema di fratture ad andamento preferenziale circa N-S, sull'allineamento che idealmente congiunge l'area di emissione idrotermale attiva conosciuta come Secca delle Fumose all'edificio vulcanico del Monte Nuovo [Passaro et al., 2013].

Un rilievo ad altissima risoluzione (10 cm) è stato eseguito su Villa dei Pisoni (I secolo a.C.) e sulla Secca delle Fumose, dove sono presenti numerose "pilae", probabilmente parte di opere di difesa costiera. L'identificazione delle presunte "altezze funzionali", ovvero l'elevazione rispetto al livello medio-mare che specifici manufatti avevano all'epoca della loro costruzione, ha permesso di risalire ad una quantificazione (approssimativa) del tasso complessivo di subsidenza medio negli ultimi 2Ka, che è risultato essere variabile fra 2.55 ( $\pm 0,5$ ) mm / anno per il settore orientale (Pozzuoli) e 2.90 ( $\pm 0,5$ ) mm / anno per la parte occidentale (Baia). Tale differenza potrebbe essere dovuta al sistema di fratture N-S, identificato sul DTM.

### Bibliografia

Passaro, S., Barra M., Saggiomo, R., Di Giacomo, S., Leotta, A., Uhlen, H. & Mazzola, S. (2013). *Multi-resolution morpho-bathymetric survey results at the Pozzuoli-Baia underwater archaeological site (Naples, Italy)*. Journal of Archaeological Science, 40 (2), 1268-1278.

## **Ampiezza e tassi dei movimenti verticali a Capo Vaticano (Calabria occidentale, Italia) negli ultimi 20 mila anni determinati sulla base di cunei progradanti e piattaforme di abrasione**

F. Pepe<sup>1</sup>, L. Ferranti<sup>2</sup>, M. Sacchi<sup>3</sup>, G. Bertotti<sup>4</sup>, A.M. Collura<sup>1</sup>, A. Sulli<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Università di Palermo, Dipartimento di Scienze della Terra e del Mare, Palermo, Italia

<sup>2</sup>Università "Federico II", Dipartimento di Scienze della Terra, dell'Ambiente e delle Risorse, Napoli, Italia

<sup>3</sup>CNR-IAMC, Istituto per l'Ambiente Marino Costiero, sede di Napoli, Italia

<sup>4</sup>University of Technology, Department of GeoSciences and Engineering, Delft, Netherlands

Ampiezza e tassi dei movimenti tettonici verticali sono stati quantificati nel settore *offshore* di Capo Vaticano (Calabria occidentale), nell'intervallo Pleistocene superiore – Olocene, sulla base delle profondità del ciglio dei cunei progradanti infralitorali e delle piattaforme di abrasione formatesi durante l'ultimo massimo glaciale (LGM). I cunei progradanti sono stati riconosciuti in profili sismici a riflessione ad alta risoluzione Sparker. I dati sismici sono stati acquisiti lungo la piattaforma e la scarpata continentale superiore, durante le crociere oceanografiche Marisk 2010 e 2012 organizzate dall'IAMC del CNR di Napoli, il DISTEM dell'Università di Palermo e il Dip. di Scienze della Terra dell'Università di Napoli.

La deformazione tettonica verticale del promontorio di Capo Vaticano e del suo prolungamento *offshore* è caratterizzata da una marcata asimmetria, con profondità dei cigli dei cunei infralitorali che si approfondisce progressivamente procedendo verso NE. La rimozione della componente non tettonica dei movimenti verticali, ottenuta utilizzando dati sulle variazioni glacio-eustatiche del tardo Quaternario [Lambeck et al., 2011], indica nell'area in esame ~11 ( $\pm$  5) m di sollevamento e di ~25 ( $\pm$  5) m di subsidenza, nell'intervallo post-LGM, muovendoci da sud-ovest verso nord-est, su una distanza di ~22 km. Il valore medio del tasso di sollevamento e di subsidenza (considerando la componente sia regionale sia locale) per gli ultimi 20.350 ( $\pm$  1,35) anni sono pari a 0,52 ( $\pm$  0,28) mm/anno e di 1,23 ( $\pm$  0,32) mm/anno, rispettivamente.

I valori dell'ampiezza e il pattern dei movimenti verticali ottenuti attraverso l'analisi dei cunei progradanti infralitorali sono comparabili, sebbene a tassi parzialmente differenti, sia con quelli determinati attraverso *marker* geomorfologici tardo Olocenici [Spampinato et al., 2012] che con i tassi di sollevamento a lungo termine calcolati sulla base delle posizioni dei terrazzi marini formati a 80 a 215 mila anni [Cucci & Tertulliani, 2010]. L'integrazione dei nuovi dati con quelli disponibili in letteratura indica che il basculamento del promontorio di Capo Vaticano è episodico ed è avvenuto principalmente tra 215 e 125 mila anni e nel post-LGM.

### **Bibliografia**

- Cucci, L. and Tertulliani, A., (2010). *The Capo Vaticano (Calabria) coastal terraces and the 1905 M7 earthquake: the geomorphological signature of regional uplift and coseismic slip in southern Italy*. Terra Nova, 22, 378–389.
- Lambeck, K, Antonioli, F., Anzidei, M., Ferranti, L., Leoni, G., Scicchitano, G., Silenzi, S., (2011). *Sea level change along the Italian coast during the holocene and projections for the future*. Quaternary International, 232, 250-257.
- Spampinato, C.R., Antonioli, F., Ferranti, L., Monaco, C., Scicchitano, G., (2012). *Holocene co-seismic deformation at Capo Vaticano (Calabria): new data from raised paleo-shorelines*. Rend. online Soc. Geol. It., Vol. 22 (2012), pp. 215-217.



## La datazione archeomagnetica delle Fornaci di età Eneolitica rinvenute a Croce di Papa, Nola (NA) ed implicazioni paleoambientali

C. Principe<sup>1</sup>, S. Arrichi<sup>1,2</sup>, M. Devidze<sup>3</sup>, D. Giordano<sup>1,4</sup>, M. Le Goff<sup>5</sup>,  
A. Googuitchaichvili<sup>6</sup>, S. La Felice<sup>1</sup>

<sup>1</sup>CNR-IGG, Istituto di Geoscienze e Georisorse, Lucca, Italia

<sup>2</sup>Provincia di Pisa – Settore Bonifiche Ambientali, Pisa, Italia

<sup>3</sup>Ivane Javakhishvili Tbilisi State University, M. Nodia Institute of Geophysics, Tbilisi, Georgia

<sup>4</sup>Università degli Studi di Torino, Dipartimento di Scienze della Terra, Torino, Italia

<sup>5</sup>IPGP-CNRS, Paris, France

<sup>6</sup>Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geofísica, Messico

L'Età del Rame (o Eneolitico, o Calcolitico dal latino) segna la prima fase dell'uso umano dei metalli. Si pensa comunemente che l'Eneolitico cominci in Europa sud-orientale agli inizi del IV millennio a.C. [Passariello et al., 2010] e sia retrodatabile di almeno 1000 anni nel Medio Oriente [Radivojevic et al., 2010], dove sono concentrate la maggior parte delle miniere di rame conosciute. A differenza dell'età del Bronzo (che in Campania è ben presente e riconosciuta nella facies di Palma Campana), molto pochi sono in Campania i rinvenimenti archeologici riferibili all'Eneolitico.

In questo lavoro, utilizzando la tecnica di datazione archeomagnetica [Tanguy et al., 2013] sono state datate delle strutture combuste ritrovate nel livello stratigrafico più basso all'interno del sito archeologico di Croce di Papa, nei pressi di Nola (NA, Italia). Le età ottenute rientrano, entro il limite di confidenza del 95%, nell'intervallo di età fra 4448 e 3995 anni a.C.. Questo dato consente di retrodatare l'Eneolitico nella Piana Campana alla prima metà del V millennio a.C..

Questo dato di età è stato intrecciato con i dati geologici e archeologici disponibili per tutta l'area peri-vesuviana durante le ultime migliaia di anni. Il tipo di approccio usato che rende il dato cronostatigrafico parte integrante dell'interpretazione archeologica di un'area complessa, ha la sua migliore applicazione in aree ricche di storia e da sempre densamente popolata come tutta la regione peri-mediterranea. Nello specifico è stato in questo modo possibile ricostruire le principali variazioni geo-ambientali, nella Piana Campana, con particolare attenzione alla Piana di Nola. Questo risultato ha importanti implicazioni nella distribuzione degli insediamenti precedenti all'età del Bronzo, legata alla sussistenza nelle varie epoche di differenti ambienti di sedimentazione in terra ed in acqua (marino, lacustre, palustre).

### Bibliografia

- Passariello, I., Talamo, P., D'Onofrio, A., Barta, P., Lubritto, C., Terrasi, F. (2010). *Contribution of Radiocarbon Dating to the Chronology of Eneolithic in Campania (Italy)*. *Geochronometria*, 35, 25-33.
- Radivojevic, M., Rehren, T., Pernicka, E., Sljivar, D., Brauns, M., Boric, D. (2010). *On the origin of the extractive metallurgy - New evidence from Europe*. *Journal of Archaeological Science*, 37, 2775-2787.
- Tanguy, J.C., Le Goff, M., Principe, C., Arrighi, S., Paiotti, A., Chillemi, V., La Delfa, S., Patané, G. (2003). *Acheomagnetic dating of mediterranean volcanics from the last 2,100 years: validity and limits*. *Earth Planetary Sciences Letters*, 211, 111-124.

## **Torri costiere e tettonica attuale nella Penisola Salentina (Puglia meridionale, Italia)**

P. Sansò<sup>1</sup> e G. Mastronuzzi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Università del Salento, DISTEBA, Dipartimento di scienze e tecnologie biologiche e ambientali, Lecce, Italia*

<sup>2</sup>*Univeristà di Bari, Dipartimento di Scienze della Terra e Geoambientali, Bari, Italia*

Il perimetro costiero della Penisola Salentina (Puglia meridionale, Italia) è costellato da una serie di torri costiera realizzate a partire dalla seconda metà del XVI secolo per costruire un sistema di preallarme contro gli attacchi dei pirati. Due torri costiere in particolare, Torre Fiumicelli presso Otranto sulla riva dell'Adriatico e Torre Pali presso Gallipoli sullo Ionio, mostrano la loro base a circa 50 cm sotto l'attuale livello medio del mare. L'analisi geomorfologica rivela che una vasta piattaforma di costa rocciosa si estende fino a circa 1 m di profondità davanti alle due torri costiere. I dati suggeriscono che all'atto della loro costruzione, il livello medio del mare fosse ad una posizione di circa  $60 \pm 20$  cm sotto quello attuale. Un'ampia piattaforma verso mare costituiva protezione rispetto alle mareggiate più forti.

L'integrazione di questi dati con quelli provenienti dalla ricerca archeologica e geomorfologica effettuata nel corso degli ultimi anni lungo la costa sud della Puglia, suggerirebbe che un aumento del livello del mare di circa 1.2 mm/anno può essere stimato nel corso degli ultimi millenni lungo la costa della penisola salentina. Considerando l'andamento della più recente curva eustatica proposta per la Puglia, è necessario considerare per il periodo del tardo Olocene un tasso di subsidenza di circa 0,7 mm/anno.

I dati raccolti consentono di meglio definire la storia tettonica quaternaria della Penisola Salentina. Essa conobbe un periodo di subsidenza generale durante il Pleistocene inferiore che è stato interrotto da un rapido sollevamento durante il Pleistocene medio. Tale uplift si sarebbe fermato in corrispondenza del MIS 9.3 (circa 330 ka BP) e sostituito da una fase di sostanziale stabilità che sarebbe durata fino al Pleistocene superiore-Olocene. Una parte della Penisola Salentina sarebbe ora in subsidenza probabilmente collegata alla doming della regione.

## **Assetto morfodinamico in risposta alla variazione climatica in litorali sabbiosi della Sardegna occidentale**

S. Simeone<sup>1</sup>, A. Cucco<sup>1</sup>, S. De Muro<sup>2</sup>, G. De Falco<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*CNR-IAMC, Istituto per l'Ambiente Marino Costiero, U.O.S. di Oristano, Italia*

<sup>2</sup>*Università di Cagliari, Dipartimento di Scienze Chimiche e Geologiche, Cagliari, Italia*

L'innalzamento del livello del mare potrebbe portare ad una erosione generalizzata delle coste sabbiose. In termini grossolani si stima che il tasso di erosione a lungo termine delle coste sabbiose può essere di due ordini di grandezza superiore al tasso di innalzamento del livello del mare. Inoltre le variazioni climatiche possono incidere sui regimi dei venti e di conseguenza modificare le intensità e la frequenza delle mareggiate. Sono numerosi gli studi che verificano come il cambiamento climatico abbia un effetto sul clima ondoso, in particolare sulla frequenza degli eventi estremi e sui regimi medi dei parametri ondosi. Gli effetti di tali modificazioni possono avere notevoli ripercussioni sulle coste sia in termini di modificazioni morfologiche economiche che gestionali.

Il presente studio ha l'obiettivo di investigare gli effetti potenziali causati dai cambiamenti climatici sui litorali sabbiosi e, in particolare, analizzare le possibili modificazioni dei sistemi costieri causati da variazioni del regime dei venti dominanti e delle mareggiate. Due spiagge, localizzate nella costa centro-occidentale della Sardegna), differenti per esposizione e morfologia sono state utilizzate per la realizzazione dello studio: la spiaggia di Is Arutas, una spiaggia di fondo baia costituita da sedimenti relitti grossolani e la spiaggia di Is Arenas, aperta e costituita da sedimenti più fini. Queste spiagge rappresentano due tipologie differenti su cui testare gli effetti di variazioni climatiche in relazione alle caratteristiche morfodinamiche.

È stata realizzata una campagna di prelievo di sedimenti nelle due spiagge, è stata condotta una campagna batimetrica per identificare le morfologie sommerse, sono state determinate le variazioni morfologiche lungo profili emersi e sommersi utilizzando un GPS differenziale RTK e un ecografo a fascio singolo. Al fine di identificare l'assetto morfodinamico delle due spiagge sono stati implementati dei modelli. Per la spiaggia di Is Arutas, si è utilizzato il modello di Short che consente di individuare il grado di imbiamento e lo scambio di sedimenti tra la spiaggia e l'offshore, mentre per la spiaggia di Is Arenas è stato utilizzato un modello numerico di tipo idrodinamico accoppiato ad un modello numerico d'onda. La spiaggia di Is Arutas sia composta da sabbia molto grossa e da una frazione ghiaiosa, mentre la spiaggia di Is Arenas sia composta da sabbia media e fine. La variabilità lungo i profili è più elevata nella spiaggia di Is Arenas, per la quale la profondità di chiusura si localizza intorno agli 8 metri di profondità. Applicando il modello di Short alla spiaggia di Is Arutas, con le condizioni climatiche attuali, la stessa risulta essere dominata da una circolazione di tipo normale, solo per il 2% dell'anno la circolazione della surf zone risulta di tipo cellulare, con un possibile trasferimento di sedimento oltre i capi rocciosi. L'applicazione dei modelli numerici alla spiaggia di Is Arenas, indica come la morfodinamica della stessa sia regolata dagli eventi di maestrale, con l'attivazione di numerose celle di circolazione in corrispondenza della zona di barre.

Le due spiagge in esame si presentano come due sistemi differenti che rispondono alle forzanti meteo marina in maniera diversa, nella spiaggia di Is Arutas il movimento del sedimento e quindi la variabilità morfologica avviene nella swash zone. Mentre per la spiaggia di Is Arenas la variabilità interessa soprattutto la spiaggia sommersa ed il sedimento spostato si localizza in questa zona.

L'aumento in frequenza ed in intensità degli eventi estremi, caratterizzati da maggior energia, potrebbero portare ad un riassetto drastico dei due sistemi considerati. In particolare per le spiagge embayed si potrebbe assistere ad una maggiore frequenza della situazione definita "cellular" caratterizzata dalla presenza di megarip che porterebbero alla fuoriuscita dal sistema di ingenti quantitativi di sedimento, causando quindi uno squilibrio della spiaggia verso l'arretramento e l'erosione. In spiagge aperte ed esposte, come quella di Is Arenas, l'effetto di una modifica delle condizioni climatiche potrebbe portare ad una radicale modifica dell'assetto morfodinamico della spiaggia. In particolare la spaziatura e la morfologia delle cuspidi, il movimento e la morfologia delle barre sabbiose sommerse. ed una rotazione del sistema per tutta la sua lunghezza e quindi una massiccio trasferimento di sedimento da SE verso NW con implicazioni anche sul sistema dunale e sulla vegetazione presente.

## **Ricostruzione e valorizzazione del paesaggio naturalistico di Sinuessa per lo sviluppo economico sostenibile del territorio**

A. Trocciola<sup>1</sup>, C. Minopoli<sup>1</sup>, R. Pica<sup>1</sup>, L. De Dominicis<sup>2</sup>, P. Sarao<sup>3</sup>, M.G. Ruggi<sup>4</sup>,  
P. Caputo<sup>5</sup>, R. Santanastasio<sup>6</sup>

<sup>1</sup>ENEA, Agenzia Nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile, Portici, Italia

<sup>2</sup>ENEA, Agenzia Nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile, Frascati, Italia

<sup>3</sup>Comune di Sessa Aurunca, Caserta, Italia

<sup>4</sup>Soprintendenza ai Beni Archeologici di AV BN CE SA, Italia

<sup>5</sup>Soprintendenza Speciale ai Beni Archeologici di Napoli e Pompei, Napoli, Italia

<sup>6</sup>Marenostrum di Archeoclub d'Italia, Roma, Italia

Una chiave di lettura per la comprensione della dinamica dei fenomeni geologici sui cambiamenti delle linee di riva è l'osservazione e la ricostruzione dei manufatti antropico-archeologici costieri: tale approccio è stato adottato nell'ambito della convenzione scientifica tra l'ENEA ed il Comune di Sessa Aurunca (CE). L'accordo mira alla valorizzazione e alla promozione territoriale dell'area archeologica marina sommersa di Sinuessa, prospiciente un litorale di pregio, sia dal punto di vista paesaggistico e naturalistico, sia da quello turistico culturale.

In quest'area sono state programmate due campagne di ricerca subacquea: una conclusa nel settembre 2012, che ha permesso di perimetrare la porzione di fondale dove maggiori sono le probabilità di rinvenire le strutture dell'antico porto di Sinuessa, famoso approdo che a oggi non ha trovato ancora una sua esatta ubicazione; nella seconda del 2013 sarà ricostruita la morfologia del fondale mediante l'utilizzo di tecnologie innovative non invasive in 3D (Side Scan Sonar e Laser Scanner). L'area delimitata è di 1.500.000 m<sup>2</sup>: il piano di navigazione per il rilievo con Side Scan Sonar prevede il rilievo per transetti con interasse di 80 metri nelle zone meno significative, ma con intensificazione dei transetti a 50 m nelle zone, dove è richiesto un maggiore dettaglio. La distanza dei transetti permetterà la sovrapposizione dell'immagine rilevata del fondale, variabile tra i 10 ed i 20 m. A questa indagine seguirà l'impiego di un Laser Scanner prototipale, miniaturizzato dai tecnici ENEA, per un utilizzo in ambienti di bassa profondità, caratterizzati da notevole torbidità, come nel caso dei fondali di Sinuessa.

In sintesi, la collaborazione tra ENEA e Comune, sebbene finalizzata allo sviluppo economico sostenibile dell'area marina, in relazione al patrimonio naturalistico e geoarcheologico (geosito), ha permesso:

- di fornire elementi utili alla ricostruzione della morfologia della paleolinea di battigia (di epoca romana, III sec. a.C.) e la caratterizzazione della litologia del banco roccioso prospiciente l'area del litorale comunale;
- la verifica e la georeferenziazione delle evidenze ascrivibili ad attività antropiche (colonia di Sinuessa).

Gli studi effettuati con la collaborazione delle Soprintendenze ai Beni Archeologici della Regione Campania sono in linea con la Convenzione del 2001 dell'UNESCO per la protezione e fruizione del patrimonio culturale sommerso e potranno costituire un modello di riferimento per la creazione di siti/geositi sottomarini, allo scopo di preservare in situ e rendere fruibili, attraverso lo sviluppo dell'archeologia subacquea, le antiche vestigia presenti sui fondali.

# 5 Relazioni tra tettonica recente e sedimentazione in settori costieri

È noto che la posizione della linea di riva è un elemento estremamente dinamico della superficie terrestre ed è definita nel tempo dall'interazione fra processi geodinamici, eustatici ed erosivo/deposizionali. Negli ultimi anni è cresciuta enormemente la consapevolezza del ruolo e dell'importanza della componente verticale dei movimenti tettonici per spiegare la posizione e la distribuzione altimetrica o batimetrica delle linee di costa nel recente passato. Contemporaneamente è aumentata la percezione di quanto sia importante gerarchizzare tali movimenti, distinguendo quelli di dimensioni e origini geodinamiche regionali da quelli legati



all'attività di singole faglie, quantunque grandi. Mentre su coste rocciose le testimonianze di vecchie linee di costa sono limitate (es. solchi di battente), su coste basse dominate dalla sedimentazione, la presenza di depositi marini terrazzati può consentire di comprendere l'evoluzione tettonica di ampie porzioni del territorio. I metodi di datazione assoluta, accompagnati dall'analisi di facies e dall'analisi sequenziale, consentono di ricostruire il trend evolutivo di ogni singolo prisma costiero, per ottenere un ordine stratigrafico coerente. Ciò permette di agganciare i singoli depositi a specifiche posizioni relative del livello del mare, da cui sottrarre gli effetti eustatici e/o tettonici. In questo quadro di forti interrelazioni tra fenomeni geologici distinti giocano un ruolo cruciale i terremoti, di volta in volta visti come la spia di fenomeni evolutivi a scala del singolo bacino (altrimenti difficili da comprendere), o come la causa diretta della rimobilizzazione di volumi di sedimenti (frane sottomarine) che potrebbero determinare il brusco arretramento delle linee di riva o la deposizione di corpi torbiditici prossimali. Questa sessione intende sollecitare la presentazione di contributi riguardanti differenti approcci usati per lo studio di depositi costieri recenti sia in aree di recente investigazione, sia in aree per le quali la disponibilità di nuovi dati e modelli sta portando a significative riletture delle conoscenze pre-esistenti.

Chairman della sessione

**Gianluca Valensise<sup>1</sup>, Luisa Sabato<sup>2</sup>, Riccardo Caputo<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Sezione Sismologia e Tettonofisica, Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Roma, Italia | [gianluca.valensise@ingv.it](mailto:gianluca.valensise@ingv.it)

<sup>2</sup>Dip. di Scienze della Terra e Geoamb., Univ. degli Studi di Bari "Aldo Moro", Bari, Italia | [luisa.sabato@uniba.it](mailto:luisa.sabato@uniba.it)

<sup>3</sup>Dipartimento di Fisica e Scienze della Terra - TectoLab, Univ. di Ferrara, Ferrara, Italia | [rcaputo@unife.it](mailto:rcaputo@unife.it)



## **I risultati preliminari della perforazione recente a Bagnoli (CFDDP): contributi per lo studio dell'evoluzione della linea di costa nell'area orientale della caldera dei Campi Flegrei Flegrei**

G. Aiello<sup>1</sup>, D. Barra<sup>1,2</sup>, S. Carlino<sup>2</sup>, G. De Natale<sup>2</sup>, S. de Vita<sup>2</sup>, M.A. Di Vito<sup>2</sup>, R. Isaia<sup>2</sup>,  
A. Marturano<sup>2</sup>, F. Molisso<sup>2</sup>, A. Mormone<sup>3</sup>, M. Piochi<sup>2</sup>, M. Sacchi<sup>1</sup>, R. Somma<sup>2</sup>,  
C. Troise<sup>2</sup>, T. Wiersberg<sup>4</sup>

<sup>1</sup>*CNR-IAMC, Istituto per l'Ambiente Marino Costiero, sede di Napoli, Italia*

<sup>2</sup>*Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione di Napoli – Osservatorio Vesuviano, Napoli, Italia*

<sup>3</sup>*Università "Federico II", Dipartimento di Scienze della Terra, dell'Ambiente e delle Risorse, Napoli, Italia*

<sup>4</sup>*Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ Telegrafenberg, Potsdam, Germany*

La perforazione effettuata recentemente nel settore orientale della caldera vulcanica dei Campi Flegrei, nell'ambito del progetto CFDDP (Campi Flegrei Deep Drilling Project), può fornire informazioni utili per lo studio dell'evoluzione della linea di costa napoletana, come dimostrano i risultati preliminari ottenuti. Il pozzo, sponsorizzato dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia e dall'International Continental Scientific Drilling Program, eseguito nella piana di Bagnoli a ridosso del Golfo di Pozzuoli (~1 m s.l.m.), ha raggiunto la profondità di 501 metri, permettendo l'esplorazione del sottosuolo e la ricostruzione stratigrafica del sito oggetto di studio. In particolare, è stata effettuata un'analisi del cutting di trivellazione recuperato dai fanghi di perforazione e di due carotaggi eseguiti a -438 m e -500 m dal piano campagna (pc) per scopi geolitologici, stratigrafici, tefrostratigrafici, paleontologici e biologici.

La sequenza stratigrafica attraversata è costituita essenzialmente da depositi piroclastici relativi all'accumulo - in ambiente subaereo ma anche verosimilmente sommerso - di prodotti di eruzioni esplosive o alla deposizione di materiale rimaneggiato in ambiente marino. Il gas rilevato nel fango di perforazione è meno del 0.2% in volume ed è composto essenzialmente da CO<sub>2</sub> e subordinatamente da CH<sub>4</sub>; in esso è stata occasionalmente rilevata la presenza di H<sub>2</sub>S. Alcuni prodotti piroclastici primari, in particolare quelli più superficiali, sono correlabili su base tefrostratigrafica a depositi affioranti. Sedimenti depositati in ambiente marino e costituiti da frammenti piroclastici eterogenei per vescicolazione, porfiricità e colore, con elevato grado di abrasione, resti di fossili silicei e carboniosi di origine vegetale, si rinvennero tra circa -42 e -107 m dal pc; tra questi sono presenti anche livelli torbosi. Procedendo verso il basso è stato perforato un livello con spessore di ~60 m costituito da materiale scoriaceo nero-brunastro, simile a quello affiorante lungo la parete occidentale della collina di Posillipo. A partire da 270 m dal pc la successione è costituita da piroclastiti di colore verdognolo, contenente pochi cristalli e litici, priva di resti fossili, ed estremamente alterata come dimostrato dalla diffusione di calcite, albite, pirite, adularia, montimorillonite e glauconite. Questi depositi glauconitizzati presentano locali arricchimenti di pomici ben vescicolate e afriche, di colore giallo-arancio, a cui è associata la presenza di H<sub>2</sub>S. Alla base della perforazione si riconosce un tufo grigiastro a matrice cineritico-sabbiosa con scorie nero-argentate estremamente alterate. I dati raccolti sino ad oggi sono utili per lo studio della dinamica del settore costiero orientale dei Campi Flegrei in relazione ai processi vulcanici ed erosivo/deposizionali associati alla vulcano-tettonica, con particolare o ai fenomeni tettonici operanti su più ampie porzioni del territorio.

## **Modificazioni morfologiche e stratigrafiche della fascia costiera di Napoli avvenute negli ultimi millenni**

V. Buonomo<sup>1</sup>, B. Meola<sup>2</sup>, F. Ortolani<sup>3</sup>, S. Pagliuca<sup>4</sup>, V. Pinto<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*c/o CNR-IAMC, Istituto per l'Ambiente Marino Costiero, sede di Napoli, Italia*

<sup>2</sup>*c/o Università "Federico II", Dipartimento di Scienze della Terra, dell'Ambiente e delle Risorse, Napoli, Italia*

<sup>3</sup>*Università "Federico II", Dipartimento di Scienze della Terra, dell'Ambiente e delle Risorse, Napoli, Italia*

<sup>4</sup>*CNR-ISAFoM, Istituto per i Sistemi Agricoli e Forestali del Mediterraneo, sede di Ercolano (NA), Italia*

La reinterpretazione di numerosi sondaggi eseguiti nella fascia costiera di Napoli e i dati scaturiti dai lavori per l'esecuzione della linea metropolitana, già pubblicati, integrati da rilievi geoambientali hanno permesso di ricostruire l'evoluzione morfologica e stratigrafica che ha interessato la fascia costiera della città negli ultimi millenni.

La stratigrafia delle vulcaniti che costituiscono il sottosuolo cittadino è schematizzabile nel substrato litoide rappresentato dal Tufo Gallo Napoletano (circa 15.000 BP) e da una copertura di piroclastiti sciolte accumulate fino a circa 6000-5000 anni fa. Il substrato è stato interessato da una tettonica che si è sviluppata in circa 2000 anni (tra 6000 e 4000 anni fa) che ha individuato significative morfostrutture ed ha localmente innescato fenomeni eruttivi. Da circa 4000 anni fa il substrato è stato interessato da rapidi e intensi fenomeni erosivi causati dall'acqua di ruscellamento che ha inciso profonde depressioni in circa 4000 anni ed in relazione a condizioni idrologiche più aggressive delle attuali.

Lungo la fascia costiera, in relazione alle dislocazioni verticali del substrato, si sono verificati eccezionali fenomeni abrasivi marini che hanno causato la totale erosione della copertura di piroclastici sciolte avente mediamente uno spessore variabile da circa 15 a circa 20 m.

Al di sopra del tufo giallo denudato a partire da circa 4000 anni fa si sono accumulati fino a 15-20 m di sedimenti prevalentemente continentali, marino costieri e di ambiente di transizione.

Le datazioni di tali sedimenti, disponibili nella dettagliata letteratura scientifica, ha permesso di ricostruire la morfologia costiera alla fine della abrasione marina e le successive modificazioni in relazione a fenomeni alluvionali plurisecolari correlabili con quelli che hanno determinato l'aggradazione delle pianure costiere alluvionali della Campania. Negli ultimi 4000 anni la fascia costiera cittadina è stata coinvolta anche dai movimenti bradisismici verticali. Negli ultimi 500 anni si è completata la costruzione della morfologia costiera in seguito a fenomeni naturali e a significativi interventi antropici che hanno conferito l'attuale assetto urbanistico da Mergellina a Santa Lucia, all'area portuale.



## **Relazioni tra variazioni climatiche ed evoluzione dei litorali sabbiosi negli ultimi millenni nell'area mediterranea**

V. Buonomo<sup>1</sup>, F. Ortolani<sup>2</sup>, S. Pagliuca<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*c/o CNR-IAMC, Istituto per l'Ambiente Marino Costiero, sede di Napoli, Italia*

<sup>2</sup>*CNR-ISAFoM, Istituto per i Sistemi Agricoli e Forestali del Mediterraneo, sede di Ercolano, Napoli, Italia*

<sup>3</sup>*Università "Federico II", Dipartimento di Scienze della Terra, dell'Ambiente e delle Risorse, Napoli, Italia*

Le spiagge rappresentano la parte affiorante di un prisma, costituito da sedimenti sabbiosi e/o ghiaiosi, costruitosi nelle ultime migliaia di anni (Olocene) mentre stava avvenendo la risalita delle acque marine in concomitanza con la deglaciazione iniziata circa 20.000 anni fa.

Negli ultimi 2500 anni le pianure alluvionali antropizzate e le spiagge sono state interessate da sensibili modificazioni che hanno condizionato significativamente le attività antropiche.

I sedimenti che ricoprono le superfici antropizzate e le aree urbane delle ampie pianure alluvionali, stabili per molti secoli, indicano che in intervalli di tempo di circa 100-200 anni di durata, l'ambiente è stato caratterizzato da una marcata instabilità geomorfologica che ha determinato intensi fenomeni erosivi e dissesti lungo i versanti, nonché il trasporto e accumulo di ingenti volumi di sedimenti nelle pianure alluvionali e lungo le coste. In tal modo, grazie al consistente accumulo di sedimenti, si è determinata l'aggradazione rapida della superficie del suolo delle pianure e una marcata progradazione dei litorali sabbioso-ghiaiosi. È evidente che l'accumulo generalizzato di ingenti volumi di sedimenti, per uno o due secoli, nelle grandi pianure alluvionali costiere (dalle aree pedemontane alla linea di costa) al di sopra di superfici antropizzate e stabili geomorfologicamente per molti secoli, costituisce un evento eccezionale.

I diversi cambiamenti ambientali sono avvenuti contemporaneamente e si sono verificati ogni 1000 anni circa durante brevi intervalli di tempo di durata variabile da circa 100 a circa 200 anni. I periodi freddo-umidi (Piccole Età Glaciali) hanno determinato sensibili modificazioni ambientali contribuendo significativamente alla costruzione delle pianure alluvionali costiere e dei litorali.

La costruzione dei litorali con sabbia silicoclastica è avvenuta durante i periodi freddo-umidi, cioè durante le Piccole Età Glaciali. L'ultimo ripascimento naturale si è verificato tra il 1500 e la fine del 1800. In particolare, i litorali alimentati da corsi d'acqua appenninici ed alpini sono stati riforniti abbondantemente di sedimenti prevalentemente tra l'inizio del 1700 e la fine del 1800.

A partire dall'inizio del 1900 l'alimentazione naturale è stata progressivamente sempre più scarsa e le spiagge hanno iniziato a "dimagrire" specialmente in corrispondenza degli apparati di foce dei fiumi dove si riscontrano i fenomeni erosivi più gravi che spesso hanno provocato la distruzione di oltre 1000 metri di spiaggia negli ultimi 100 anni.

La ricostruzione delle modificazioni delle fasce costiere avvenute negli ultimi millenni in relazione alle variazioni del clima consente di prevedere che, in base alla ciclicità millenaria, l'erosione che da diverse decine di anni sta interessando le spiagge con sabbia silicoclastica dell'Italia meridionale e del mediterraneo durerà almeno 100 - 150 anni.

## **Correlazione tra i sedimenti continentali e quelli marini accumulatisi negli ultimi 2500 anni nelle fasce costiere della Campania**

V. Buonomo<sup>1</sup>, F. Ortolani<sup>2</sup>, S. Pagliuca<sup>3</sup>, M. Sacchi<sup>4</sup>

<sup>1</sup>*c/o CNR-IAMC, Istituto per l'Ambiente Marino Costiero, sede di Napoli, Italia*

<sup>2</sup>*Università "Federico II", Dipartimento di Scienze della Terra, dell'Ambiente e delle Risorse, Napoli, Italia*

<sup>3</sup>*CNR-ISAFoM, Istituto per i Sistemi Agricoli e Forestali del Mediterraneo, sede di Ercolano, Napoli, Italia*

<sup>4</sup>*CNR-IAMC, Istituto per l'Ambiente Marino Costiero, sede di Napoli, Italia*

Lo studio delle sezioni geoarcheologiche ha consentito di individuare i seguenti importanti archivi naturali:

- grandi pianure alluvionali costiere con insediamenti archeologici particolarmente diffusi a partire dal periodo della Magna Graecia (VIII secolo a.C.) caratterizzate da lunghi periodi di stabilità geomorfologica e diffusa antropizzazione e da brevi periodi di instabilità geomorfologica evidenziata da rapida aggradazione della superficie in seguito ad accumulo di sedimenti;
- dune costiere caratterizzate da periodi di attività eolica con accumulo di sabbia, fino a notevole distanza dal mare, e da periodi di stabilità testimoniata da suoli sepolti;
- spiagge con sabbie silicoclastiche interessate da progradazione durante i periodi in cui si ha aggradazione delle pianure alluvionali;
- spiagge con sabbie organogene interessate da progradazione durante i periodi in cui le dune sono caratterizzate da attività eolica.

Per ogni tipo di sedimento, accumulatosi in condizioni ambientali differenti dalle attuali, è stata ricostruita la condizione climatica e morfologica che ne ha consentito il deposito facendo riferimento alle aree in cui attualmente tali terreni si accumulano. I sedimenti, datati archeologicamente e radiometricamente, sono stati studiati e correlati a scala mediterranea.

Le ricerche di geologia marina eseguite lungo le coste della Campania hanno consentito di ricostruire e datare dettagliate successioni sedimentarie che evidenziano periodi di rapido accumulo correlabili con quelli che hanno determinato l'aggradazione della superficie del suolo antropizzato delle pianure costiere.

## **Analisi strutturale di joint estensionali su Depositi Quaternari in Calabria meridionale e Sicilia orientale**

G. De Guidi<sup>1</sup>, R. Caputo<sup>2</sup>, S. Scudero<sup>1</sup>, V. Perdicaro<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Università di Catania, Dipartimento di Biologia, Catania, Italia

<sup>2</sup>Università di Ferrara, Dipartimento di Fisica e Scienze della Terra, Ferrara, Italia

L'intensa attività tettonica che interessa la Sicilia orientale e la Calabria meridionale è testimoniata dal sollevamento differenziale tardo-quadernarie delle coste e dai forti terremoti storici (1693 Sicilia sud-orientale; 1783 Calabria meridionale; 1818 Catania, 1865 Etna; 1908 Stretto di Messina, 1990 Augusta). Il sistema di rift attivo che attraversa questa zona è caratterizzato da una direzione di estensione orientata ONO-ESE ben vincolata da dati geodetici, sismologici e geologico-strutturali. Tuttavia, considerando che quest'area è caratterizzata da differenti domini crostali e che esistono variazioni locali dei processi geodinamici regionali, risulta evidente la necessità di conoscenze più dettagliate. Nel tentativo di colmare queste lacune, è stata effettuata un'analisi sistematica delle fratture estensionali (*joint*). La misura sistematica sul terreno di questi elementi, accoppiata ad una opportuna tecnica di inversione, permette di determinare le caratteristiche del campo di sforzi di origine tettonica.

I *joint* sono discontinuità meccaniche osservabili alla mesoscala che non mostrano evidenze di movimento di taglio essendosi originate come fratture puramente estensionali. Queste strutture sono tra le più comuni in ogni ambiente tettonico e sono particolarmente abbondanti nell'area di studio. Il *fracture grid-lock* è una particolare organizzazione geometrica che si determina quando due famiglie di *joint*, geologicamente coeve si sviluppano in direzioni mutuamente ortogonali (come documentato dalle reciproche relazioni di intersezione). Questa particolare disposizione permette di risalire all'orientazione e all'intensità del campo degli sforzi.

Sono state effettuate numerose misure di *joint* (direzione, inclinazione, apertura, persistenza) esclusivamente in depositi pleistocenici della Sicilia orientale e Calabria meridionale. Tali depositi rappresentano il riempimento di bacini plio-pleistocenici controllati dall'attività del sistema di faglie principali e sono costituiti essenzialmente da sedimenti di mare basso o di transizione. Sono stati inoltre privilegiati i depositi calcarenitici, e in genere quelli cementati, evitando sedimenti argillosi o fangosostenuti nei quali la deformazione si accomoda in maniera distribuita attraverso il movimento relativo tra le singole particelle. Nella scelta dei siti, è stata inoltre presa in considerazione la possibilità di osservare le relazioni geometriche tra i *joint*, scegliendo tagli stradali, pareti verticali, ampie superfici di erosione costiera o cave.

Le inversioni numeriche nei vari siti di misura mostrano tensori (parziali) degli sforzi molto simili tra loro. Infatti, l'asse principale di sforzo massimo ( $\sigma_1$ ) è verticale o subverticale, mentre gli sforzi intermedio e minimo ( $\sigma_2$  e  $\sigma_3$ ) giacciono sul piano orizzontale o hanno valori di immersione molto bassi. La direzione principale di estensione ( $\sigma_3$ ) in ogni sito è in generale accordo con il campo di sforzi regionale (ONO-ESE), anche se si riconoscono alcune perturbazioni locali. Queste ultime sono interpretabili come interferenze tra i grossi segmenti di faglia attivi e alla loro particolare disposizione geometrica. In particolare, le deviazioni del campo di sforzi locale si verificano sistematicamente in zone caratterizzate dalla sovrapposizione di segmenti di faglia o in prossimità delle loro terminazioni.

## Strutture deformative sindeposizionali nelle calcareniti Pleistoceniche del settore orientale dell'Isola di Favignana (Sicilia, Italia)

G. Napoli<sup>1</sup>, G. Zarcone<sup>1</sup>, S. Todaro<sup>1</sup>, M. Perricone<sup>2</sup>, P. Di Stefano<sup>1</sup>, P. Renda<sup>1</sup>, A. Slaczka<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Scienze della Terra e del Mare, Università di Palermo, Palermo, Italia

<sup>2</sup>Geologo libero professionista, Palermo, Italia

<sup>3</sup>Institute of Geological Sciences, Jagellonian University, Krakow, Poland

Nel settore orientale dell'isola di Favignana (Arcipelago delle Egadi, Sicilia), affiorano estesamente calcareniti pleistoceniche, ben esposte soprattutto lungo le pareti di numerose cave a pozzo, oggi dismesse.

Questi depositi si sviluppano, con uno spessore mediamente superiore ai 20 metri, lungo la scarpata orientale della parte emersa del *thrust belt* delle Egadi in un bacino di *pull-apart* generato probabilmente da faglie trascorrenti transtensionali dando luogo ad una blanda anticlinale dissecata da faglie a cinematica trascorrente ed estensionale [Abate et al., 1995; Tondi et al., 2012].

Le calcareniti sono caratterizzate da un complesso sistema di associazioni di facies indicative di ambienti deposizionali di spiaggia/mare basso, che ricoprono in discordanza successioni carbonatiche mesozoico-terziarie deformate che costituiscono le unità tettoniche esterne della Catena Siciliana messe in posto durante il Miocene superiore.

Al tetto i depositi calcarenitici sono troncati da una superficie erosiva al di sopra della quale, a luoghi, sono conservati depositi tirreniani distribuiti a varie quote [Abate et al., 1997].

L'analisi sedimentologica, focalizzata in particolare su geometrie stratali, strutture sedimentarie e icnofacies [Slaczka et al., 2011; Uchman et al., 2012] ha permesso di distinguere in questo settore dell'isola associazioni di facies caratteristiche di ambienti di spiaggia/spiaggia sommersa nei quali si è sviluppato un sistema di barre.

All'interno delle facies di spiaggia sommersa [Slaczka et al., 2011], sono state riconosciute alcune strutture sedimentarie caratteristiche di fenomeni di fluidificazione o liquefazione. Le forme osservate sono riconducibili a SSDS (*soft-sediment deformation structures*) quali lamine convolute, dicchi, *sill*, pilastri e *dish*. La loro genesi, legata all'aumento delle pressioni interstiziali può essere messa in relazione ad intensi scuotimenti sismici o ad onde di tempesta o tsunami [Owen & Moretti, 2011].

Gli ambienti ed i processi sedimentari sembrano essere il risultato dell'interazione di dinamiche legate all'attività di correnti, alle condizioni paleoclimatiche e alle oscillazioni eustatiche, oltre che alle deformazioni tettoniche sin-sedimentarie.

### Bibliografia

- Abate, B., Incandela, A., Renda, P., (1997). *Carta geologica delle Isole di Favignana e Levanzo*. Dipartimento di Geologia e Geodesia, Università di Palermo.
- Abate, B., Ferruzza, G., Incandela, A., Renda, P., (1995). *Tettonica trascorrente nelle Isole Egadi, Sicilia Occidentale*. Studi Geologici Camerti, Vol. Spec., 2, 9-14.
- Owen, G., Moretti, M., (2011). *Identifying trigger for liquefaction-induced soft-sediment deformation in sands*. Sedimentary Geology, 235, 141-147.
- Slaczka, A., Nigro, F., Renda, P., Favara, R., (2011). *Lower Pleistocene deposits in east part of the Favignana island, Sicily, Italy*. Il Quaternario, Italian Journal of Quaternary Sciences, 24 (2), 153-169.
- Tondi, E., Cilona, A., Agosta, F., Aydin, C., Rustichelli, S., Renda, P., Giunta, G., (2012). *Growth processes, dimensional parameters and scaling relationships of two conjugate sets of compactive shear bands in porous carbonate grainstones, Favignana Island, Italy*. Journal of Structural Geology, 37, 53-64.
- Uchman, A., Slaczka, A., Renda, P., (2012). *Probable roof structures and associated trace fossils from the Lower Pleistocene calcarenites of Favignana Island, Southern Italy: dilemmas of interpretation*. Geological Quarterly, 56 (4), 745-756.

## **Le sabbie organogene delle spiagge italiane: evoluzione, significato climatico, peculiarità ambientale e importanza socio-economica**

F. Ortolani<sup>1</sup> e S. Pagliuca<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Università "Federico II", Dipartimento di Scienze della Terra, dell'Ambiente e delle Risorse, Napoli, Italia

<sup>2</sup>CNR-ISAFoM, Istituto per i Sistemi Agricoli e Forestali del Mediterraneo, sede di Ercolano, Napoli, Italia

Varie spiagge delle coste dell'Italia meridionale, come quelle di altre parti del Mediterraneo meridionale, sono costituite da sedimenti organogeni continuamente riforniti da fauna e flora marina a guscio calcareo.

In genere sono spiagge delimitate lateralmente da fondali rocciosi degradanti verso mare con una debole pendenza sui quali si sviluppano continuamente organismi a guscio calcareo; lo spiaggiamento dei frammenti calcarei alimenta la spiaggia. Sabbie organogene si trovano prevalentemente lungo le spiagge del Salento adriatico e ionico, della Sicilia sudorientale, meridionale ed occidentale, nelle isole Egadi e a Pantelleria. Le ricerche hanno evidenziato che queste spiagge sono gravemente interessate da erosione marina; varie sezioni delle dune costiere evidenziano che alla sabbia organogena si trovano intercalati alcuni paleosuoli datati archeologicamente. La ricostruzione paleo climatica evidenzia che l'accumulo delle sabbie organogene, nel periodo storico, è stato particolarmente abbondante durante due periodi: tra il 100 e 300 dC e tra il 1100 e il 1300 circa.

Le sabbie organogene della Sicilia e della Puglia sono da considerare veri e propri frammenti tropicali nel Mediterraneo e costituiscono un'eccezionale risorsa ambientale, ancora non conosciuta e adeguatamente valorizzata. La sabbia prevalentemente bianca conferisce lo splendido colore turchese all'acqua marina costiera. Proprio come avviene nelle bellissime spiagge degli atolli corallini.

Oltre alle caratteristiche morfologiche dei fondali marini un'influenza decisiva è giocata dal clima. Le ricostruzioni stratigrafiche geoarcheologiche hanno consentito di evidenziare che la produzione di frammenti organogeni è stata eccezionalmente abbondante nei periodi caldi medievale e romano durante i quali si sono costruite vaste spiagge e apparati dunari.

Le sabbie organogene rappresentano anche un eccezionale indicatore paleoclimatico per la ricostruzione delle variazioni climatico ambientali cicliche degli ultimi millenni.

## **Vincoli stratigrafico-sequenziale nello studio dei depositi marini terrazzati del Metaponto (Basilicata, Italia meridionale)**

M. Tropeano, A. Cilumbriello, L. Sabato

*Università degli Studi di Bari "Aldo Moro", Dipartimento di Scienze della Terra e Geoambientali, Bari, Italia*

L'entroterra del Golfo di Taranto in Basilicata (Italia meridionale) è caratterizzato dalla presenza di una serie di terrazzi marini deposizionali sviluppatasi almeno a partire dal Pleistocene medio. È generalmente accettato che ogni terrazzo marino rappresenti un cuneo sedimentario costiero sviluppatosi durante uno stazionamento eustatico alto del livello del mare in un contesto di sollevamento regionale. Il più recente di tali cunei costieri è in via di formazione, e la sua parte alta rappresenta l'attuale piana costiera metapontina.

In una porzione della piana costiera metapontina e del suo entroterra, tra i fiumi Cavone e Basento, è stato effettuato uno studio sedimentologico e stratigrafico di dettaglio. Le successioni analizzate, sia in affioramento che in sondaggio, presentano sequenze di facies e rapporti stratigrafici molto complessi che hanno registrato variazioni relative del livello del mare di differenti ampiezze e frequenze.

Seguendo un approccio sequenziale, sono state riconosciute diverse sequenze di quarto ordine composte a loro volta da sequenze di maggiore frequenza (sia semplici che composite). La curva di variazione relativa del livello del mare presenta un dettaglio superiore rispetto a quello che si ottiene considerando esclusivamente la superficie di ogni terrazzo deposizionale e permette di riconoscere episodi di stazionamento alto relativo, intermedi rispetto a quelli eustatici massimi generalmente presi in considerazione mediando i dati con le curve proposte in letteratura ed ottenute empiricamente da curve di variazione climatica.

Il riconoscimento di un cuneo costiero sepolto al di sotto di quello relativo all'attuale piana costiera metapontina, rinvenuto ad una profondità variabile fra -20 e -40 metri rispetto al livello del mare attuale, e la presenza di paleovalli che lo incidono e il cui riempimento è datato come post LGM, cioè quindi successivo all'ultima caduta eustatica del livello del mare, rappresenta un vincolo stratigrafico per attribuire al MIS 3 il cuneo sepolto e ad età più antiche del MIS 3 i terrazzi esposti nell'entroterra metapontino, vincolati alla curva relativa di variazione del livello del mare ricostruita con metodi stratigrafici e non solo geomorfologici.

## Nuove datazioni assolute per il sito di Piano San Nicola, Golfo di Taranto

A. Zuccarello<sup>1</sup>, R. Caputo<sup>2</sup>, A.M. Gueli<sup>1</sup>, M. Bianca<sup>3</sup>, S.O. Troja<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Università di Catania, Dipartimento di Fisica e Astronomia, Catania, Italia

<sup>2</sup>Università di Ferrara, Dipartimento di Fisica e Scienze della Terra, Ferrara, Italia

<sup>3</sup>CNR-IMAA, Istituto di Metodologie per l'Analisi Ambientale, Potenza, Italia

Nel sito di Piano San Nicola (Basilicata) sono stati indagati i livelli fossiliferi stratigraficamente superiori di uno dei maggiori terrazzi marini quaternari che caratterizzano il Golfo di Taranto e da essi sono stati raccolti quattro campioni di conchiglie *Glycimeris sp.* L'importanza di questa successione di terrazzi è dovuta al fatto che attraversa i settori esterni della catena a pieghe e sovrascorrimenti dell'Appennino meridionale, l'Avanfossa bradanica e l'Avampaese apulo e permette così di documentare la deformazione recente lungo tale transetto. I campioni sono stati analizzati utilizzando la tecnica Electron Spin Resonance (ESR) applicata per la prima volta in quest'area ed in questo contesto geologico. I nuovi risultati cronologici ottenuti forniscono intervalli di età assolute compresi tra  $40.4 \pm 7.7$  e  $64.0 \pm 11.2$  ka. Tali età sono in buon accordo con altre datazioni disponibili in letteratura per lo stesso sito ed ottenute con differenti metodi cronologici oltre che sulla base di inferenze paleontologiche. Le età assolute ricavate dalle nostre indagini rappresentano una nuova evidenza indipendente che supporta la correlazione cronologica tra il terrazzo marino dove si trova il sito di Piano San Nicola e lo stadio isotopico marino (MIS) 3.3 [Caputo et al., 2010].

### Bibliografia

Caputo, R., Bianca, M., D'Onofrio, R., (2010). *The Ionian marine terraces of Southern Italy: insights for the Quaternary geodynamic evolution of the area*. Tectonics, 29, TC4005, doi: 10.1029/2009TC002625.





# 6 Cartografia geologica e correlazione terra-mare

I progressi ottenuti nell'ambito della cartografia delle aree marine in Italia con il progetto CARG e con analoghe iniziative scientifiche, pongono i ricercatori di fronte alla necessità di integrare questi risultati, con i rilievi in mare e con quelli prodotti nell'immediato retro-terra, concentrando così l'attenzione sulla cartografia della fascia marina costiera.

La mobilità tettonica di gran parte dei margini continentali del Mediterraneo rende peraltro necessaria la rappresentazione della geologia dei fondali marini e l'integrazione con i dati raccolti a terra per ottenere una cartografia in grado di valutare le caratteristiche regionali di queste delicate zone di cerniera terra-mare.

La realizzazione di carte geologico-strutturali dei mari italiani, con particolare attenzione alla fascia costiera, integrata dalla rappresentazione dell'attività vulcanica, dal censimento delle sequenze tefro-stratigrafiche e dall'interpretazione morfo-batimetrica, si concretizza quindi come un'improrogabile necessità.

Sono quindi ben accetti i contributi relativi ad esperienze pregresse o in corso di attuazione in modo da avviare una discussione al riguardo e concordare metodologie e procedure utili a colmare il gap di informazioni nella fascia marina costiera, contribuendo all'approfondimento di questo importante settore della ricerca inerente il Quaternario italiano.



Chairman della sessione

**Gerardo Pappone<sup>1</sup>, Raimondo Catalano<sup>2</sup>, Fabio Trincardi<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Dipartimento di Scienze per l'Ambiente, Univ. degli Studi "Parthenope", Napoli, Italia | gerardo.pappone@uniparthenope.it

<sup>2</sup>Dipartimento di Geologia e Geodesia, Università di Palermo, Palermo, Italia | rcatal@unipa.it

<sup>3</sup>Istituto di Scienze Marine, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Bologna, Italia | fabio.trincardi@bo.ismar.cnr.it



## **Assetto stratigrafico-strutturale del complesso vulcanico di Ischia (golfo di Napoli, tirreno meridionale) rivelato dai dati di sismica a riflessione marina**

G. Aiello, E. Marsella, S. Passaro

*CNR-IAMC, Istituto per l'Ambiente Marino Costiero, sede di Napoli, Italia*

Alcuni profili sismici di alta risoluzione (Sparker Multitip) nell'offshore meridionale di Ischia (Golfo di Napoli) vengono qui presentati, unitamente con un'interpretazione geologica delle loro caratteristiche vulcaniche, sedimentarie e strutturali. I risultati qui presentati derivano dalle attività tecnico-scientifiche collegate al rilevamento geologico marino dell'Isola d'Ischia ("Isola d'Ischia"; foglio geologico n. 464 alle scale 1:25.000 e 1:10.000) eseguite dall'Istituto per l'Ambiente Marino Costiero del CNR di Napoli. In questo contesto, nuove evidenze sismo-stratigrafiche sulle strutture vulcaniche sepolte ed i depositi quaternari sovrastanti dell'offshore sud-orientale di Ischia vengono qui discussi con lo scopo di illustrare le loro implicazioni sulla geofisica marina e la vulcanologia. Le linee sismiche sono state sovrimposte al Modello Digitale del Terreno di Ischia, costruito in base ai rilievi batimetrici Multibeam dell'isola con lo scopo di ottenere un'interpretazione geologica dettagliata delle morfo-strutture principali presenti al fondo mare. La griglia sismica studiata consiste di 13 sezioni perpendicolari alla costa nell'offshore meridionale di Ischia e di due sezioni parallele alla costa. Particolare attenzione è stata dedicata all'interpretazione geologica delle linee sismiche che ricoprono l'offshore sud-orientale dell'isola, da Punta Imperatore (Ischia sud-ovest) al Castello Aragonese (Ischia est). L'Isola d'Ischia è un complesso vulcanico alcali-trachitico, la cui attività eruttiva ha un'età compresa tra il Pleistocene superiore e tempi storici. Il margine meridionale sommerso di Ischia differisce sostanzialmente dagli altri settori marini dell'isola, essendo caratterizzato da una piattaforma continentale ristretta, dalla quale si dipartono numerose testate di canyons sottomarini. Un nuovo quadro sismo-stratigrafico dell'offshore sud-orientale di Ischia viene qui proposto per migliorare le conoscenze delle relazioni stratigrafiche tra le sequenze sismiche vulcaniche sud-orientali, precedentemente non note in dettaglio e la sequenza deposizionale tardo-quaternaria. L'architettura stratigrafica di tali sequenze vulcaniche sulle scarpate acclivi dell'offshore meridionale di Ischia era precedentemente non nota.

Una dettagliata correlazione delle sequenze sismiche con la stratigrafia vulcanica aggiornata dei settori emersi corrispondenti di Ischia è qui proposta per i settori di Punta Imperatore, Sant'Angelo, Grotta del Mavone, Punta del Chiarito, Maronti, Barano e Punta San Pancrazio. Le sezioni sismiche regionali che vengono qui discusse consentono una migliore gestione e monitoraggio geologico delle zone costiere della regione Campania, con particolare riguardo alla stabilità delle aree vulcaniche, contribuendo inoltre ad una conoscenza dettagliata dell'offshore di Ischia.

## Una nuova carta strutturale d'Italia: re-interpretazioni da terra e da mare

M. Busetti<sup>1</sup>, S. Ceramicola<sup>1</sup>, S. D'Angelo<sup>2</sup>, R. Di Stefano<sup>2</sup>, F. Fanucci<sup>3</sup>, A. Fiorentino<sup>2</sup>,  
M.F. Loreto<sup>4</sup>, D. Morelli<sup>3</sup>, V. Volpi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>OGS, Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale, Sgonico, Trieste, Italia

<sup>2</sup>ISPRA, Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, Servizio Geologico d'Italia, Roma, Italia

<sup>3</sup>Università degli Studi di Trieste, Dipartimento di Matematica e Geoscienze, Trieste, Italia

<sup>4</sup>CNR-ISMAR, Istituto per le Scienze Marine, Bologna, Italia

Ad ottobre 2012, nell'ambito del Meeting Marino organizzato dall'ISPRA, insieme al Dipartimento di Scienze Geologiche dell'Università Roma TRE, si è svolta una sessione in cui si voleva stimolare la discussione sulla possibilità di reinterpretare, alla luce delle teorie moderne, i dati pregressi integrandoli con quelli provenienti da lavori e carte più recenti per poter realizzare una nuova carta geologico-strutturale dei mari italiani.

Tra coloro che hanno partecipato al Meeting è iniziato un proficuo scambio di vedute, poiché in molti sentivano l'esigenza di aprire un dialogo tra geologi marini e geologi terrestri, per favorire la ricostruzione delle strutture geologiche senza soluzione di continuità. Di fatto gli elementi finora presi in considerazione sono stati di volta in volta geomorfologici, stratigrafici, ambientali e vulcanico-strutturali. Da allora il confronto, purtroppo non con tutti, ma con molti di coloro che hanno partecipato al Meeting Marino, è continuato e si sta concretizzando in proposte ed idee fattive molto stimolanti per realizzare un prodotto unico che metta in luce e valorizzi tanto lavoro fatto singolarmente negli ultimi decenni. Tra queste:

- riorganizzare e definire delle parametrizzazioni descrittive comuni per gli elementi strutturali (un linguaggio codificato univoco);
- rileggere le interpretazioni provenienti dalle varie scuole, per elaborare un modello condiviso e ottenere un prodotto di sintesi a carattere nazionale;
- valutare in questa ottica la tipologia dei dati sismici a disposizione e quanti di essi possano costituire un riferimento per il collegamento con i dati strutturali delle aree emerse;
- mettere l'accento sulle strutture post-orogeniche, per poterle rappresentare cartograficamente, e fare di queste l'elemento moderno, rispetto ai modelli strutturali classici, nell'interpretazione dei dati;
- Individuare le morfologie e le geometrie vulcaniche sommerse mettendole in relazione con i dati sismo stratigrafici e tettonici e reinterpretandole in chiave vulcanologica.

L'intento di questo lavoro è quello di ampliare ulteriormente la cerchia dei ricercatori con cui confrontarsi, stimolare l'interesse dei geologi di terra che fino ad ora sono rimasti fuori della discussione, mettere a disposizione le rispettive metodologie di raccolta dati e di analisi, per realizzare una Carta Geologico-Strutturale dei mari italiani che si integri ed armonizzi con la geologia di terra.

## **Tettonica pleistocenica sul margine tirrenico della Campania: confronto tra settori onshore e offshore**

M. Cesarano<sup>1</sup>, V. Amato<sup>1</sup>, P. Aucelli<sup>2</sup>, E. Casciello<sup>3</sup>, E. Marsella<sup>4</sup>, G. Pappone<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Università degli Studi del Molise, DiBT, Dipartimento di bioScienze e Territorio, Isernia, Italia

<sup>2</sup>Università "Parthenope", DiSA, Dipartimento di Scienze per l'Ambiente, Napoli, Italia

<sup>3</sup>Institute of Earth Sciences "Jaume Almera", CSIC, Dynamics of the Lithosphere, Barcelona, Spain

<sup>4</sup>CNR-IAMC, Istituto per l'Ambiente Marino Costiero, sede di Napoli, Italia

La rappresentazione cartografica dei settori marini nel Progetto di Cartografia Geologica Nazionale (Progetto CARG) ha costituito una significativa innovazione della nuova edizione dei Fogli Geologici. Tale innovazione non ha comunque esaurito le problematiche relative alle correlazioni tra la geologia a terra e quella a mare, soprattutto riguardo gli aspetti geologico-strutturali e la correlazione delle successioni stratigrafiche precedenti quelle tardo-quadernarie.

Gli studi effettuati lungo il margine continentale campano sia attraverso il Progetto CARG, che da dati noti di letteratura, consentono di individuare gli elementi strutturali che ne hanno guidata l'evoluzione morfo-sedimentaria quadernaria.

L'assetto geometrico del margine continentale campano è, infatti, il risultato della tettonica estensionale quadernaria sviluppatasi su piani ad alto e a basso angolo che hanno smembrato l'edificio a falde miopliocenico della catena Sud-Appenninica.

La tettonica estensionale, connessa alle fasi di apertura del Tirreno, ha controllato, unitamente ad un'attività vulcanica tuttora attiva, l'evoluzione morfo-sedimentaria del settore a ridosso della costa campana. Quest'area è, infatti, costituita da diversi bacini sedimentari (piana del Volturno, Golfo di Napoli e di Salerno) ubicati su ampie strutture a semigraben ospitanti potenti successioni quadernarie di natura clastica e vulcanica.

La presenza di un substrato pre-pleistocenico disarticolato da faglie estensionali con geometria listrica, che si raccordano ad un piano di *detachment*, è stato riconosciuto, sulla base dei rilievi CARG, nei settori del salernitano. La geometria di questo piano, ben documentata in affioramento, taglia obliquamente il *multilayer* tettonico compressivo e immerge uniformemente verso i quadranti sudorientali.

Un piano di *detachment* è stato inoltre individuato ad una profondità di circa 8 km nei settori offshore del salernitano e secondo alcuni Autori a profondità di circa 12 km anche al di sotto della Piana Campana. Le variazioni di profondità evidenziano un andamento articolato di questo piano che attraversa tutto il settore del margine.

Entità di estensione significative sono documentate nell'area del salernitano dalla risalita isostatica dei livelli strutturali più bassi della catena, mentre nei settori della piana campana si riscontra una elevata subsidenza documentata da potenti successioni clastiche e vulcaniche sincrone alle fasi di assottigliamento.

Il record sedimentario presente nei diversi bacini posti lungo il margine campano, esaminato attraverso l'analisi di pozzi per esplorazioni petrolifere, mette in evidenza la presenza di questi depocentri fortemente subsidenti ed ha permesso la correlazione di livelli omologhi nei diversi bacini anche a terra.

## **Evoluzione di un sistema deposizionale lacustre - lagunare durante il Pleistocene: il paleo lago del Testene, Campania, Italia**

A. Conforti<sup>1</sup>, F. Budillon<sup>2</sup>, S. Passaro<sup>2</sup>, L. Gnazzo<sup>3</sup>, F. Giordano<sup>4</sup>

<sup>1</sup>*CNR-IAMC, Istituto per l'Ambiente Marino Costiero, UOS, Oristano, Italia*

<sup>2</sup>*CNR-IAMC, Istituto per l'Ambiente Marino Costiero, sede di Napoli, Italia*

<sup>3</sup>*Geologo libero professionista, Agropoli, Italia*

<sup>4</sup>*Università "Parthenope", DiSAM, Dipartimento di Scienze per l'Ambiente, Napoli, Italia*

Esempi di bacini lacustri pleistocenici sono riportati principalmente nelle aree di catena appenninica, mentre mancano ricostruzioni di paleo-ambienti lacustri nelle aree al margine della catena e in piattaforma continentale. Ciò è principalmente dovuto al fatto che in questi contesti i bacini lacustri hanno durata effimera per la migrazione dei sistemi deposizionali nei cicli regressivi – trasgressivi e per le riattivazioni morfogenetiche durante i periodi di abbassamento del livello di base. Un'ulteriore limitazione deriva dalla complessità delle metodologie di analisi che devono necessariamente includere indagini geofisiche in acqua bassa e sondaggi sia a terra che a mare.

Questo contributo riporta uno studio preliminare delle stratigrafie delle aree costiere del Cilento lungo la Valle del fiume Testene, fino all'area di foce tramite correlazione terra-mare di carotaggi eseguiti a terra e di dati geofisici acquisiti in aree costiere di mare basso. Le stratigrafie hanno evidenziato facies lacustri distali e prossimali spesse fino ad oltre 35 m con intercalazioni di facies estuarine da tributari e superiormente depositi lagunari (di spessore più esiguo, fino a 4 m), infine da depositi fluviali sub-attuali e attuali di spessore fino a 7 m. Nell'area di foce del fiume, la presenza di depositi lacustri al di sotto dei depositi attuali di spiaggia e fluviali, suggerisce che il lago si estendesse oltre l'attuale linea di costa fino ad uno sbarramento morfologico che attualmente è collocato nel sottofondo marino a pochi metri al di sotto del livello del mare. La presenza di depositi lagunari sui depositi lacustri indica una fase di ingressione relativa delle facies di transizione. Depositi eolici sono stati riconosciuti in alcuni sondaggi lungo i versanti meridionale della valle esposti ai venti di maestrale e ponente, a quote assolute che vanno dai +7 ai +18 m. Tali depositi, che potrebbero essere quindi relativi all'eurirreniano (MIS 5), drappeggiano i sedimenti lacustri e sembrano precedere l'istaurarsi del sistema fluviale. La differenza di quota del tetto delle facies lacustri tra il fianco destro e sinistro della valle, suggerisce un probabile dislocamento non superiore ai 10 metri, lungo un lineamento strutturale che sblocca il Capo di Agropoli, avvenuto in precedenza alla deposizione dei sedimenti eolici.

## La transizione terra-mare del Gelasiano in Italia centrale: nuovi dati del progetto CARG dei fogli Cittaducale (357) e Palombara Sabina (366)

D. Cosentino<sup>1,2</sup>, P. Cipollari<sup>1,2</sup>, D. Esu<sup>2,3</sup>, C. Faranda<sup>1</sup>, G. Fubelli<sup>1</sup>, E. Gliozzi<sup>1,2</sup>,  
T. Kotsakis<sup>1</sup>, A. Smedile<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Università degli Studi "Roma Tre", Dipartimento di Scienze, Roma, Italia

<sup>2</sup>CNR-IGAG, Istituto di Geologia Ambientale e Geoingegneria, U.O.S. di Roma, Italia

<sup>3</sup>Università "La Sapienza", Dipartimento di Scienze della Terra, Roma, Italia

<sup>4</sup>Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione Sismologia e Tettonofisica, Roma, Italia

Il progetto CARG ha permesso di raccogliere nuovi dati di superficie in settori della Campagna Romana (Fogli 357-Cittaducale e 366-Palombara Sabina) in cui è nota da tempo la transizione tra facies continentali e facies marine. Nella stessa area, un discreto numero di dati di sottosuolo ha contribuito a ricostruire l'evoluzione paleoambientale del Pleistocene inferiore della fascia costiera tirrenica a ridosso dell'Appennino sabino.

Le analisi paleoambientali sono state effettuate su campionature areali, in superficie, e campionature lineari, in sottosuolo, analizzando le associazioni a foraminiferi, nannofossili calcarei, ostracodi e molluschi.

Nell'area di Bocchignano-Castel S. Pietro, una paleosuperficie posta a circa 300 m s.l.m. definisce la superficie deposizionale sommitale del sistema alluvionale del Paleo-Farfa e si correla al top deposizionale del sistema marino costiero affiorante a ovest dei Monti di Fara Sabina e dei Monti Lucretili. La superficie deposizionale sommitale di questo sistema marino costiero coincide con un massimo trasgressivo in corrispondenza di una linea di riva posta a quota 275 m s.l.m. Nell'area di Bocchignano-Castel S. Pietro, resti di *Anancus arvernensis* e *Stephanorhinus etruscus* (compatibili con le Unità Faunistiche di Montopoli e Costa S. Giacomo, Villafranchiano medio) sono stati ritrovati in depositi lignitiferi [Tuccimei, 1889, 1891; Maxia, 1949] al top del sistema alluvionale del Paleo-Farfa, collocando questi nel Gelasiano.

Nel settore di Torre Baccelli, in prossimità della superficie deposizionale sommitale (270 m s.l.m.), è stato riconosciuto un ambiente di piana deltizia caratterizzato da depositi contenenti gasteropodi terrestri e dulcicoli (*Valvata cristata*, *Lymnaea* sp., e *Carychium* sp.) intercalati con orizzonti salmastri a *Hydrobia* sp., *Potamides* sp., e *Bittium reticulatum* [Barisone et al., in stampa]. L'abbondante record pollinico contenente Taxodiaceae, *Symplocos*, *Nissa*, *Hamamelis* e *Distylium* [Barisone et al., in stampa] suggerisce un'età gelasiana.

I depositi marini costieri sono caratterizzati prevalentemente da conglomerati e sabbie con molluschi marini. A luoghi, i depositi prossimi alla linea di costa presentano sabbie ad *Amphistegina* spp. e brecce di falesia con matrice a briozoi, lithotamni e *Amphistegina* spp. (Castel Chiodato e Molino del Moro).

Le analisi effettuate su tre sondaggi, ubicati nella fascia di transizione, hanno consentito di evidenziare variazioni cicliche da ambienti marini litorali ad ambienti francamente dulcicoli, passando attraverso ambientazioni marino-marginali/salmastre.

Le analisi svolte nell'area in esame hanno consentito di individuare, attraverso il riconoscimento dei rispettivi apparati deltizi, la foce di due corsi d'acqua (il Paleo-Farfa e il Paleo-Corese) che nel Gelasiano interagivano con il sistema marino costiero del Mar Tirreno, attestato con la sua linea di riva sul versante occidentale dei Monti Sabini, all'attuale quota di circa 275 m s.l.m..

### Bibliografia

- Barisone, G., Esu, D., Gliozzi, E., Kotsakis, T., Pontini, M.R., (in stampa). *Inquadramento biocronologico e paleoambientale dei depositi plio-pleistocenici*. In: Cosentino et al. Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, Foglio 357-Cittaducale. Appendice I, 109-118.
- Maxia, C., (1949). *Resti di Mammiferi rinvenuti nella miniera di lignite di San Pietro (Sabina)*. La Ricerca Scientifica, 19, 346-347.
- Tuccimei, G., (1889). *Il Villafranchiano nelle valli sabine e i suoi fossili caratteristici*. Bollettino Società Geologica Italiana, 8, 95-131.
- Tuccimei, G., (1891). *Alcuni mammiferi fossili delle provincie Umbra e Romana*. Memorie Pontificia Accademia Nuovi Lincei, 7, 89-152.

## **Metodi di *seismic imaging* ad alta risoluzione nelle zone di transizione terra-mare: esempi di applicazione all'isola di Procida e di Ventotene**

V. Di Fiore<sup>1</sup>, G. Aiello<sup>1</sup>, G. Cavuoto<sup>1</sup>, F. Lirer<sup>1</sup>, L. Giordano<sup>1</sup>, D. Tarallo<sup>1</sup>, M. Punzo<sup>1</sup>, N. Pelosi<sup>1</sup>,  
E. Marsella<sup>1</sup>, D. Ruberti<sup>2</sup>, A. Angelino<sup>1</sup>, M. Iavarone<sup>1</sup>, P. Scotto di Vettimo<sup>1</sup>, S. Mazzola<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*CNR-IAMC, Istituto per l'Ambiente Marino Costiero, sede di Napoli, Italia*

<sup>2</sup>*Seconda Università di Napoli, Dipartimento di Ingegneria Civile, Design, Edilizia e Ambiente, Aversa (CE), Italia*

I settori di transizione terra-mare, sono sistemi dinamici in continua e rapida evoluzione, strettamente connessi ad un contesto ambientale molto più complesso di quello che solitamente viene rappresentato. Tali settori, infatti, sono interessati da processi idrodinamici sia di breve periodo (maree, correnti, onde e venti) che su grande scala temporale (ad esempio, il cambiamento di posizione del livello del mare). L'evoluzione di tali aree è collegata a processi morfodinamici che sono propri dell'ambiente costiero e che, nel caso specifico, si trovano a interagire con i complessi fenomeni vulcanici. In una simile situazione, la giusta e corretta conoscenza geologica è legata anche alla caratterizzazione sismica dei depositi superficiali in termini sismo-stratigrafici e delle proprietà fisico meccaniche (velocità delle onde sismiche, contrasti di impedenza, geometrie e spessori). In particolare sono state svolte indagini sismiche tomografiche e M.A.S.W. (Multichannel Analysis of Surface Waves ovvero Analisi Multicanale delle onde superficiali di Rayleigh) al fine di individuare spessori, geometrie dei litotipi e le caratteristiche sismostratigrafiche degli stessi. A tal fine, in due siti test, uno nell'Isola di Procida (NA) e l'altro nell'Isola di Ventotene (LT), sono stati acquisiti profili sismici in continuo terra-mare dalla lunghezza di 152.5 metri. L'idea è stata quella di acquisire i dati simultaneamente sulla terra emersa e sul fondo mare. È stato per questo motivo utilizzato un cavo sismico con idrofoni (bay-cable) collegato ad un cavo sismico terrestre. È stato impiegato un Minibang calibro 8 come sorgente energizzante. La tecnica ha fornito ottimi risultati mettendo in evidenza importanti strutture nelle aree di transizione indagate.



## **Tettonica compressiva in Alto Tirreno, nella cartografia geologico marina a scala 1:50000 (CARG)**

F. Fanucci e D. Morelli

*Università degli Studi di Trieste, Dipartimento di Matematica e Geoscienze, Trieste, Italia*

Lo Structural Model of Italy e la Neotectonic Map of Italy, che comprendono anche vaste aree marine, mettono in evidenza una prevalente tettonica disgiuntiva, con le uniche eccezioni del margine ionico nel settore calabro-lucano e di parte dell'Adriatico settentrionale. I dati raccolti negli ultimi decenni dalla Geofisica d'esplorazione e dalla Geologia Marina delineano un quadro diverso.

Il Progetto CARG (Nuova Carta Geologica d'Italia a scala 1:50.000) ha promosso, per i fogli comprendenti anche una parte marina, una cartografia integrata terra-mare, i cui risultati possono rappresentare una valida base per una nuova carta geologico-strutturale dei mari italiani, considerando anche le novità emerse dagli studi a quello scopo finalizzati. Gli scriventi si sono occupati dei margini liguri e toscani, collaborando per le parti a terra con più gruppi di lavoro. Sul piano cartografico e strutturale le aree studiate presentano novità e differenze tutt'altro che trascurabili rispetto alle conoscenze pregresse, sia sotto il profilo della struttura dei margini che sotto quello dei raccordi terra-mare.

Per quanto riguarda il margine tirrenico ligure viene riconfermato uno schema evolutivo di prevalente distensione, intercalata a fasi di inversione tettonica delle faglie dirette di prima generazione. Le pulsazioni compressive hanno riscontro anche a terra (bassa Valle del Magra) e si collegano a movimenti di linee trascorrenti di origine non precisata, attualmente associate a un cluster sismico situato al largo del Promontorio di Portofino.

Tutt'altra situazione caratterizza il margine alpino noto per la sua diffusa e intensa attività sismotettonica. Il margine tra il confine di stato e Taggia si presenta come un tipico margine di collasso strutturato da step fault ravvicinate e da strutture trasversali che hanno riscontro e continuità sulla costa. Al piede della scarpata compaiono importanti linee che interessano tutto il Mar Ligure, localmente con valore traspressivo e trastensivo. Tra Taggia e Savona domina la cosiddetta Dorsale di Imperia, rilievo con caratteri di prisma accreto a spese delle formazioni mioceniche, attivo in più fasi dal Messiniano ad oggi, al cui piede le importanti linee citate acquistano un valore nettamente compressivo. La Dorsale si attenua verso N e scompare sotto la potente sequenza sedimentaria del Bacino di Savona. Le linee di piede di scarpata ruotano verso E: i loro effetti compressivi sono risentiti dai canyon genovesi, sino alla scarpata orientale dei Seamounts. All'interno del Golfo il sistema perde effetto e ricompare una tettonica disgiuntiva senza molti riferimenti con la tettonica costiera trasversale.

## Esiti del Meeting Marino: proposte e progetti

A. Fiorentino, R. Bonomo, R. Carta, S. D'Angelo, R. Di Stefano,  
M.C. Giovagnoli, M. Lettieri, V. Ricci, L. Vita

*ISPRA, Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, Dipartimento Difesa del Suolo, Italia*

Il Servizio Geologico d'Italia (SGN) nel corso del Progetto CARG ha promosso e standardizzato la produzione di cartografia geologica marina, raccogliendo una gran mole di dati geofisici e geologici di notevole qualità e risoluzione e costituendo una banca dati che va al di là delle informazioni espresse nella cartografia geologica ufficiale. A questo progetto hanno contribuito numerosi gruppi di ricerca con i quali si sono avute ripetute occasioni di confronto che hanno stimolato la discussione, mettendo in luce la possibilità di integrare i dati raccolti in ambiti di diversa caratterizzazione.

Tali confronti hanno condotto all'organizzazione del meeting marino (25-26 ottobre 2012, Roma) articolato in diverse sessioni tematiche che hanno affrontato aspetti relativi a Geomorfologia, Vulcanismo e tefrostratigrafia, Carta geologico-strutturale, Ricostruzioni ad alta risoluzione nell'intervallo Pleistocene/Olocene, Geositi marini, Habitat e paesaggi marini, Tecnologie da remoto.

Tutte le sessioni hanno evidenziato la necessità di integrare maggiormente i dati disponibili a terra e a mare, correlando i settori emersi con quelli sommersi, sviluppando un approccio multidisciplinare, utilizzando dati raccolti con scopi e modalità diversi e integrando parametri fisici e biologici con informazioni riguardanti i fondali e la colonna d'acqua.

Le principali proposte emerse dal meeting, alle quali si è pensato di dar seguito, riguardano:

- La raccolta di informazioni sui dati esistenti, spinta dalla necessità di condividere le informazioni su tipologia, ubicazione e proprietà dei dati raccolti a mare, con la creazione di una banca di metadati marini spazialmente georiferiti, relativi essenzialmente ai dati geofisici e di campionamento. All'interno del SGN esiste già un modello di struttura elaborata, in accordo con le direttive europee, nell'ambito dei progetti EUROSEISMIC e EUMARSIN, che potrebbe essere utilizzata e aggiornata a livello nazionale. L'ISMAR ha poi seguito il progetto EUROCORE. I risultati dei tre progetti sono confluiti fino al 2005 sul sito EU-SEASED ([www.eu-seased.net](http://www.eu-seased.net)).
- L'avvio di un censimento degli intervalli tefrostratigrafici più significativi registrati nelle sequenze deposizionali marine, al fine di pervenire ad una più dettagliata caratterizzazione della storia eruttiva dei vulcani italiani. Ci si potrebbe avvalere dei lavori già svolti in ambito terrestre, completandoli con i dati marini e dando seguito a un'iniziativa già sollecitata in diverse occasioni per le aree emerse.
- Carta geologico-strutturale dei mari italiani. Negli ultimi anni sono stati realizzati diversi progetti a scala nazionale, ognuno dei quali con obiettivi e criteri propri, che hanno portato all'acquisizione di un'elevata mole di dati morfobatimetrici e sismici. Questi dati non sono stati finora elaborati in un modello strutturale aggiornato della geologia dei fondali marini a scala nazionale. I tempi maturi ci hanno indotto a iniziare la discussione per coordinare le interpretazioni esistenti e valutare la possibilità di realizzare una carta unica, elaborando i dati coerentemente con la geologia strutturale subaerea.

## Il Progetto delle aree marine costiere della Campania alla scala 1:10000

I. Giulivo e L. Monti

*Regione Campania, Settore Difesa del Suolo, Napoli, Italia*

La Regione Campania partecipa al Progetto Nazionale CARG per favorire lo sviluppo delle conoscenze geologiche sul territorio regionale.

Il Progetto CARG della Regione Campania realizza la nuova cartografia geologica nazionale alla scala 1:50000 (solo per i fogli *Isola di Ischia* n. 464 -*Isola di Capri* n. 484 e *Isola di Procida* n. 465 alla scala 1:25000) e la cartografia geologica regionale alla scala 1:25000 e 1:10000. In particolare per le aree marine costiere della Campania, sono stati realizzati 12 Fogli geologici Terra-Mare, di cui 2 sono stati già stampati e 11 sono stati approvati o in approvazione per la stampa da parte dell'ISPRA.

Il Progetto CARG della Regione Campania ha pianificato il rilevamento geologico delle aree sommerse, dalla linea di costa all'isobata dei -200 m; il rilevamento è stato eseguito alla scala 1:10000 (conformemente alle aree emerse) allo scopo di fornire un significativo contributo di conoscenze per definire e dettagliare i *trends* evolutivi, di supporto alle attività di programmazione e pianificazione della fascia costiera. Sono stati studiati tre specifici ambienti geologici: *aree emerse - aree costiera sommersa* (fascia batimetrica da 0 a -30 m) - *aree marine* (fascia batimetrica da -30 m a -200 m) ed i risultati sono stati sintetizzati in una unica cartografia finale.

Il rilevamento geologico delle *aree emerse* e delle *aree marine* ha seguito le procedure stabilite dalle linee guida dell'ISPRA espresse nei relativi Quaderni Serie III. Per le *aree costiere sommerse* (da 0 a -30 m), oggetto solo recentemente di normative a livello nazionale, la Regione Campania, per acquisire una conoscenza geologica approfondita della fascia costiera, realtà geo-ambientale di strategica importanza, per gli aspetti socioeconomici connessi all'antropizzazione ed uso delle risorse naturali, interessata da processi morfo-dinamici che interferiscono con le attività umane, ha sviluppato una metodologia di rilevamento innovativa riportata nel documento: "*Linee guida al rilevamento geologico subacqueo scala 1:10000, Progetto CARG Regione Campania*".

Le procedure regionali rappresentano le norme di riferimento per acquisire la conoscenza integrata terra-mare, geologica e geomorfologica omogenea e di grande valore scientifico dell'intero territorio costiero della Campania.

Attualmente sono state realizzate e stampate 3 cartografie regionali terra-mare alla scala 1:10000 con relative note illustrative: Foglio n. 464 -*Isola di Ischia*, Foglio n. 484 -*Isola di Capri*, Foglio n. 465 -*Isola di Procida e Vivara*). Attraverso la generalizzazione del rilevamento geologico subacqueo di dettaglio delle aree marine costiere, ed il coordinamento terra-mare del rilevamento delle aree emerse e sommerse, le suddette cartografie sono state realizzate anche alla scala nazionale (1:50000 e 1:25000).

## **Esperienze di correlazione terra-mare nella cartografia geologica. L'esperienza del Progetto CARG**

M.T. Lettieri e S. D'Angelo

*ISPRA, Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, Dipartimento Difesa del Suolo, Italia*

Il Progetto CARG ha costituito una novità nella cartografia nazionale non solo per la scelta di una scala di maggior dettaglio, ma anche perché ha compreso i fondali marini nel rilevamento geologico del territorio nazionale. Il rilevamento delle aree marine ha subito tuttavia dei ritardi e degli arresti nell'organizzazione del rilevamento e nei finanziamenti.

Lo scarto temporale dovuto al mancato finanziamento delle parti a mare di alcuni fogli geologici ha comportato un coordinamento problematico tra le aree emerse e quelle sommerse, non consentendo di ottenere una carta geologica completa e coerente al suo interno. Nel lavoro verranno esposti esempi di diversi gradi di integrazione terra-mare: alcuni negativi, altri riusciti.

Oltre alla carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000 nell'ambito del Progetto CARG sono state affrontate cartografie a scala diversa. La Carta geologica dei mari italiani alla scala 1:250.000, realizzata nell'Adriatico dal CNR-ISMAR di Bologna, consente la rappresentazione sintetica delle principali strutture geologiche dei fondali marini, ma non prevede una correlazione con le aree emerse.

La Regione Campania ha prodotto una cartografia alla scala 1:10.000 completandola con un rilevamento di dettaglio della fascia costiera attraverso l'utilizzo di indagini dirette con rilevatori subacquei.

Nell'ottica dell'integrazione terra-mare le cartografie sopra esposte possono correlarsi a diversi aspetti della geologia, a seconda della scala e della risoluzione temporale. Le informazioni geologiche contenute nella carta dei mari italiani alla scala 1:250.000 forniscono le geometrie dettagliate dei depositi di avanfossa adriatica. Una analoga cartografia è in progetto nell'area tirrenica da parte di un gruppo formatosi al meeting marino svoltosi a Roma nell'ottobre 2012.

La correlazione tra aree emerse e sommerse nella carta geologica alla scala 1:50.000 ha consentito:

- la ricostruzione delle morfologie e delle geometrie dei corpi vulcanici;
- l'attribuzione cronologica delle unità litostratigrafiche sommerse in relazione a quelle emerse;
- la ricostruzione delle geometrie dei corpi deposizionali della sequenza tardo-quadernaria correlate con le superfici di discontinuità delle unità quadernarie continentali;
- la continuità a mare di elementi morfologici emersi (corpi di frana, linee di drenaggio).

La cartografia alla scala 1:10.000 prodotta dalla Regione Campania ha messo in evidenza la continuità della fascia costiera emersa e sommersa, e le dinamiche sedimentarie attuali, grazie al rilevamento geologico subacqueo.

Negli ultimi anni si è potuta altresì constatare la vocazione multidisciplinare della carta geologica CARG; ad esempio per il Foglio Venezia è stato utilizzato lo studio di aree archeologiche per ricostruire in dettaglio variazioni geologicamente recenti del livello del mare.

La cartografia dei sedimenti marini superficiali è stata fondamentale per la definizione della distribuzione degli habitat bentonici a livello nazionale, necessaria per la caratterizzazione delle *assessment areas* presentate nell'ambito della direttiva europea per le strategie marine.

## **Architettura stratigrafica ed evoluzione deposizionale tardo-quadernaria nella pianura ferrarese e nel delta del Po**

L. Minarelli<sup>1</sup>, M. Stefani<sup>2</sup>, S. Furin<sup>1</sup>, A. Mantovani<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Società Geotema, Spin-off Università di Ferrara, Ferrara, Italia*

<sup>2</sup>*Università di Ferrara, Dipartimento di Architettura, Ferrara, Italia*

<sup>3</sup>*Università di Ferrara, Dipartimento di Fisica e Scienze della Terra, Ferrara, Italia*

La fascia costiera del Ferrarese è stata oggetto delle ultime fasi del progetto nazionale di cartografia geologica -CARG. L'attuale sospensione del progetto ha lasciato priva di copertura un'ampia fascia di territorio a cavallo dell'attuale corso del Po, estesa fra Guastalla (RE) e Jolanda di Savoia (FE). Tale area, in buona parte colpita dalla sequenza sismica del 2012, è soggetta ad elevato rischio da esondazione fluviale ed a problematiche legate alla presenza di diversi siti contaminati. A fronte delle urgenze legate alla mitigazione di tali rischi e alla definizione di una microzonazione sismica appare ancora più grave la carenza di conoscenze geologico-stratigrafiche sull'area. Nell'impossibilità finanziaria di svolgere nuove indagini, lo studio del sottosuolo deve necessariamente basarsi sulla raccolta sistematica e l'accurata analisi delle diverse migliaia di prove penetrometriche e sondaggi geognostici esistenti. Tali prove presentano una forte eterogeneità tipologica, qualitativa e di distribuzione geografica che ne rende complessa la sintesi e l'interpretazione geologica. È stata quindi messa a punto una metodologia innovativa capace di integrare metodiche di interpretazione stratigrafico-sequenziale con tecniche di interpolazione geostatistica automatizzate, in grado di produrre un modello tridimensionale dell'architettura deposizionale tardo-quadernaria. È stato prodotto un primo schema di correlazione unitario, esteso dalle aree di pianura alluvionale a quelle del Delta del Po, che ha evidenziato la forte influenza delle deformazioni tettoniche sindeposizionali sull'architettura stratigrafica di questa porzione dell'avanfossa in attiva deformazione compressiva. Le successioni di stazionamento basso coeve all'ultima glaciazione sono caratterizzate da estesi corpi di sabbie grossolane depositi da fiumi a treccia lungo l'attuale asse padano e poi largamente nell'attuale Adriatico Settentrionale, mentre verso sud passano a successioni prevalentemente limose di provenienza appenninica. La rapida deglaciazione alpina è associata ad un'ampia lacuna nell'area padano-veneta, legata allo sviluppo di una vasta superficie terrazzata, affiorante solo a nord dell'attuale Po. I sistemi trasgressivi e di stazionamento alto presentano spessori complessivi variabili, da pochi metri in corrispondenza delle creste delle anticlinali a circa 40 m in aree di sinclinale. In aree costiere il sistema trasgressivo è caratterizzato da repentine fasi di arretramento della linea di costa, mentre in aree meridionali ad alimentazione appenninica si sono accumulate spesse successioni continentali. La massima trasgressione ha provocato l'arretramento della linea di costa anche a oltre 25 km a ovest rispetto a quella attuale, mentre in aree continentali è avvenuta la deposizione di un esteso livello di fanghi organici. Lo stazionamento alto ha visto la progradazione di parecchie generazioni di lobi deltizi, con una migrazione laterale delle foci del Po di oltre 90 km.

## **Indagine di sismica marina multicanale a riflessione ad alta risoluzione in prossimità della foce del Fiume Volturno (Golfo di Gaeta)**

M. Punzo, F. Budillon, G. Cavuoto, V. Di Fiore, L. Ferraro, L. Giordano, M. Iavarone, F. Lirer, E. Marsella, N. Pelosi, P. Scotto di Vettimo, D. Tarallo, M. Vallefucio

*CNR-IAMC, Istituto per l'Ambiente Marino Costiero, sede di Napoli, Italia*

Una prospezione di sismica marina multicanale è stata eseguita in prossimità della foce del Fiume Volturno (Golfo di Gaeta); sono stati acquisiti tre profili sismici per un totale di 537,5 metri di indagini.

Il rilievo sismo-stratigrafico è stato ideato per ottenere la caratterizzazione dei depositi marini recenti (quaternari) allo scopo di consentire uno studio dettagliato stratigrafico dell'area in esame e per fornire indicazioni sull'accrescimento dei depositi deltizi.

A differenza delle prospezioni sismiche marine di tipo convenzionale che registrano solo onde compressive, al fine di ottenere una maggiore discriminazione delle unità geologiche, l'indagine è stata progettata in modo tale da registrare anche le onde di taglio. Per tale motivo i sensori sono stati adagiati sul fondale. La strumentazione utilizzata per l'acquisizione del profilo sismico è costituita principalmente da 3 sismografi modulari GEODE della Geometrics interfacciati con tre cavi sismici marini da 24 canali caduno. I tre cavi, prima di essere calati sul fondo, sono stati uniti in modo tale da realizzare un'unica linea idrofonica da 72 canali complessivi. Il sistema di energizzazione è costituito da una sorgente sismica Watergun SODERA Modello S-15 di 0.24 l. di volume ed alimentato da bombole ad aria compressa (250 bar). Il sistema di acquisizione e quello di energizzazione sono stati installati su due imbarcazioni differenti, per tale motivo il sistema di trigger è stato realizzato attraverso una trasmissione Wi-Fi.

E' stata utilizzata una geometria d'acquisizione ibrida marino/terreste di tipo "off-end push increase". Tale geometria ha consentito di campionare, in un ampio intervallo di offset (da 2.5 fino a 297.5 m), sia eventi riflessi sia onde rifratte che penetrano in profondità grazie ai grandi offset acquisiti, e quindi ha permesso di elaborare efficacemente i dati sia in chiave di sismica a riflessione che a rifrazione. Questa elaborazione combinata ha migliorato la qualità del prodotto finale ed inoltre ha fornito informazioni complementari (ovvero sezioni stack e immagini tomografiche), che hanno facilitato la successiva interpretazione geo-strutturale del dato geofisico.

## **Metodi e risultati del rilevamento geologico subacqueo dei fondi marini pericostieri della Campania (Italia) alla scala 1:10000: le isole vulcaniche flegree**

M.L. Putignano<sup>1</sup>, L. Monti<sup>1</sup>, P.E. Orrù<sup>2</sup>, M. Schiattarella<sup>3</sup>, R.M. Toccaceli<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Regione Campania-Settore Difesa del Suolo, Napoli, Italia

<sup>2</sup>Università degli Studi di Cagliari, Dipartimento di Scienze della Terra, Cagliari, Italia

<sup>3</sup>Università degli Studi della Basilicata, Dipartimento di Scienze, Italia

La ricostruzione dell'evoluzione dei settori sommersi costituisce, da un lato, un importante anello di congiunzione con la storia delle aree della fascia costiera attualmente emerse, e, dall'altro, un elemento di raccordo con i settori marini al disotto dei -30 m. La distribuzione dei sedimenti olocenici presenti sul fondo del mare, all'interno degli elementi deposizionali, costituisce l'espressione delle fasi finali (*highstand systems tract*) della sequenza deposizionale del Pleistocene superiore-Olocene. In queste aree poco profonde, anche l'interazione con le strutture antropiche influenza la distribuzione dei sedimenti attuali. I fondali marini pericostieri presentano pertanto una complessa evoluzione geologico-geomorfologica la cui cartografia di dettaglio (1:10000), estesa ad ampie aree, effettuata per il Progetto CARG Regione Campania, permette di evidenziarne le principali caratteristiche, consente una visione d'insieme di ampi settori della fascia costiera sommersa ed una distinta organizzazione dei depositi della fascia costiera sommersa correlati con quelli emersi.

La realizzazione della cartografia geologica della piattaforma prossimale dei fondali pericostieri della Campania (da 0 a -30 m) alla scala 1:10000 ha previsto una fase preliminare di interpretazione di dati indiretti. Per i fondali poco profondi (fino a -5 m), sono state interpretate foto aeree zenitali a colori (Volo R.C. 2004). Le basi conoscitive da metodi geofisici sono rappresentate da dati *Multibeam* ad altissima risoluzione, elaborati sia in chiave morfobatimetrica di dettaglio che in fotomosaico *backscattering* (opzione *side*) e da dati ecografici a scansione laterale *side scan sonar*. Le interpretazioni sull'assetto morfostrutturale sono state supportate da dati sismici monocanale ad alta risoluzione tipo *Sparker*. Gli elaborati geofisici sono stati prodotti dall'IAMC.

Il piano di posizionamento delle immersioni, sulla base dell'interpretazione dei dati indiretti, ha perseguito due obiettivi principali: la taratura delle chiavi interpretative e la rifinitura di dettaglio con l'acquisizione di dati puntuali geostrutturali e geomorfologici. L'organizzazione dei rilevamenti ha seguito due differenti modalità: il rilievo di transetti, sia perpendicolari che paralleli alla costa, reso necessario dalla dominanza di morfotipi costieri a costa alta e falesie in parte ancora attive e rilievi puntuali relativi ad affioramenti isolati, o a punti significativi caratterizzati da modelli interpretativi particolarmente problematici. Le cartografie prodotte hanno avuto differenti fasi di generalizzazioni alle scale nazionali (1:25000 e 1:50000) per la densità dei dati ottenuti; trovano invece riscontro e completezza di informazioni geologiche in particolare al raccordo Terra/Mare le cartografie prodotte alla scala regionale 1:10000. Si riportano alcuni esempi ottenuti dalla cartografia Terra/Mare delle isole vulcaniche del Golfo di Napoli.

## **Valutazione dell'ingressione marina in aree costiere: esempi di ricostruzioni 2D e 3D attraverso prospezioni ERT**

D. Tarallo, A. Angelino, G. Cavuoto, V. Di Fiore, M. Iavarone, E. Marsella, N. Pelosi,  
M. Punzo, P. Scotto di Vettimo

*CNR-IAMC, Istituto per l'Ambiente Marino Costiero, sede di Napoli, Italia*

Nell'ambito della comprensione dei processi chiave e di rischio potenziale per la fascia costiera si inserisce la problematica dell'ingressione dell'acqua di mare in area continentali (cuneo salino) con la relativa contaminazione della falda idrica dolce. Le cause possono essere diverse; generalmente l'intrusione è determinata da un eccessivo emungimento della falda dolce di un acquifero costiero, dalle variazioni climatiche, dalle modificazioni antropiche del territorio, oppure in seguito ad erosione costiera con arretramento della linea di costa. Questo può apportare importanti modifiche all'ecosistema costiero ed indurre gravi danni al sistema colturale creando seri problemi per la fertilità del suolo fino a giungere alla desertificazione costiera. L'azione di monitoraggio, ovvero la caratterizzazione spaziale e temporale del cuneo salino, è quindi di fondamentale importanza per la valutazione di tali sistemi. Per fornire un importante contributo sulla comprensione del problema sono state effettuate misure di resistività, in aree campione ubicate presso la foce del fiume Volturno e nella piana costiera di Sibari. Per tali surveys sono state utilizzate geometrie con configurazioni sperimentali ad alta risoluzione 2D e 3D. La resistività del terreno infatti, è anche funzione della presenza di acqua e della quantità di ioni disciolti in essa. La differenza di resistività tra acqua dolce e salata è di un ordine di grandezza e quindi facilmente distinguibile nei rilievi geoelettrici.

I risultati di questo studio consentiranno una ricostruzione tridimensionale dei corpi idrici presenti nelle aree di piana al fine di comprendere l'entità del fenomeno nel tempo e nello spazio, valutarne gli effetti sugli ecosistemi vegetali e predisporre possibili rimedi. Tale monitoraggio, utile per la valutazione degli effetti derivanti dall'infiltrazione nelle falde acquifere di componenti idrosaline provenienti dalle vicine aree costiere, accompagnato ad un attento programma di gestione delle risorse eviterebbero l'accentuarsi dell'intrusione del cuneo con difficili possibilità di ritorno alle condizioni di equilibrio iniziali.

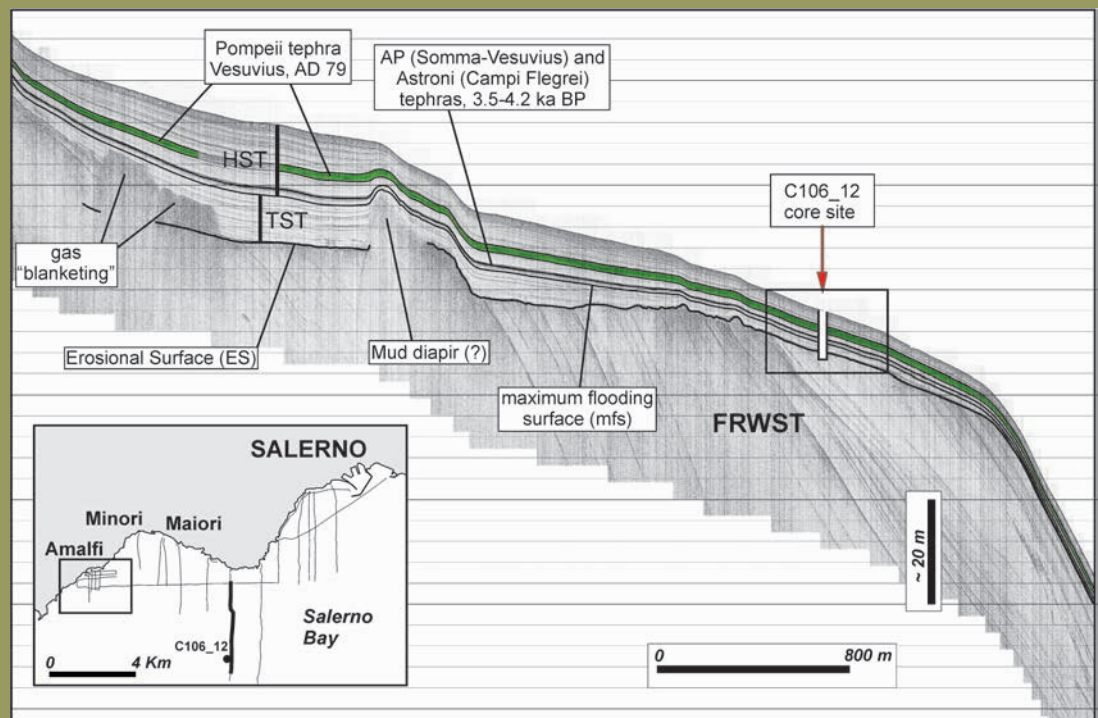


# 7 Evoluzione geodinamica e paleoambientale dei margini continentali

Il margine continentale del Mar Mediterraneo sono caratterizzati da una notevole differenziazione geologica frutto delle complesse fasi evolutive che si sono manifestate con intenso dinamismo, anche nel tardo Quaternario.

La sessione è dedicata ad un ampio spettro di tematiche relative ai margini continentali attuali ed antichi dell'area mediterranea, dalla zona di piattaforma

a quella di scarpata quali: l'evoluzione neotettonica e l'eventuale interazione con i processi sedimentari, l'attività erosiva e deposizionale in relazione ai cambiamenti paleoambientali, la caratterizzazione morfologica e morfotettonica e la migrazione ed emissione di fluidi.



Chairman della sessione

**Martina Busetti<sup>1</sup>, Anna Correggiari<sup>2</sup>, Marco Sacchi<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale, OGS, Trieste, Italia | [mbusetti@ogs.trieste.it](mailto:mbusetti@ogs.trieste.it)

<sup>2</sup>Istituto di Scienze Marine, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Bologna, Italia | [anna.correggiari@bo.ismar.cnr.it](mailto:anna.correggiari@bo.ismar.cnr.it)

<sup>3</sup>Istituto per l'Ambiente Marino Costiero, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Napoli, Italia | [marco.sacchi@iamc.cnr.it](mailto:marco.sacchi@iamc.cnr.it)



## **Nuovi dati geologici sull'assetto morfo-strutturale e la stratigrafia sismica del margine continentale della Campania (Italia meridionale) in base a dati di sismica multicanale profonda**

G. Aiello<sup>1</sup>, V. Di Fiore<sup>1</sup>, E. Marsella<sup>1</sup>, A.G. Cicchella<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*CNR-IAMC, Istituto per l'Ambiente Marino Costiero, sede di Napoli, Italia*

<sup>2</sup>*c/o Università "Federico II", Napoli, Italia*

Alcuni nuovi dati sulla struttura geologica regionale profonda del margine continentale della Campania (Italia meridionale) vengono qui presentati utilizzando i vincoli dell'interpretazione sismica di profili multicanale profondi paralleli e perpendicolari al margine continentale. Tre sezioni geosismiche regionali lungo l'allineamento Ischia-Capri-Volturno del margine continentale della Campania sono state costruite in base ai dati di sismica profonda recentemente acquisiti dall'Istituto per l'Ambiente Marino Costiero del CNR di Napoli. In particolare, il profilo SISTER4\_2 attraversa l'offshore di Capri, l'alto strutturale di Ischia, il Golfo di Napoli ed il Bacino del Volturno. Il profilo SISTER9\_1 attraversa l'offshore di Capri, l'alto strutturale del Banco di Fuori, il canyon Dohrn e la Valle di Salerno. Il profilo SISTER7\_2 attraversa invece il Bacino di Capri, l'alto strutturale di Capri, l'asse vallivo del canyon Dohrn e la piattaforma esterna del Golfo di Napoli. I risultati ottenuti consentono di delineare le relazioni stratigrafico-strutturali tra il Golfo di Napoli, il margine continentale campano-laziale ed il Golfo di Salerno a scala geologica regionale. Le principali morfo-strutture del margine continentale della Campania sono state identificate e la loro stratigrafia sismica è stata interpretata con lo scopo di migliorare le conoscenze del significato regionale delle principali discordanze e sistemi di faglia in base ad un inquadramento geologico aggiornato. Mentre una gran quantità di rilievi sismici strettamente spaziali della piattaforma continentale del Golfo di Napoli sono stati precedentemente eseguiti, questi nuovi dati sismici delineano l'assetto geologico dei principali bacini sedimentari ed alti strutturali interposti dell'intero margine continentale ad una scala regionale sulla piattaforma esterna, scarpata e piana batiale del Tirreno meridionale. Le principali morfo-strutture regionali sono: il Banco di Fuori, un alto morfostrutturale dei carbonati meso-cenozoici, che delimita il Golfo di Napoli verso sud; il canyon Dohrn, che separa il settore orientale del golfo, dove prevalgono le unità sismiche sedimentarie, da quello occidentale, dove prevalgono le unità vulcaniche; l'alto strutturale di Capri, di natura sedimentaria e collegato al sollevamento regionale dei carbonati meso-cenozoici lungo l'allineamento Capri-Penisola Sorrentina; il Bacino di Capri, un bacino profondo localizzato a sud del Golfo di Napoli, riempito da sedimenti pleistocenico-olocenici che ricoprono l'unità carbonatica profonda; la Valle di Salerno, un semigraben riempito da tre unità sismiche corrispondenti al riempimento marino quaternario, che ricoprono sequenze caotiche profonde collegate al Flysch del Cilento Auct.; il Bacino del Volturno, riempito da quattro sequenze sismiche marine e deltizie, con frequenti intercalazioni di livelli vulcanoclastici, che ricoprono le unità sismiche profonde dei flysch miocenici e dei carbonati.

## Attività neotettonica e migrazione di fluidi nel Golfo di Trieste

M. Busetti e F. Zgur

*OGS, Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale, Sgonico, Trieste, Italia*

L'evoluzione geologica e tettonica del Golfo di Trieste ha subito una deformazione polifasica passando da un regime estensionale mesozoico con la formazione della piattaforma carbonatica, alla fase orogenetica cenozoica con la formazione delle dinaridi, e di cui il golfo costituisce l'avanfossa più recente riempita da sedimenti flysciodi eocenici e successivamente coinvolta dall'avanzata dei thrusts frontali della catena, e infine la formazione della catena alpina che ha generato una riattivazione delle strutture in modalità trascorrente/transpressiva.

Le diverse fasi tettoniche hanno generato un sistema di strutture con andamento principale NW-SE. Presentano tale orientamento sia il margine della piattaforma carbonatica mesozoica relativo alla fase estensionale, che il thrust frontale della dinaridi (Faglia di Trieste) localizzato in corrispondenza della costa orientale del golfo [Busetti et al., 2010a, b].

Evidenze da profili sismici multicanale e profili ad alta risoluzione acquisiti nel 2005 e nel 2009 dall'OGS, indicano come le strutture tettoniche formatesi durante le fasi deformative meso-cenozoiche presentano indizi di attività tettonica anche durante il Quaternario [Busetti et al., 2010a, b].

Le caratteristiche della deformazione dell'attività neotettonica sono principalmente rigetti fino a circa 30 metri in corrispondenza della superficie di erosione Messiniana-Pliocenica, e deformazioni dei sedimenti continentali e marini Quaternari. I dati sismici ad alta risoluzione evidenziano come alcune strutture presentano attività tettonica con rigetti metrici evidenti fino ai sedimenti pre-Olocenici.

Le strutture con attività neotettonica, costituiscono le vie preferenziali di risalita di fluidi. Tali fluidi provengono sia dalla sequenza carbonatica, che da quella quaternaria, e evidenti accumuli di fluidi sono presenti nei sedimenti tardo Pleistocenici. La risalita di fluidi in alcuni casi può arrivare fino al fondo mare, in corrispondenza del quale si formano rilievi e pockmarks di dimensioni metriche, e dare origine a plumes nella colonna d'acqua (ben visibili nei profili ad alta risoluzione), fenomeno peraltro già noto alle popolazioni costiere.

I fluidi potrebbero essere costituiti dalle acque termali a bassa entalpia presenti nei carbonati, e la cui fuoriuscita è presente a terra, nonché da gas, principalmente metano, presenti nei sedimenti quaternari.

### Bibliografia

- Busetti, M., Volpi V., Barison E., Giustiniani M., Marchi M., Ramella R., Wardell N., Zanolla C., (2010a). *Cenozoic seismic stratigraphy and tectonic evolution of the Gulf of Trieste (Northern Adriatic)*. *GeoActa*, SP 3(2010), 1-14.
- Busetti, M., Volpi, V., Nicolich, R., Barison, E., Romeo, R., Baradello, L., Brancatelli, G., Giustiniani, M., Marchi, M., Zanolla, C., Nieto, D., Ramella, R., Wardell, N., (2010b). *Dinaric tectonic features in the Gulf of Trieste (Northern Adriatic)*. *Bollettino di Geofisica Teorica e Applicata*, 51(2-3), 117-128.

## **Emissioni gassose in Adriatico settentrionale: quale ruolo delle strutture tettoniche profonde?**

F. Donda<sup>1</sup>, E. Forlin<sup>1</sup>, E. Gordini<sup>1</sup>, G. Panieri<sup>2</sup>, V. Volpi<sup>1</sup>, S. Buenz<sup>3</sup>, D. Civile<sup>1</sup>,  
L. De Santis<sup>1</sup>, A. Camerlenghi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>OGS, Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale, Sgonico, Trieste, Italia

<sup>2</sup>CNR-ISMAR, Istituto di Scienze Marine, Bologna, Italia

<sup>3</sup>Tromsø University, Department of Geology, Tromsø, Norway

Le emissioni gassose nell'Adriatico settentrionale, essenzialmente costituite da metano, sono già state oggetto di numerosi studi, ma l'origine del gas è argomento ancora dibattuto. Dati geofisici a diversa risoluzione (sismica multicanale, profili Chirp, dati morfo-batimetrici) acquisiti da OGS con la *N/R OGS Explora* evidenziano che il gas risale in superficie attraverso vie di migrazione preferenziali. I camini di risalita, la cui ampiezza varia da qualche decina di metri fino a 2 km, si originano principalmente nei livelli basali della sequenza pliocenica ma anche all'interno della successione paleogenica, dove appaiono svilupparsi in continuità verticale con faglie mesozoiche. Frequentemente i camini raggiungono il fondo mare, dove la fuoriuscita di gas è localmente associata a morfologie e depositi peculiari rappresentati da affioramenti rocciosi conosciuti come Trezze o Tenue. Essi sono noti sin dalla fine del XVIII secolo, quando l'Abate Giuseppe Olivi nella sua opera "Zoologia Adriatica" ne fornisce per la prima volta una descrizione come "...elevazione di qualche masso calcareo nudo durissimo, il quale sorge isolato dal fondo molle. Tali eminenze, dette volgarmente Tenue ...esistono dirimpetto a Maran, a Carole, ai Tre Porti... soprattutto dirimpetto a Malamocco e Chioggia..." [riportato in: Gordini, 2009]. I più recenti studi hanno dimostrato che l'origine di tali depositi è effettivamente legata alle diffuse emissioni di gas. Tali affioramenti rappresentano quindi dei carbonati autigeni metano-derivati, prodotti da degradazione batterica e con una precisa connotazione isotopica ( $\delta^{13}\text{C}$  negativo).

Le analisi finora condotte evidenziano che le emissioni gassose in Adriatico settentrionale sono di origine profonda. Alcuni dei camini sono allineati lungo due direzioni preferenziali: NE-SW nell'area settentrionale, lungo lineamenti strutturali anti-dinarici [Buseti et al., 2010]; NW-SE al largo di Venezia, conformemente a sistemi di faglie paralleli al cosiddetto "Schio-Vicenza Fault System". Non si esclude quindi un possibile controllo strutturale sulla modalità di migrazione del gas, anche se al momento non è possibile effettuare ipotesi sulla attività recente di queste strutture tettoniche.

### **Bibliografia**

- Gordini, E., (2009). *Integrazione di metodologie geofisiche, geomorfologiche, sedimentologiche e geochemiche per la definizione della genesi e dell'età degli affioramenti rocciosi presenti sul fondale marino dell'Adriatico settentrionale*. Tesi di Dottorato. Università di Trieste, Dip. Scienze Geologiche, Ambientali e Marine, XX ciclo, 389 pp.
- Buseti, M., Volpi, V., Nicolich, R., Barison, E., Romeo, R., Baradello, L., Brancatelli, G., Giustiniani, M., Marchi, M., Zanolla, C., Wardell, N., Nieto, D., Ramella, R., (2010). *Dinaric tectonic features in the Gulf of Trieste (northern Adriatic Sea)*. Boll. Geof. Teor. Appl., 51 (2-3), 117-128.

## **Geometria e modellazione di un sistema di retro-scorrimenti attivo sulla base di dati di geofisica marina ad alta risoluzione: la Dorsale di Amendolara (Golfo di Taranto)**

L. Ferranti<sup>1</sup>, P. Burrato<sup>2</sup>, F. Pepe<sup>3</sup>, E. Santoro<sup>1,7</sup>, M.E. Mazzella<sup>1,8</sup>,  
D. Morelli<sup>4</sup>, S. Passaro<sup>5</sup>, G. Vannucci<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Università "Federico II", DiSTAR - Dipartimento di Scienze della Terra dell'Ambiente e delle Risorse, Napoli, Italia

<sup>2</sup>Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione Sismologia e Tettonofisica, Roma, Italia

<sup>3</sup>Università di Palermo, Dipartimento di Scienze della Terra e del Mare, Palermo, Italia

<sup>4</sup>Università di Trieste, Dipartimento di Scienze Geologiche, Ambientali e Marine, Trieste, Italia

<sup>5</sup>CNR-IAMC, Istituto per l'Ambiente Marino Costiero, sede di Napoli, Italia

<sup>6</sup>Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione di Bologna, Bologna, Italia

<sup>7</sup>c/o Fugro Robertson Limited, Llandudno (UK)

<sup>8</sup>c/o Int.Geo.Mod S.r.l. e Università di Perugia, Dipartimento di Scienze della Terra, Perugia, Italia

Nuovi dati sismici ad alta (Sparker) ed altissima (Subbottom Chirp) risoluzione, acquisiti durante la Campagna Oceanografica "Teatioca 2010", integrati da dati sismici multicanale ad alta penetrazione, pubblici disponibili sul sito [www.videpi.com](http://www.videpi.com), calibrati con pozzi profondi, batimetrici multifascio e carotaggi, rivelano che la dorsale di Amendolara, estensione sottomarina della zona frontale del sistema a *thrust* dell'Appennino meridionale, è stata controllata nel Quaternario da un sistema di retro-scorrimenti e faglie transpressive (ATFS) che dislocano verso SW la catena mio-pliocenica NE-vergente.

Il pacco di sequenze deposizionali attribuito, sulla base della facies sismica e della presenza di discordanze controllate dalle oscillazioni glacio-eustatiche, al Pleistocene medio-superiore risulta piegato in maniera consistente con le strutture desumibili dai profili multicanale. I dati morfometrici e sismici documentano che la dorsale, orientata NW-SE, è formata da 3 banchi lunghi ~10-20 km, cresciuti sopra rampe di sovrascorrimenti ciechi (~2 km) disposti en-echelon a formare un sistema segmentato. Sono stati individuati e modellati i segmenti di Amendolara a NW e Cariati a SE, collegati da una più piccola rampa laterale (segmento di Rossano). La modellazione numerica calibrata sui dati batimetrici e sismici indica che le rampe hanno inclinazione di ~45° e sono radicate a ~10 km di profondità a possibili scollamenti o strutture maggiori. I tassi di scorrimento negli ultimi 4-500 ka, calcolati per i segmenti sulla base degli strati di crescita nei bacini sin tettonici variano da 0.5-0.9 mm/a per il segmento di Amendolara a 0.35-0.5 mm/a per quello di Cariati.

L'ATFS coincide con una fascia di moderata sismicità ( $M_w < 4.7$ ) con meccanismi focali inversi o transpressivi. L'orientazione degli assi di strain incrementale (sismico) e finito (geologico, come documentano i dati a terra) suggerisce per i segmenti dell'ATFS un movimento da inverso a obliquo sinistro. In base alla dimensione dei segmenti di faglia, nell'ipotesi di deformazione puramente elastica, si stima una magnitudo potenziale massima per l'ATFS di  $M \sim 6.1-6.4$ , ma è verosimile che buona parte della deformazione sia asismica o microsismica. L'epicentro macrosismico del terremoto del 1988 ( $M_w = 4.9$ ) ricade su un tratto del segmento di Cariati che mostra rotture a fondo mare e possibile risalita di fluidi localizzata lungo strutture attive. La crescita dell'ATFS è stata verosimilmente controllata da un interfaccia meccanica tra la spessa crosta apula e la crosta ionica assottigliata o in parte oceanica, quando in tempi recenti la convergenza Adria-Europa ha prevalso sull'arretramento della cerniera della subduzione ionica.

## **Evoluzione tardoglaciale e olocenica dell'adriatico settentrionale (Italia, Slovenia): evidenze morfologiche e stratigrafiche**

A. Fontana<sup>1</sup>, A.M. Correggiari<sup>2</sup>, P. Slavec<sup>3</sup>, A. Remia<sup>2</sup>, V. Maselli<sup>2</sup>, A. Žerjal<sup>3</sup>, S. Poglajen<sup>3</sup>,  
S. Rossato<sup>3</sup>, B. Celarc<sup>4</sup>, M. Bavec<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Università degli Studi di Padova, Dipartimento di Geoscienze, Padova, Italia

<sup>2</sup>CNR-ISMAR, Istituto di Scienze Marine, U.O.S. di Bologna, Italia

<sup>3</sup>Harpha Sea d.o.o, Koper, Slovenia

<sup>4</sup>Geological Survey of Slovenia, Ljubljana, Slovenia

Il settore più settentrionale del Mare Adriatico, data la bassa pendenza del suo fondale, è un'area particolarmente sensibile alle variazioni del livello marino che, durante il Quaternario recente, hanno causato importanti cambiamenti paleoambientali. Questa zona, situata tra l'Istria, il Carso e la Pianura Veneto-Friulana, è suddivisa tra le acque territoriali italiane, slovene e croate e, nel passato, tale frammentazione amministrativa ha fortemente limitato gli studi. Nel maggio 2012 un team di ricercatori italiani e sloveni ha effettuato il rilevamento della piattaforma slovena e italiana a bordo della nave oceanografica "Urania". Durante la crociera, denominata NAD2012, sono state acquisite circa 400 NM di profili sismo acustici CHIRP-sonar e, nelle acque italiane, sono stati effettuati 10 carotaggi a gravità. I nuovi dati hanno consentito di osservare in continuità la transizione stratigrafica tra la pianura alluvionale friulana e la costa rocciosa dell'Istria. L'assetto generale del Nord Adriatico era stato recentemente ricostruito grazie ai dati geofisici, batimetrici e stratigrafici raccolti durante altre crociere effettuate per la realizzazione della Carta Geologica dei Mari Italiani [Trincardi et al., 2011].

Nella piattaforma slovena lo studio delle morfologie del fondale è stato consentito da un DEM di altissima risoluzione prodotto negli ultimi anni dalla società Harpha Sea tramite rilievi batimetrici multibeam. Il DEM ha inoltre consentito la precisa pianificazione dei profili geofisici acquisiti durante la crociera NAD2012.

L'area tra Monfalcone e Pirano è caratterizzata da depositi marini olocenici fini, con uno spessore massimo di 25 m presso Pirano che si assottiglia verso la costa friulana. Questo corpo sigilla la pianura alluvionale che caratterizzava la zona fino a circa 9,5 ka cal BP [Covelli et al., 2006], quando l'innalzamento eustatico ha portato l'Adriatico a sommergere il Golfo di Trieste. Lungo la costa orientale l'antica pianura è contraddistinta da un complesso di dossi fluviali, con una direzione ENE-WSW, alimentati dalle valli che drenano il Carso e l'Istria. Invece, dalla piattaforma italiana fino alla baia di Capodistria, il DEM evidenzia un percorso meandriforme inciso, parzialmente sepolto dal delta olocenico dell'Isonzo e che corrisponde ad un probabile percorso tardoglaciale di questo fiume. Anche al largo di Chioggia si riconosce un esteso sistema idrografico inciso di età post-LGM, successivamente riempito da depositi estuarini e lagunari, probabilmente formato dal Po.

### **Bibliografia**

- Covelli, S., Fontolan, G., Faganeli, J., Ogrinc, N., (2006). *Anthropogenic markers in the Holocene stratigraphic sequence of the Gulf of Trieste (northern Adriatic Sea)*. Marine Geology, 230, 29-51.
- Trincardi, F., Argani, A., Correggiari, A.M., (2011). *Note illustrative della Carta Geologica dei Mari Italiani alla scala 1:250.000 – Foglio NL 33-7 Venezia*. S.EL.CA., Firenze, 151 pp.

## Sul ritrovamento di tephra di composizione riolitica peralluminosa a largo del promontorio di Capo Vaticano (Calabria Occidentale, Tirreno meridionale)

G. Lanzo<sup>1</sup>, S. Rotolo<sup>1</sup>, A. Caruso<sup>1</sup>, L. Ferranti<sup>2</sup>, S. Passaro<sup>3</sup>, F. Pepe<sup>1</sup>,  
M. Sacchi<sup>3</sup>, G. Scopelliti<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Università di Palermo, DiSTeM-Dipartimento di Scienze della Terra e del Mare, Palermo, Italia

<sup>2</sup>Università "Federico II", Dipartimento di Scienze della Terra, Napoli, Italia

<sup>3</sup>CNR-IAMC, Istituto per l'Ambiente Marino Costiero, sede di Napoli, Italia

Dati batimetrici multibeam e sismici ad alta risoluzione sono stati raccolti nel settore orientale del margine continentale tirrenico della Calabria durante la campagna oceanografica Marisk 2012. Sono stati, inoltre, eseguiti carotaggi a gravità e dragaggi in un'area profonda fino a 350-400 m, limitrofe al promontorio di Capo Vaticano (Calabria orientale), in cui l'analisi di dati aero-magnetici ha evidenziato un'anomalia magnetica che si estende in direzione NO-SE, compatibile con la presenza di un corpo, avente un pattern simile a quello delle rocce vulcaniche delle Isole Eolie (da mediamente a molto evolute) di dimensioni 20 per 3-5 km [De Ritis et al., 2010]. Nell'area, i nuovi dati batimetrici evidenziano la presenza di un alto morfologico che si estende in direzione NE a SO, lungo circa 9 e largo 2-2.5 km. Nei profili sismici, la geometria divergente dei riflettori indica che questa struttura si è sollevata durante il tardo (?) Pleistocene.

Tra le dieci pomice recuperate mediante dragaggi, è stata selezionata la più vescicolata (avente diametro di 1,5 cm e una vescicolarità del 65% in volume, con bolle di diametro inferiore a 80 microns). La pasta di fondo è vetrosa, povera in microliti; alcune vescicole allungate sono caratterizzate da fenomeni di coalescenza che simulano una macro-vescicolazione (con dimensioni fino a 3 mm). La pasta di fondo del campione MSK-VII in esame ha una composizione quarzo normativa, moderatamente peralluminosa (ASI = 1.2) e un rapporto  $K_2O/Na_2O = 2.0$ .

Tra i microfenocristalli: biotite (spesso alterata in clorite), plagioclasio ( $An_{70}Or_4$ , probabilmente un xenocristallo o alternativamente evidenza di eventuali processi di mixing magmatico), anfiboli, ossidi di Fe-Ti e quarzo; non sono stati rinvenuti minerali peralluminosi.

Sebbene i dati non sono sufficienti per correlare le pomice con una particolare eruzione, magmi composizionalmente simili alla pomice MSK-VII sono stati eruttati tra 127 e 92 ka [Esperança et al., 1992] a Lipari (Arcipelago Eoliano) dallo stratocono di Monte S. Angelo: durante la sua attività, questo centro eruttivo ha prodotto lave e piroclastiti relativamente acide; le prime sono caratterizzate da inclusioni di fasi mineralogiche peralluminose (cordierite, granato, sillimanite) e vetri peralluminosi come documentato da Baker [1987] e Rotolo [2000]. Sulla base della vicinanza dell'isola di Lipari con l'area dragata (~75 km verso sud-ovest) e della scarsa frequenza di magmi peralluminosi nel vulcanismo dell'area Eoliana, si ipotizza M. S. Angelo come un possibile centro eruttivo della pomice MSK-VII.

### Bibliografia

- Baker, S.D., (1987). *Rhyolites contaminated with metapelite and gabbro, Lipari, Aeolian Islands, Italy: products of lower crustal fusion or of assimilation plus fractional crystallization?* Contrib. Mineral. Petrol. 97, 460-472.
- De Ritis, R., Dominici, R., Ventura, G., Nicolosi, I., Chiappini, M., Speranza, F., De Rosa, R., Donato, P., Sonnino, M., (2010). *A buried volcano in the Calabrian Arc (Italy) revealed by high-resolution aeromagnetic data.* J. Geophys. Res., 115, B11101, doi:10.1029/2009JB007171.
- Esperança, S., Crisci, G.M., de Rosa, R., Mazzuoli, R., (1992). *The role of the crust in the magmatic evolution of the Island of Lipari (Aeolian Islands, Italy).* Contrib. Mineral. Petrol. 112, 450-462.
- Rotolo, S.G., (2000). *Considerations regarding metamorphic enclaves in cordierite-bearing lavas on the Island of Lipari, Aeolian Islands.* Mem. Soc. Geol. It. 55 (315-319).



## **Estensione e ciclicità di accumuli debritici tardo-pleistocenici nei bacini di Sibari e Corigliano (Mar Ionio): implicazioni per la tettonica recente ed attiva**

D. Morelli<sup>1</sup>, L. Ferranti<sup>2</sup>, P. Burrato<sup>3</sup>, S. Passaro<sup>4</sup>, F. Pepe<sup>5</sup>, M. Sacchi<sup>4</sup>, E. Santoro<sup>2</sup>,  
M.E. Mazzella<sup>6</sup>, G. Valenzano<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Università di Trieste, Dipartimento di Matematica e Geoscienze, Trieste, Italia

<sup>2</sup>Università "Federico II", DiSTAR - Dipartimento di Scienze della Terra, Napoli, Italia

<sup>3</sup>Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione Sismologia e Tettonofisica, Roma, Italia

<sup>4</sup>CNR-IAMC, Istituto per l'Ambiente Marino Costiero, sede di Napoli, Italia

<sup>5</sup>Università di Palermo, Dipartimento di Scienze della Terra e del Mare, Palermo, Italia

<sup>6</sup>Università di Perugia, Dipartimento di Scienze della Terra, Perugia, Italia

Corpi sedimentari caratterizzati da facies sismica "trasparente" di notevole spessore (sino a 35 m) sono stati documentati in più livelli della copertura tardo-pleistocenica della Piana Abissale del Mar Ionio ed interpretati come megatorbiditi innescate da megatsunami. Il più recente di questi corpi è stato posto da Autori vari, in relazione ai collassi vulcanici del Santorini o dell'Etna o al sisma distruttivo di Creta del 365 d.C. [Polonia et al., 2013].

Corpi "trasparenti" di notevole spessore (15-30 m) e estensione (> di 100 km<sup>2</sup>), sono stati segnalati anche nel Mar Ionio nord-occidentale e interpretati come accumuli debritici tardo-pleistocenici-olocenici, presumibilmente sismoindotti [Rebesco et al., 2009].

La presenza di depositi debritici in un'area interessata negli ultimi decenni da bassa sismicità ma caratterizzata da strutture attive e potenzialmente sismogenetiche, come suggerito da recenti ricerche (M~6, [Ferranti et al., pag. 110 di questo volume], ha posto le basi per un'analisi più approfondita dei caratteri degli eventi debritici segnalati e dei meccanismi di innesco. A tal fine sono stati utilizzati dati Multibeam e sismici ad alta (Sparker, 1kj) ed altissima (Chirp) risoluzione, registrati nell'ambito del Progetto "Teatioca-2010" (R/V Urania; IAMC di Napoli, Università di Napoli, Palermo e Trieste e INGV di Roma).

Nel Canale Rossano-Cariati i profili sismici mostrano, coperto da una sottile (7-10 m max.) coltre, un corpo acusticamente trasparente, molto esteso (100 km<sup>2</sup>; lunghezza 25 km, larghezza 5 km), e di notevole spessore (40 m max.). La presenza di corpi con analoghi caratteri sismo-stratigrafici è confermata anche nelle aree bacinali limitrofe, separate tra loro da scarpate e alti morfologici con evidenze di movimentazioni di massa recenti e in atto. La stessa collocazione crono-stratigrafica degli ultimi depositi "debritici" nei vari settori dell'area suggerisce, come per il Mar Ionio meridionale, un meccanismo di innesco comune e a scala regionale.

Le sezioni sparker evidenziano, per la porzione più recente della successione Pleistocenica, altri corpi "trasparenti", sovrapposti in più livelli (almeno 3) e associati a strutture di fluidificazione ed estrusione interpretabili come sismici. La ciclicità e la scala regionale degli eventi debritici analizzati (corpi trasparenti) nonché la successiva fluidificazione ed estrusione suggerirebbe un loro innesco *da shaking* sismico, compatibile con l'attività recente del sistema transpressivo dell'Amendolara.

### **Bibliografia**

- Polonia, A., Bonatti, E., Camerlenghi, A., Lucchi, G.L., Panieri, G., Gasperini, L., (2013). *Mediterranean megaturbidite triggered by the AD 365 Crete earthquake and tsunami*. Scientific Reports, 3, 1285, doi:10.1038/srep01285.
- Rebesco, M., Neagu, R.C., Cuppari, A., Muto, F., Accettella, D., Dominici, R., Cova, A., Romano, C., Caburlotto, A., (1999). *Morphobathymetric analysis and evidence of submarine mass movements in the western Gulf of Taranto (Calabria margin, Ionian Sea)*. Inter. Jou. of Earth Sci., 98, 791-805.

## Studio morfometrico e statistico degli eventi di frana nel settore marino orientale del Golfo di Taranto

S. Passaro<sup>1</sup>, L. Ferranti<sup>2</sup>, M. Barra<sup>1</sup>, E. Santoro<sup>2</sup>, D. Morelli<sup>3</sup>, F. Pepe<sup>4</sup>, P. Burrato<sup>5</sup>, F. Caruso<sup>2</sup>

<sup>1</sup>CNR-IAMC, Istituto per l'Ambiente Marino Costiero, sede di Napoli, Italia

<sup>2</sup>Università "Federico II", DiSTAR - Dipartimento di Scienze della Terra, Napoli, Italia

<sup>3</sup>Università di Trieste, Dipartimento di Matematica e Geoscienze, Trieste, Italia

<sup>4</sup>Università di Palermo, Dipartimento di Scienze della Terra e del Mare, Palermo, Italia

<sup>5</sup>Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione Sismologia e Tettonofisica, Roma, Italia

La campagna oceanografica "Teatioca" è il frutto della collaborazione fra l'Istituto per l'Ambiente Marino Costiero (IAMC) di Napoli, l'Università Federico II di Napoli, l'Università di Palermo e Trieste e l'INGV di Roma. Durante tale campagna, effettuata a bordo della N/O Urania del CNR nel 2011, sono stati acquisiti dati batimetrici multibeam ad alta risoluzione ed una fitta maglia di dati sismici ad alta (Sparker) ed altissima (Chirp) risoluzione nell'area ionica del Golfo di Taranto.

L'analisi integrata del Modello Digitale del Terreno (10m, 5m e 2m) generato dai dati multibeam con i nuovi dati sismo-stratigrafici ha consentito di analizzare in dettaglio l'instabilità dei versanti. Una serie di computazioni standard sul DTM (aspect, pendenza, gradienti e curvatura del profilo) hanno fornito una prima valutazione della diversa esposizione dei versanti della dorsale di Capo Spulico e della dorsale di Amendolara, i due alti strutturali presenti nell'area di studio. Tale area è stata successivamente suddivisa in 9 diversi settori, ognuno dei quali rappresenta un areale morfologico (versante o bacino), allo scopo di caratterizzare il potenziale di franosità di ogni singola area e di evidenziare eventuali correlazioni fra le diverse aree. Oltre 400 evidenze di eventi di frana nell'area in esame sono stati cartografate, classificate e interpretate, fino ad ottenere carte tematiche utili all'interpretazione della franosità dei versanti su larga scala (carte della pendenza media per ogni evento, della pendenza massima e minima, gradiente medio, etc.). Sulla base dei dati acquisiti e delle computazioni effettuate sul DTM si è evidenziato che la pendenza non è il parametro principale in termini di meccanismo di innesco degli eventi di frana. Questa considerazione risulta anche dall'esame morfologico dei versanti meridionali della dorsale di Capo Spulico e del Banco di Cariatì [Santoro et al., 2012], che sono caratterizzati dai maggiori valori di pendenza nel DTM e dalla scarsità di processi gravitazionali. I maggiori eventi di frana sono quasi totalmente localizzati sulle pendici nord-est delle dorsali ridge. Tale distribuzione è principalmente legata alla giacitura dei sedimenti (a franapoggio verso SO). Un'eccezione è rappresentata dal settore meridionale del Banco di Amendolara, dove sporadici eventi di scorrimento rotazionale sono probabilmente legati all'attività tettonica della faglia di Amendolara.

L'utilizzo di un approccio statistico multivariato implementato in "R" conferma, infine, la concentrazione degli eventi sui versanti controllati da evoluzione morfologica rispetto ai versanti controllati dalla tettonica.

### Bibliografia

Santoro, E., Ferranti, L., Passaro, S., Burrato, P., Morelli, D., (2012). *Morphometric analysis in the offshore of the southern Taranto Gulf: unveiling the structures controlling the Late Pleistocene-Holocene bathymetric evolution*. Rend. On. Soc. Geol. It., 21 (2), 1132-1135.

## **Evoluzione olocenica del Lago di Patria, Campania: un esempio Mediterraneo di laguna costiera associata a un sistema deltizio**

M. Sacchi<sup>1</sup>, F. Molisso<sup>1</sup>, A. Pacifico<sup>2</sup>, M. Vigliotti<sup>2</sup>, D. Ruberti<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*CNR-IAMC, Istituto per l'Ambiente Marino Costiero, sede di Napoli, Italia*

<sup>2</sup>*Seconda Università di Napoli, Dipartimento di Scienze e Tecnologie Ambientali Biologiche e Farmaceutiche, Caserta, Italia*

<sup>3</sup>*Seconda Università di Napoli, Dipartimento di Ingegneria Civile, Design, Edilizia e Ambiente, Aversa (CE), Italia*

Il Lago di Patria è una laguna costiera mesoalina retrodunare che si sviluppa al margine della piana costiera del fiume Volturno (Campania). Attualmente la laguna è lunga ca. 2,0 km e larga 1,5 km, con una profondità media di 1,5 m ed un massimo di circa 3,0 m. L'apporto di acqua dolce da terra verso la laguna avviene tramite una serie di canali artificiali e piccole sorgenti, mentre un collegamento, effimero, con il Mar Tirreno è rappresentato da un canale della lunghezza 1,5 km e largo alcuni metri.

Fonti letterarie e dati cartografici, supportati da uno studio stratigrafico e sedimentologico condotto su 12 carotaggi realizzati nell'area di studio, indicano che l'attuale Lago di Patria è il risultato di una serie di interventi di bonifica idraulica che, a partire dal periodo borbonico, hanno interessato la piana del Volturno. In passato lo specchio d'acqua si estendeva in una più vasta area lagunare che rappresentava parte integrante del sistema deltizio del Volturno, sviluppatosi negli ultimi 5000 anni lungo il margine costiero campano.

Lago Patria inizia a formarsi come una vasta lagunare all'interno di un cordone litorale che si sviluppa a partire da circa 5000 anni ai margini della foce del Volturno. I primi depositi marini carotati indicano una età radiocarbonio di circa 4,8 ka BP e si rivengono al disopra di un substrato costituito da depositi vulcanoclastici di origine flegrea e paleosuoli associati. Segue una successione lagunare di ambiente prevalentemente salmastro con un intervallo più francamente marino (3,6 – 3,0 ka B.P.) durante il quale si verifica anche un breve episodio di disseccamento con depositi di tipo evaporitico (3,2 – 3,1 ka B.P.).

La successione campionata può essere interpretata come il risultato di un equilibrio dinamico tra influenza marina e apporto fluviale in un sistema lagunare. Le associazioni di litofacies riconosciute sono state tentativamente correlate con le principali variazioni climatiche verificatesi durante il tardo Olocene.

L'analisi delle variazioni fisiografiche della regione, condotta in ambiente GIS sulla base di cartografia storica datata a partire dal XVII secolo, ha permesso inoltre di inquadrare le trasformazioni più recenti della laguna costiera di Lago Patria. In particolare, l'*overlay* delle differenti basi cartografiche ben evidenzia l'evoluzione spazio-temporale dell'intera area retrodunare nel corso degli ultimi 400 anni ed il ruolo determinante dell'intervento antropico su queste variazioni.

## **Architettura stratigrafica ed evoluzione del Golfo di Pozzuoli negli ultimi 15 ka: una nuova prospettiva sulla caldera del Tufo Giallo Napoletano, Campi Flegrei, margine tirrenico orientale**

M. Sacchi<sup>1</sup>, F. Pepe<sup>2</sup>, M. Corradino<sup>2</sup>, D. Insinga<sup>1</sup>, F. Molisso<sup>1</sup>

<sup>1</sup>CNR-IAMC, Istituto per l'Ambiente Marino Costiero, sede di Napoli, Italia

<sup>2</sup>Università di Palermo, DiSTeM-Dipartimento di Scienze della Terra e del Mare, Palermo, Italia

I Campi Flegrei rappresentano un distretto vulcanico attivo che si sviluppa al confine tra il settore emerso e sommerso del margine continentale campano. Il distretto vulcanico occupa una superficie di circa 200 km<sup>2</sup>, è strutturalmente dominato da una caldera di collasso del diametro di circa 8 km formatasi in seguito all'eruzione del Tufo Giallo Napoletano (TGN), un deposito ignimbrico del volume di 30-50 km<sup>3</sup> *Dense Rock Equivalent*, datato a 15 ka B.P. circa, ed è attivo da almeno 78 ka B.P. circa.

L'obiettivo di questo lavoro è di ricostruire l'architettura stratigrafica e l'evoluzione vulcanotettonica tardo-Quaternaria del sistema caldera di collasso - faglia anulare - risorgenza intra-calderica del settore sommerso della caldera del TGN. A tal fine è stata analizzata una fitta maglia di profili sismici a riflessione monocanale di alta (Sparker) ed altissima (Subbottom Chirp) risoluzione. I dati sismici sono stati successivamente integrati sia con quelli ottenuti dall'analisi di carotaggi a gravità e batimetrici multibeam che con quelli disponibili in letteratura e, nell'insieme, analizzati in ambiente GIS.

I nuovi dati indicano che il settore interno dell'area collassata a seguito dell'eruzione del TGN evolve inizialmente in condizioni di mare basso. L'area intra-calderica viene successivamente interessata dalla formazione di una struttura antiforale (risorgenza intra-calderica) il cui tasso di sollevamento è stato comparabile con l'innalzamento eustatico nell'intervallo Pleistocene superiore – Olocene [Lambeck et al., 2011]. A circa 10 ka B.P. il settore centrale della struttura risorgente raggiunge l'esposizione subaerea (terrazzo morfologico de "La Starza").

La calibrazione dei profili sismici Chirp con markers tefro-stratigrafici riconosciuti in un carotaggio e datati al 1538 A.D., 79 A.D. indica l'instaurarsi di un periodo di subsidenza in epoca post-Romana, registrato dall'annegamento di 10-25 m del cuneo di progradazione infralittorale rispetto alle profondità di equilibrio funzionale attualmente segnalate in area Mediterranea. L'interpretazione sismostratigrafica rivela, inoltre, la presenza di fluidi che risalgono attraverso la zona di faglia anulare che delimita la caldera del TGN.

### **Bibliografia**

Lambeck, K., Antonioli, F., Anzidei, M., Ferranti, L., Leoni, G., Scicchitano, G., Silenzi, S., (2011). *Sea level change along the Italian coast during the holocene and projections for the future*. Quaternary International, 232, 250-257.

## Morfologia e morfometria del settore ionico del Golfo di Taranto

E. Santoro<sup>1</sup>, S. Passaro<sup>2</sup>, L. Ferranti<sup>1</sup>, D. Morelli<sup>3</sup>, F. Pepe<sup>4</sup>, P. Burrato<sup>5</sup>, M.E. Mazzella<sup>6,7</sup>

<sup>1</sup>Università "Federico II", Dipartimento di Scienze della Terra, Napoli, Italia

<sup>2</sup>CNR-IAMC, Istituto per l'Ambiente Marino Costiero, sede di Napoli, Italia

<sup>3</sup>Università di Trieste, Dipartimento di Matematica e Geoscienze, Trieste, Italia

<sup>4</sup>Università di Palermo, Dipartimento di Scienze della Terra e del Mare, Palermo, Italia

<sup>5</sup>Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione Sismologia e Tettonofisica, Roma, Italia

<sup>6</sup>Int. Geo. Mod S.r.l., Perugia, Italia

<sup>7</sup>Università di Perugia, Dipartimento di Scienze della Terra, Perugia Italia

Il versante Ionico del Golfo di Taranto è caratterizzato dalla presenza di alti strutturali e bacini che rappresentano l'espressione morfologica di sistemi di faglie pleistoceniche transpressive. La dorsale di Amendolara si estende per 45 Km in direzione N130°E, ed è caratterizzato dalla presenza di tre alti batimetrici minori (denominati Amendolara, Rossano e Cariati). Verso NE, la dorsale di Capo Spulico si estende per 40 Km in direzione N115°E.

Durante la Campagna Oceanografica "Teatioca" sono stati acquisiti 1100Km<sup>2</sup> di dati batimetrici multibeam e profili sismici monocanale ad alta (Sparker) ed altissima risoluzione (Subbottom Chirp). L'analisi integrata dei nuovi dati ha consentito di ottenere una sintesi morfostrutturale preliminare dell'area sud-orientale del Golfo di Taranto [Santoro et al., 2012].

L'insieme dei dati morfometrici evidenzia un ruolo chiave nell'attività traspressiva della faglia che borda a SW la dorsale di Amendolara, in quanto la regolarità dei pendii rivolti a S è legata alla deformazione e sollevamento dei versanti, che tende a superare l'effetto dei processi erosivi (versanti a controllo morfostrutturale). Il processo di basculamento guidato dall'azione della faglia sembra essere all'origine dei processi responsabili dell'erosione gravitazionale canalizzata sui pendii esposti a nord (versanti a controllo morfosedimentario).

Sette ordini di terrazzi sono stati riconosciuti sul top del Banco di Amendolara, attraverso tecniche di analisi dei picchi nel diagramma di distribuzione delle quote [Passaro et al., 2011]. Tale dato e le statistiche sui profili estratti dal DTM testimoniano la presenza di tassi differenziali di sollevamento ed un complessivo tilt (verso E) del settore frontale ionico dell'Appennino Meridionale, in accordo con quanto suggerito in letteratura [Ferranti et al., 2009].

### Bibliografia

- Ferranti, L., Santoro, E., Mazzella, M.E., Monaco, C., Morelli, D., (2009). *Active transpression in the northern Calabria Apennines, southern Italy*. Tectonophysics, 476 (1-2), 226-251.
- Passaro, S., Ferranti, L., de Alteriis, G., (2011). *The use of high resolution elevation histograms for mapping submerged terraces: a test from the Eastern Tyrrhenian Sea and the Eastern Atlantic Ocean*. Quat. Int., 232, 1-2, 238-249.
- Santoro, E., Ferranti, L., Passaro, S., Burrato, P., Morelli, D., (2012). *Morphometric analysis in the offshore of the southern Taranto Gulf: unveiling the structures controlling the Late Pleistocene-Holocene bathymetric evolution*. Rend. On. Soc. Geol. It., 21 (2), 1132-1135.

## Caratterizzazione chimica ed isotopica della carota MSK12-C4 (Tirreno meridionale)

G. Scopelliti<sup>1</sup>, C. Cosentino<sup>1</sup>, F. Molisso<sup>2</sup>, G. Lanzo<sup>1</sup>, A. Caruso<sup>1</sup>, L. Ferranti<sup>3</sup>, S. Passaro<sup>3</sup>,  
F. Pepe<sup>1</sup>, M. Sacchi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Università degli Studi di Palermo, Dipartimento di Scienze della Terra e del Mare, Palermo, Italia

<sup>2</sup>CNR-IAMC, Istituto per l'Ambiente Marino Costiero, sede di Napoli, Italia

<sup>3</sup>Università "Federico II", Dipartimento di Scienze della Terra, Napoli, Italia

Nell'ottobre 2012, nell'ambito del progetto MARISK, sono state estratte sei carote a gravità nell'off-shore di Capo Vaticano (Tirreno Meridionale). Tra queste, la carota MSK12-C4 è stata prelevata ad una profondità di 82 m con il recupero di 4.2 m di sedimenti e rappresenta la più vicina alla costa. In via preliminare lo studio è stato effettuato analizzando un campione ogni 8 cm. Su questi campioni si è proceduto alla determinazione degli elementi maggiori e minori, tramite XRF, e degli isotopi stabili di carbonio e ossigeno (bulk). Dal punto di vista litologico la carota mostra una variazione cromatica verso sfumature più chiare da circa 200 cmbsf (centimetri sotto il fondo marino) fino a 418 cmbsf. L'elaborazione degli elementi maggiori e minori tramite Cluster Analysis (CA) rispetto ai campioni, conferma la separazione tra la parte superiore (0-200 cmbsf) e quella inferiore (200-418 cmbsf). Eseguendo invece la CA rispetto agli elementi risulta evidente che tale separazione è da imputare soprattutto ad un aumento della frazione grossolana nella parte inferiore, rappresentata dalla porzione carbonatica o da minerali come barite o zircone. In un cluster distinto si raggruppano, elementi legati all'abbondante muscovite presente lungo l'intera carota (in un sub-cluster), ed elementi che aumentano nella parte superiore probabilmente in concomitanza con un aumento della porzione argillosa (in un altro sub-cluster). Tra questi, elementi come Zn, V, Fe, Ni e Cu hanno una forte tendenza ad arricchirsi in condizioni di scarsa presenza di ossigeno e sono quindi indicativi di una variazione delle condizioni redox al fondo. Le analisi sugli isotopi stabili mostrano che la porzione tra 0 e 200 cm è caratterizzata da una diminuzione dei valori medi del  $d^{13}C$  da -0.35 a -1.89‰, valori indicativi di un forte riciclo di materia organica che implica un maggiore consumo di ossigeno. I valori del  $d^{18}O$  sono sempre negativi in tutta la carota (con un valore minimo di -1.62‰) ad eccezione dell'intervallo 264-306 cmbsf in cui i valori si positivizzano, probabilmente a causa di una fase di raffreddamento climatico, dopo la quale inizia un trend di progressivo riscaldamento. Un evento simile è stato registrato nella composizione isotopica dell'ossigeno della carota Vib10, anch'essa prelevata nel Tirreno meridionale [Caruso et al., 2011], nell'intervallo tra 2500 e 3300 mila anni prima dell'attuale. Questo evento potrebbe essere correlato con il raffreddamento climatico C2 (2700 anni fa) proposto da Sbaffi et al. [2001] e riconosciuto nel Tirreno meridionale. La correlazione con la carota Vib 10 permette inoltre di stimare in ~ 4.000 anni l'intervallo temporale coperto dalla carota MSK12-C4.

### Bibliografia

- Caruso, A., Cosentino, C., Pierre, C., Sulli, A., (2011). *Sea-level change during the last 41,000 years in the outer shelf of the southern Tyrrhenian Sea: Evidence from benthic foraminifera and seismostratigraphic analysis*. Quaternary International, 232, 122-131.
- Sbaffi, L., Wezel, F.C., Kallel, N., Paterne, M., Cacho, I., Ziveri, P., Shackleton, N., (2001). *Response of the pelagic environment to palaeoclimatic changes in the central Mediterranean Sea during the Late Quaternary*. Marine Geology, 178, 39-62.

## Controlli stratigrafici e tettonici sull'evoluzione morfo-sedimentaria dell'offshore della Sicilia nord-occidentale durante il Quaternario

A. Sulli<sup>1</sup>, M. Agate<sup>1</sup>, C. Lo Iacono<sup>2</sup>, V. Pennino<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Università degli Studi di Palermo, Dipartimento di Scienze della Terra e del Mare, Palermo, Italia

<sup>2</sup>National Oceanography Centre, Marine Geosciences, Southampton, United Kingdom

Nell'offshore della Sicilia nord-occidentale si riconoscono settori fisiografici (Isole Egadi, Golfo di Castellammare, Golfo di Palermo, Golfo di Termini Imerese) caratterizzati da assetto stratigrafico ed evoluzione morfo-sedimentaria differenti nel corso del Quaternario.

L'interpretazione di dati geologici e morfo-batimetrici raccolti nel quadro dei progetti CARG e MAGIC suggerisce come l'assetto morfostrutturale del substrato pre-Quaternario abbia giocato un ruolo fondamentale nell'influenzare l'evoluzione sedimentaria e morfologica dei differenti settori che durante il Quaternario hanno sperimentato lo stesso regime di oscillazioni eustatiche e simili condizioni oceanografiche.

Il substrato pre-Quaternario, costituito da un segmento interno della catena siciliana, si è strutturato a partire dal Miocene nel corso di una prolungata e complessa attività tettonica caratterizzata da regimi deformativi differenti [Agate et al., 1993]. Sopra di esso, nel corso del Quaternario, si è sviluppato un sistema piattaforma-scarpata che ha registrato le oscillazioni globali del livello marino ed un lento sollevamento regionale. Pertanto lungo il margine si sono preservati soprattutto i depositi legati alle fasi di caduta e stazionamento basso del livello marino, mentre sono generalmente assenti quelli delle fasi di risalita e stazionamento alto, ad eccezione di quelli relativi all'ultima oscillazione [Sulli et al., 2012].

In funzione della morfologia del substrato pre-Quaternario, l'accrescimento frontale dei depositi progradanti pleistocenici si è sviluppata maggiormente là dove il substrato risulta poco profondo anche a grande distanza dalla costa (Arcipelago delle Egadi) oppure dove, in presenza di soglie strutturali poco lontane da costa, la sedimentazione ha colmato rapidamente depressioni strutturali classificabili come bacini intra-piattaforma, oggi completamente sepolti (Golfo di Termini Imerese). In questi casi l'ampiezza della piattaforma continentale supera i 10 km.

La piattaforma è invece meno estesa nei settori caratterizzati da ampie e profonde depressioni strutturali non confinate (Golfo di Castellammare e Golfo di Palermo), dove l'accrescimento frontale è limitata dal maggiore dislivello lungo il quale si sviluppano i *foreset* dei sistemi deposizionali progradanti. Questi settori presentano dunque una maggiore altezza e inclinazione della scarpata superiore, che hanno favorito la presenza di canyon e frane sottomarine che invece risultano meno sviluppati negli altri settori. Tra i canyon presenti nel Golfo di Castellammare e nel Golfo di Palermo si possono rilevare notevoli differenze morfologiche e dimensionali imputabili a differenti processi sedimentari che a loro volta traggono origine dal differente sviluppo stratigrafico della successione pleistocenica ma anche da una diversa attività neotettonica.

### Bibliografia

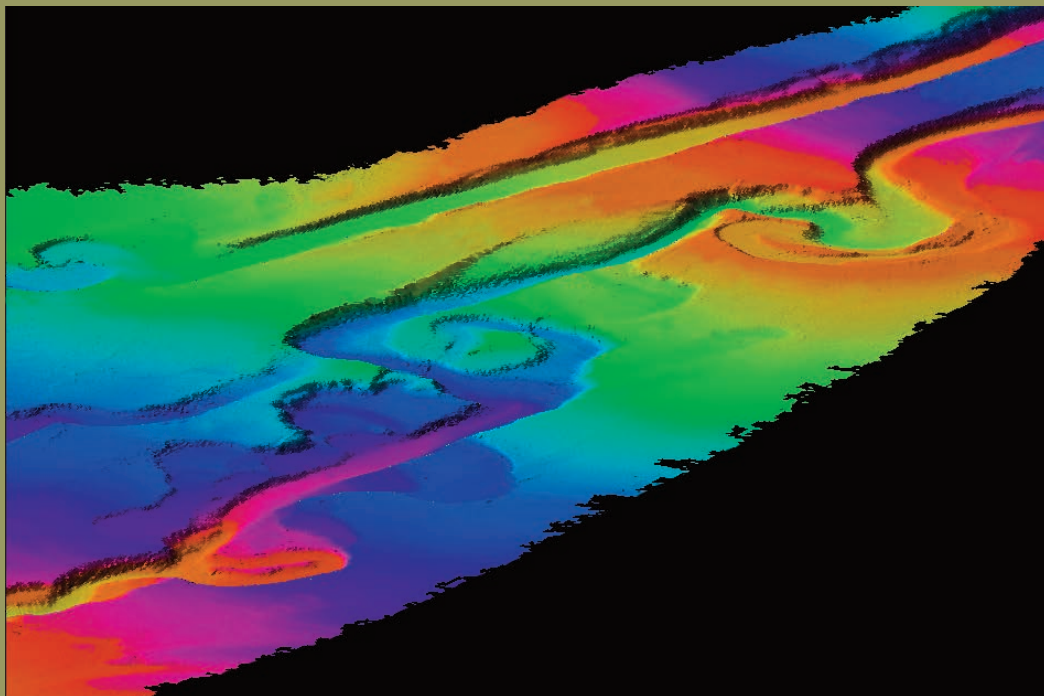
- Agate, M., Catalano, R., Infuso, S., Lucido, M., Mirabile, L., Sulli, A., (1993). *Structural evolution of the northern Sicily continental margin during the Plio-Pleistocene*, in: Max, M.D., Colantoni, P. (Eds), Geological development of the Sicilian-Tunisian Platform, UNESCO Reports in Marine Science 58, 25-30.
- Sulli, A., Agate, M., Mancuso, M., Pepe, F., Pennino, V., Polizzi, S., Lo Presti, V., Gargano, F., Interbartolo, F., (2012). *Variability of depositional setting along the North-Western Sicily continental shelf (Italy) during Late Quaternary: effects of sea level changes and tectonics*. Alpine and Mediterranean Quaternary, 25 (2), 141-156.





# 8 Geohazard marini nei mari italiani

La definizione dei *geohazard* marini è tematica di grande attualità nel mondo scientifico ed industriale in quanto da una parte la tecnologia offre strumenti sempre più efficaci per la mappatura ad alta risoluzione dei fondali marini e per la definizione delle caratteristiche delle rocce e dei sedimenti dell'immediato sottofondo, dall'altra la crescente antropizzazione delle coste e utilizzo dei fondali (estrazione di idrocarburi a profondità sempre crescenti, posa di cavi e con-



dotte, in prospettiva impianti eolici) aumenta significativamente il valore dei beni esposti ad eventi pericolosi sia in maniera diretta (frane, cedimenti strutturali) sia indiretta (maremoti, evoluzione retrogressiva di frane sottomarine con coinvolgimento dei settori costieri).

Per una corretta definizione della pericolosità in ambiente marino profondo, sono necessarie ricerche approfondite e tecnologie di punta per definire compiutamente il tipo di evento, i fattori che ne controllano la possibilità di avvenire, gli eventi scatenanti, i tempi di ricorrenza, gli effetti diretti e indiretti che l'evento può avere sulle infrastrutture e sugli insediamenti costieri.

Una definizione meno approfondita ma più estensiva dei geohazard marini a scala regionale o semi regionale consiste nel riconoscimento e nell'analisi comparata di lineamenti riferibili ad eventi o processi fonte di pericolosità geologica che indicano a variazioni "rapide" della morfologia dei fondali (frane, crolli, fagliazioni superficiali, forme di fondo mobili, collassi per fuoriuscita di fluidi). È ovvio che questo secondo approccio ha profonde relazioni con la geologia del Quaternario in quanto presuppone una conoscenza e considerazione dei meccanismi di evoluzione dei margini continentali e delle variazioni ambientali in ambito sottomarino, in primis quelle legate direttamente o indirettamente alle oscillazioni glacio-eustatiche.

La sessione ospiterà casi di studio riferibili sia all'uno che all'altro approccio, con l'ambizione di fare il punto sullo stato delle conoscenze ed evidenziare gli sviluppi di questo tipo di ricerca che in Italia, grazie soprattutto ai risultati raggiunti dal progetto MaGIC di recente conclusosi, ha raggiunto risultati di grande rilevanza.

Chairman della sessione

**Francesco Chiocci<sup>1</sup>, Angelo Camerlenghi<sup>2</sup>, Francesca Budillon<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Geologia Marina, Dipartimento di Scienze della Terra, Università "La Sapienza", Roma, Italia | francesco.chiocci@uniroma1.it

<sup>2</sup>GRC Geoci. Marines, Dep. d'Estratigr. Paleont. i Geociències Marines, Univ. de Barcelona, Spagna | camerlenghi@ub.edu

<sup>3</sup>Istituto per l'Ambiente Marino Costiero (IAMC), Consiglio Nazionale delle Ricerche, Napoli, Italia | francesca.budillon@iamc.cnr.it



## La valutazione della pericolosità da tsunami a scala locale, il caso studio della città di Napoli

I. Alberico<sup>1</sup>, V. Di Fiore<sup>1</sup>, A. Rapolla<sup>2</sup>, L. Piemontese<sup>2</sup>, E. Marsella<sup>1</sup>, L. Giordano<sup>1</sup>, R. Iavarone<sup>3</sup>

<sup>1</sup>CNR-IAMC, Istituto per l'Ambiente Marino Costiero, sede di Napoli, Italia

<sup>2</sup>Università "Federico II", Dipartimento di Scienze della Terra, dell'Ambiente e delle Risorse, Napoli, Italia

<sup>3</sup>Università "Federico II", Dipartimento di Architettura, Napoli, Italia

Per molti anni gli tsunami sono stati considerati come eventi pericolosi secondari inclusi nei cataloghi dei terremoti [Mallet, 1852-1854; Baratta, 1901] o delle eruzioni vulcaniche [Mercalli, 1883; Baratta, 1897]. Agli inizi degli anni novanta, Antonopoulos pubblica un primo catalogo relativo agli tsunami del Mediterraneo orientale. Solo negli anni successivi, con i progetti europei GITEC (1992-1995) e GITEC TWO (1998-2001) si giunge all'elaborazione di un catalogo europeo degli tsunami occorsi dalla frana di Storegga, datata circa 6000 anni B.P., fino all'anno 1998 [Tinti et al. 2004].

Il confronto dei dati riportati nel catalogo redatto da Tinti et al. nel 2004 con quelli pubblicati di recente da Pasarić et al. [2012] e disponibili sul sito web del NOAA (ultima connessione, 16/12/2012), ha consentito di verificare che nel Mediterraneo a partire dal 2000 a.C. ad oggi sono occorsi 476 tsunami di cui 157 (33%) hanno interessato l'Italia.

I terremoti e le eruzioni vulcaniche sono le cause predominanti degli eventi tsunami accaduti nel Mediterraneo, infatti 376 eventi hanno origine sismica e 18 origine vulcanica. La stessa statistica è valida per l'Italia con ben 118 eventi innescati da eventi sismici e 12 da eruzioni vulcaniche.

Tali eventi naturali rappresentano una fonte di rischio per le aree costiere del Mediterraneo, che ospitano circa 160 milioni di persone ed importanti realtà produttive. Conoscere a priori le aree che potrebbero essere colpite nel prossimo futuro dagli tsunami è di primaria importanza, sia per la previsione che per la mitigazione del rischio. A tal fine, è stato elaborato un metodo di tipo deterministico per studi di dettaglio che sfrutta le potenzialità dell'analisi matriciale, disponibile in ambiente GIS (Geographic Information System), per definire l'estensione dell'area allagata e l'altezza dell'onda in ogni punto del territorio interessato dall'evento.

I dati di input necessari in tale metodo sono il modello digitale del terreno (DEM) valido per studi di tipo ambientale, ed i valori di run-up dell'onda lungo la costa. Le pendenze ricavate dal DEM sono aggregate in classi ed utilizzate per calcolare l'estensione delle aree inondate ed il nuovo valore dell'altezza dell'onda ad ogni variazione di pendenza mostrata dal territorio. Tale metodo è stato applicato all'area test della città di Napoli (Golfo di Napoli) in quanto caratterizzata da una morfologia articolata che permette di cogliere il ruolo della pendenza topografica sulla delimitazione delle aree potenzialmente inondabili.

### Bibliografia e sitografia

Baratta, M., (1897). *Il Vesuvio e le sue eruzioni. Dall'anno 79 d.C. al 1896*, Roma.

Baratta, M., (1901). *I terremoti d'Italia*. F.lli Bocca, Torino.

Mallet, R., (1852-1854). *Catalogue of recorded earthquakes 1606 B.C. – 1850 A.D.. Report on the state of science*. Third report on the facts of earthquakes phenomena, British Association for the Advancement of Science, London.

Mercalli, G., (1883). *Vulcani e fenomeni vulcanici in Italia*, Milano.

Pasarić, M., Brizuela, B., Graziani, L., Maramai A., M. Orlic., (2012). *Historical tsunamis in the Adriatic Sea*. Natural Hazards, 61 (2) 281-316.

NOAA, National Geophysical Data Center (NGDC), [http://www.ngdc.noaa.gov/hazard/tsu\\_db.shtml](http://www.ngdc.noaa.gov/hazard/tsu_db.shtml) (ultima connessione, 16/12/2012).

Tinti, S., Maramai, A., Graziani, L., (2004). *The New Catalogue of Italian Tsunamis*. Natural Hazards, 33, 439-465.

## **Deformazioni gravitative profonde e cedimenti superficiali ricorrenti lungo la scarpata continentale del golfo di Salerno (Tirreno orientale): la frana di Poseidonia**

F. Budillon<sup>1</sup>, M. Cesarano<sup>2</sup>, A. Conforti<sup>1</sup>, G. Di Martino<sup>1</sup>, G. Pappone<sup>3</sup>, N. Pelosi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>CNR-IAMC, Istituto per l'Ambiente Marino Costiero, sede di Napoli, Italia

<sup>2</sup>Università degli Studi del Molise, DiBT, Isernia, Italia

<sup>3</sup>Università "Parthenope", DiSAM, Napoli, Italia

Un data set di sismica 2-D a varie risoluzioni, di modelli digitali del fondo mare (DEM) a 10 e 5 m, e di dati sedimentologici da carotaggi a gravità è stato esaminato per investigare le aree distali del Golfo di Salerno, dove si osservano diffusi fenomeni di instabilità gravitativa.

Il fianco meridionale della Valle di Salerno (Tirreno orientale) è caratterizzato, infatti, da numerosi cedimenti lungo superfici stratigrafiche delle coltri superficiali di sedimento, che hanno originato nicchie di frana multiple, tra 300 e 900 metri di profondità. Le nicchie, nel loro complesso, costituiscono un fronte erosivo, esposto a fondo mare, lungo 17 km e sub-parallelo alle isobate, e si sviluppano su di una superficie ampia 160 km<sup>2</sup>, a monte e a valle di una struttura antiforme, orientata N50°-N70°. Questa struttura, rilevata rispetto al fondale di circa 40 m, deforma i depositi di scarpata pleistocenici. La sua formazione, come anche di altre antiforni sepolte, viene qui messa in relazione con fenomeni di deformazione gravitativa profonda dei depositi di scarpata, lungo un piano di scollamento che attualmente giace tra 1.8 s e 1s di profondità (*twtt*) e che emerge a fondo mare in corrispondenza dell'*headwall scarp* alla profondità di circa 200 m nell'*offshore* del Cilento. La deformazione gravitativa profonda coinvolge uno spessore di sedimenti di alcune centinaia di metri e sembra essere coeva alle dislocazioni tettoniche recenti lungo il margine tirrenico della catena sud-appenninica. È, infatti, rilevabile un'estesa disconformità stratigrafica regionale, correlabile con il MIS6, che sigilla sia le strutture deformative della frana profonda che i piani di faglia.

È importante evidenziare che le strutture plicative, generatesi al piede della frana profonda, sono diventate a loro volta aree gravitativamente instabili su cui si sono innescati scorrimenti nella coltre di sedimento superficiale, ben rilevabili dal DEM.

La mappa dei residui batimetrici, realizzata nell'area tramite DEM acquisiti a distanza di sei anni, esclude che ci siano state riattivazioni recenti del sistema di frana superficiale. Purtroppo, le evidenze stratigrafiche documentano che alcune nicchie, drappeggiate da depositi emipelagici negli ultimi 22 ky BP, sono state riattivate da cedimenti successivi in progressione verso mare.

Un sistema di frana così ampio e complesso, la sismicità dell'area, la riattivazione di alcuni piani di scollamento nell'ambito del sistema di frana superficiale e la presenza nella successione stratigrafica del tardo Pleistocene-Olocene di numerosi livelli vulcanoclastici sono elementi che concorrono alla pericolosità geologica di questo tratto di margine continentale e richiedono ulteriori indagini per definire i tempi e gli scenari di possibili riattivazioni future nonché un monitoraggio più efficace.

## **Impatto delle variazioni climatiche sull'instabilità dei versanti napoletani: ieri ed oggi**

V. Buonomo<sup>1</sup>, A. De Rosa<sup>2</sup>, P. De Vita<sup>2</sup>, L. Esposito<sup>2</sup>, A. Mazzarella<sup>2</sup>, F. Ortolani<sup>2</sup>, S. Pagliuca<sup>3</sup>,  
G. Petrocelli<sup>2</sup>, E. Toce<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*CNR-IAMC, Istituto per l'Ambiente Marino Costiero, sede di Napoli, Italia*

<sup>2</sup>*Università "Federico II", Dipartimento di Scienze della Terra, dell'Ambiente e delle Risorse, Napoli, Italia*

<sup>3</sup>*CNR-ISAFoM, Istituto per i Sistemi Agricoli e Forestali del Mediterraneo, Ercolano (NA), Italia*

Studi innovativi e avanzati di geoarcheologia ambientale eseguiti dagli scriventi negli ultimi 20 anni presso l'Università di Napoli Federico II ed il CNR-ISPAM, analizzando gli archivi naturali integrati, hanno evidenziato che la superficie del suolo della fascia costiera dell'Area Mediterranea negli ultimi 2000 anni è stata interessata da significative e cicliche modificazioni climatico-ambientali.

I dati acquisiti con ricerche multidisciplinari hanno consentito di evidenziare le relazioni esistenti tra cambiamento del clima ed equilibri geomorfologici della superficie del suolo anche negli ultimi 150 anni.

I primi risultati acquisiti con ricerche, ancora in via di sviluppo, sulle caratteristiche geotecniche ed idrauliche dei sedimenti superficiali che caratterizzano i versanti della Collina dei Camaldoli, incombente sulla città di Napoli, hanno fornito dati originali circa la loro "sensibilità" e predisposizione al dissesto in relazione a particolari eventi piovosi rilasciati da cumulonembi. Si è evidenziato, pure, il ruolo delle condizioni climatiche attuali e del conseguente regime piovoso nel favorire i processi fisici sui sedimenti che predispongono ai rapidi fenomeni pedogenetici che caratterizzano l'attuale periodo di cambiamento climatico.

L'incremento dello spessore del suolo sui versanti ripidi incombenti sull'area urbana di Napoli e l'incremento degli eventi piovosi estremi sta sensibilmente aggravando il rischio idrogeologico connesso a frane rapide tipo colate di fango e detriti.

Le stratigrafie geoarcheologiche studiate nell'area urbana evidenziano significativi fenomeni alluvionali attribuibili a ripetute colate di fango che hanno causato l'aggradazione della superficie del suolo di diversi metri durante gli ultimi 2500 anni.

In particolare si riconoscono tre intervalli durante i quali l'area urbana di Napoli è stata interessata da ripetuti dissesti catastrofici: il più antico ha determinato il ricoprimento dell'area urbana greca; il secondo ha sepolto gran parte della città romana e l'ultimo ha contribuito alla costruzione della morfologia costiera da Mergellina alla foce del Sebeto.

Alla luce dei risultati acquisiti sulle caratteristiche geotecniche ed idrauliche dei sedimenti e sul ruolo delle variazioni (qualitative e quantitative) delle precipitazioni piovose si ritiene che gli eventi alluvionali catastrofici del recente passato siano avvenuti durante periodi climatici caratterizzati da ripetuti eventi piovosi tipo cumulonembo. Nella previsione che le condizioni climatiche attuali evolvano verso condizioni simili a quelle che ciclicamente si sono verificate nella fascia costiera della Campania risulta evidente affrontare la prevenzione e la mitigazione del rischio da colate di fango e detriti a tutela dell'ambiente urbano e della sicurezza dei cittadini.

## Statistica morfometrica di dati ecometrici multifascio come strumento per l'interpretazione di lineamenti di pericolosità geologica dei fondali

F.L. Chiocci<sup>1,2</sup>, D. Casalbore<sup>2</sup>, D. Ridente<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Università "La Sapienza", Dipartimento di Scienze della Terra, Roma, Italia

<sup>2</sup>CNR-IGAG, Istituto di Geologia Ambientale e Geoingegneria, Roma, Italia

La crescente infrastrutturazione del fondo mare e lo sviluppo di importanti progetti nazionali ha portato negli ultimi anni all'acquisizione di imponenti moli di dati ecometrici multifascio da parte dell'industria e della comunità scientifica (ad es. <http://www.gsis seabed.ie>, <http://www.mareano.no/>, <http://www.magicproject.it>). Questi dati sono spesso utilizzati per la definizione delle pericolosità geologiche marine anche se la disponibilità del solo dato morfobatimetrico (al massimo accompagnato da profili sismici ad altissima risoluzione – e bassa penetrazione) non permette di interpretare compiutamente molti dei lineamenti osservati. D'altra parte la definizione completa dell'hazard geologico richiede studi sito-specifici di tipo sismostratigrafico e strutturale, geotecnico e modellistico che sono irrealizzabili su tutti i lineamenti osservati.

Si propone quindi di basare l'interpretazione sul confronto morfologico e morfometrico di lineamenti simili rilevati in un gran numero di contesti fisiografici, strutturali, stratigrafici e oceanografici diversi, per imporre vincoli all'interpretazione geomorfologica. A titolo di esempio vengono illustrati alcuni casi in cui una statistica delle morfologie e morfometrie derivate da dati ecometrici multifascio potrebbe affiancare, fino a sostituire (laddove non possibili), interpretazioni basate su studi di dettaglio dei singoli lineamenti.

- Esiste un rapporto tra dimensioni, forma e frequenza spaziale delle nicchie di frana e l'assetto stratigrafico del sottofondo, oppure con la sismicità dell'area? È possibile definire valori di soglia nella pendenza del fondale o nella profondità del primo riflettore sismico significativo in rapporto alle diverse morfologie di frana?
- La genesi di aree ad erosione diffusa (contrapposte ad aree con sviluppo di canyon anche a piccola distanza uno dall'altra) può essere correlata con la natura del substrato, l'assetto tettonico, i tassi di sedimentazione regionali o più semplicemente con la pendenza del fondale?
- Per quel che riguarda le strutture da fuoriuscita di fluidi (pockmark e pockform), le loro forme e dimensioni hanno un rapporto con la natura del substrato (ad es. carbonatico che possa farne interpretare alcune come sinkhole) o con la profondità o con la sismicità o con i tassi di sedimentazione?

Questi sono solo esempi di alcuni delle morfologie la cui interpretazione non può derivare dalla sola analisi morfologica di un numero limitato di casi ma può invece essere almeno vincolata dalla comparazione di un gran numero di strutture simili osservate in molteplici contesti diversi. Una volta che questa comparazione sia stata effettuata e alcune ipotesi interpretative siano state avanzate, lo studio di dettaglio in alcuni siti selezionati in cui siano stati acquisiti o siano acquisibili dati di dettaglio, potrà contribuire ad un reale avanzamento della conoscenza scientifica, stabilendo una più certa correlazione tra forme e processi. Questa opportunità è sicuramente alla portata della comunità scientifica dei geologi marini italiani.

## **Perché i porti sono spesso costruiti esattamente in corrispondenza della testata di canyon sottomarini, in condizioni di massimo hazard geologico?**

F.L. Chiocci<sup>1,2</sup>, E. Morelli<sup>1</sup>, A. Bosman<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Università "La Sapienza", Dipartimento di Scienze della Terra, Roma, Italia

<sup>2</sup>CNR-IGAG, Istituto di Geologia Ambientale e Geoingegneria, Roma, Italia

I canyon sottomarini rappresentano importanti lineamenti di pericolosità geologica; essi sono infatti la via preferenziale per il trasporto di sedimento costiero verso le aree di bacino e quindi di possibili inquinanti verso ambienti a scarsa "resilience" e sono inoltre sede di intensi e diffusi processi di instabilità gravitativa e di correnti di torbida in grado di danneggiare cavi e condotte.

Tuttavia la pericolosità maggiore è rappresentata dai processi che avvengono alla testata, laddove i canyon indentano profondamente la piattaforma arrivando in prossimità della costa. In regioni tettonicamente attive e caratterizzate da piattaforme continentali poco estese, molto diffuse in Italia meridionale, l'evoluzione retrogressiva delle testate dei canyon può rappresentare un importantissimo hazard geologico per gli insediamenti civili e le infrastrutture costiere, in primis le portuali.

L'evoluzione retrogressiva delle testate rappresenta un rischio sia per la stabilità dei moli e degli antemurali sia per la possibilità di frane tsunamigeniche, quali quelle avvenute a Gioia Tauro nel 1977 e a Nizza nel 1979.

L'acquisizione di dati batimetrici multibeam ad alta risoluzione lungo le coste della Calabria e della Sicilia nel corso del Progetto MAGIC hanno evidenziato la presenza di numerose testate di canyon attive esattamente in prossimità di complessi portuali; questi ultimi a volte risultano essere ubicati lungo settori di costa rettilinei dove apparentemente non vi sono motivi orografici o infrastrutturali che ne giustifichino la posizione.

In questo studio si ipotizza che la presenza così frequente di complessi portuali spazialmente connessi con testate di canyon possa essere il risultato dell'interazione tra la morfologia della testata, i processi oceanografici e lo sviluppo socioeconomico nel tempo delle comunità costiere.

La profonda anomalia batimetrica causata dalle testate può infatti interferire sulla propagazione del moto ondoso attraverso processi di rifrazione. Come osservato in alcuni studi oceanografici in corrispondenza del porto militare di San Diego (California), le testate possono modificare profondamente il moto ondoso sottocosta, creando delle zone di dispersione d'energia cui corrispondono minimi di altezza d'onda.

Sulla base di queste evidenze è possibile che i settori costieri immediatamente antistanti alle testate possano essere stati scelti storicamente in quanto zone ottimali sia per la navigazione in ingresso e in uscita di piccole imbarcazioni sia per il loro ricovero, dando così luogo allo sviluppo di piccoli villaggi costieri. La successiva crescita delle comunità costiere e la trasformazione dei villaggi in città hanno comportato la necessità di costruire strutture portuali di maggiori dimensioni che hanno avuto come conseguenza l'inversione delle situazioni di pericolosità, con grandi porti i cui moli oggi si trovano a poche decine di metri (Gioia Tauro) o addirittura all'interno (Cirò Marina) di testate di canyon attive.

## **Geomorfologia della piattaforma continentale e della scarpata superiore del margine occidentale della Sardegna**

G. De Falco<sup>1</sup>, F. Budillon<sup>2</sup>, A. Conforti<sup>2</sup>, G. Di Martino<sup>2</sup>, S. Innangi<sup>2</sup>,  
R. Tonielli<sup>2</sup>, F. Latino Chiocci<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*CNR-IAMC, Istituto per l'Ambiente Marino Costiero, U.O.S. Oristano, Italia*

<sup>2</sup>*CNR-IAMC, Istituto per l'Ambiente Marino Costiero, sede di Napoli, Italia*

<sup>3</sup>*Università "La Sapienza", Dipartimento di Scienze della Terra, Roma, Italia*

È stata effettuato il rilievo morfobatimetrico mediante ecoscandaglio multifascio del margine occidentale della Sardegna, nell'ambito del progetto MaGIC (Marine Geohazard Along the Italian Coasts), finalizzato alla valutazione dei rischi geologici in mare che ha consentito l'acquisizione di un modello digitale del fondo marino (DTM) ad alta risoluzione (2.5 m). Si presentano i dati del settore compreso tra le isole dell'Asinara e di San Pietro, circa 6700 km<sup>2</sup> tra 50 e 600 m di profondità, tra la piattaforma e la scarpata superiore. I dati aggiuntivi, il backscatter associato al multibeam, la sismica ad alta risoluzione, immagini ROV e campionamenti del fondale, hanno consentito una valutazione dei fattori e controllano la geomorfologia del margine.

Il margine occidentale può essere suddiviso in tre settori distinti dal punto di vista morfologico. A Nord e a Sud due ripide scarpate, la scarpata della Nurra e la scarpata del Sulcis, collegano la piattaforma alla piana batiale. L'anfiteatro di Oristano, ampio circa 90 km, occupa il settore centrale del margine. Questa struttura collega, attraverso un scarpata estesa e poco acclive, la piattaforma continentale con la piana batiale fino a circa 2850 m di profondità.

Ampi settori della piattaforma, circa 1650 km<sup>2</sup> tra 50-150 m di profondità sono caratterizzati da una superficie irregolare attribuita all'affioramento del substrato roccioso. La morfologia del substrato ha rilevato nel settore Nord del margine, strutture di natura tettonica, pieghe ad alta curvatura e faglie, chiaramente riconoscibili dal DTM, che hanno consentito di individuare l'estensione a mare del blocco paleozoico della Nurra.

Nel settore centrale dell'anfiteatro di Oristano sono stati individuati rilievi sub circolari a morfologia tronco-conica di dimensioni comprese tra il km e il centinaio di metri allineati NE-SW. Questi rilievi costituiscono un campo vulcanico attribuibile al ciclo plio-quadernario.

Ampie aree a dune sono state mappate in piattaforma interna, in bacini delimitati dal substrato roccioso affiorante. Le dune presentano una morfologia a barcana, spessori esigui di pochi metri e sono composte da sabbia medio fine ben classata.

Il bordo della piattaforma è localizzato intorno ai 200 m di profondità e risulta inciso nel settore centrale del margine da diverse testate di canyon che si raccordano alla paleo idrografia che incide il basamento roccioso. A Nord, nella scarpata della Nurra le testate dei canyon risultano più profonde e localizzate interamente in scarpata.

Nelle terminazioni settentrionale e meridionale dell'anfiteatro di Oristano sono stati identificati campi di pockmark di dimensioni variabili (dalle decine alle centinaia di metri) prevalentemente tra 400 e 600 m di profondità, in aree a bassa pendenza e rilevate strutturalmente.

Il rilievo multibeam di questo settore ha consentito un importante avanzamento delle conoscenze sulla geomorfologia del margine, evidenziando nel dettaglio morfologie (ad esempio coni di scorie e campi di pockmark) che non erano state segnalate nelle indagini effettuate nei decenni precedenti.



## Rilievi con tecnica laser-scanner nell'area flegrea per il monitoraggio dei costoni tufacei e dei fondali adiacenti

G. Esposito<sup>1</sup>, S. Iuliano<sup>1</sup>, E. Marino<sup>2</sup>, F. Matano<sup>1</sup>, A. Pignalosa<sup>2</sup>, M. Sacchi<sup>1</sup>, G. Sarnacchiaro<sup>1</sup>

<sup>1</sup>CNR-IAMC, Istituto per l'Ambiente Marino Costiero, sede di Napoli, Italia

<sup>2</sup>Stage s.r.l., Marcianise, Caserta, Italia

Lungo la fascia costiera, lo studio ed il monitoraggio di falesie e costoni rocciosi caratterizzati da rapidi processi evolutivi con improvvise variazioni della morfologia dei versanti e dei fondali prospicienti (frane, crolli, fagliazioni superficiali, ecc.) assumono particolare rilevanza nelle aree fortemente antropizzate, laddove la presenza di numerosi beni esposti determina livelli di rischio molto elevati.

L'area flegrea ed il Golfo di Pozzuoli costituiscono l'esempio di un'area vulcanica costiera altamente urbanizzata e caratterizzata da altissimo rischio, connesso, oltre che al vulcanismo, anche ad altri eventi naturali (terremoti, maremoti, deformazioni del suolo, frane, alluvioni, ecc.) ed antropici [Beneduce et al., 1988; Lirer et al., 2001].

Nell'ambito del Progetto di Ricerca MONICA (MONitoraggio Innovativo per le Coste e l'Ambiente marino) finanziato dal PONREC 2007-2013 si sta progettando e sviluppando una rete integrata di monitoraggio finalizzata a:

- la prevenzione e /o mitigazione dei rischi connessi all'instabilità dei versanti in area costiera;
- la validazione dei modelli geologici, idrogeologici e meteorologici comunemente utilizzati per la quantificazione del rischio;
- la gestione delle fasi di emergenza a seguito di un evento calamitoso;
- la programmazione delle politiche di gestione territoriale a medio e lungo termine.

Un censimento dei costoni tufacei costieri nel Golfo di Pozzuoli ha individuato le situazioni a maggior rischio esposto, sia nelle aree poste immediatamente a monte delle falesie che e nelle fasce litorali poste al piede dei costoni. Le falesie costiere flegree rappresentano inoltre un caso di studio di particolare interesse per la notevole erodibilità delle rocce piroclastiche e la conseguente grande rapidità con la quale i processi di erosione sono in grado di produrre, anche alla scala secolare, forti arretramenti della linea di costa e significative modificazioni morfologiche della batimetria sotto-costa.

La scelta dei siti è stata realizzata tenendo conto di numerosi elementi, sia naturali che antropici, nell'ottica di poter mettere a punto un sistema di *early-warning* multirischio, di fondamentale utilità per le popolazioni esposte ai rischi.

Al fine di individuare le criticità presenti lungo i costoni rocciosi censiti e di definire i sistemi integrati di monitoraggio in sito, è in corso l'esecuzione di una campagna di rilievi di dettaglio mediante tecnica laser scanning (LIDAR), integrata da analisi geostrutturali e rilievi GPS.

I rilievi con laser scanner hanno consentito la definizione di un modello tridimensionale delle aree rilevate adottando una risoluzione di circa 0,05 m, al fine di coniugare le esigenze di gestibilità dell'enorme mole di dati raccolti ad altissima definizione e quelle di derivazione delle informazioni quantitative per l'individuazione dei piani di discontinuità.

L'analisi integrata dei risultati dei rilievi effettuati sul costone di Coroglio (Bagnoli, Napoli) hanno permesso di realizzare un DTM ad alta risoluzione del costone tufaceo e di definire un dettagliato modello digitale delle superfici esposte e dei piani di discontinuità meccanica presenti (fratture, faglie, piani di strato o di layering, ecc.). In tal modo sono stati individuati, in via preliminare, i diversi sistemi di fratturazione responsabili dei crolli avvenuti anche in epoca recente [Froldi, 2000].

### Bibliografia

- Beneduce, P., D'Elia, G., Guida, M., (1988). *Morfodinamica dei versanti dell'area flegrea (Campania): erosione in massa ed erosione lineare*. Mem. Soc. Geol. It., 41, 949-961.
- Froldi, P., (2000). *Digital terrain model to assess geostructural features in near-vertical rock cliffs*. Bull. Eng. Geol. Env., 59, 201-206.
- Lirer, L., Petrosino, P., Alberico, I. (2001). *Hazard assessment at volcanic fields: the Campi Flegrei case history*. Journal of Volcanology and Geothermal Research, 112, 53-73.

## **Prime evidenze di Cold Seeps attivi attraverso analisi integrata di dati geofisici (multibeam, backscatter, profili sismici) e dati di ground-truth nell'offshore dell'isola di Zannone (Arcipelago Pontino occidentale, Mar Tirreno)**

E. Martorelli<sup>1</sup>, A. Bosman<sup>1</sup>, M. Ingrassia<sup>1,2</sup>, A. Sposato<sup>1</sup>, L. Marcelloni<sup>3</sup>, F.L. Chiocci<sup>2,1</sup>

<sup>1</sup>*CNR-IGAG, Istituto di Geologia Ambientale e Geoingegneria, Roma, Italia*

<sup>2</sup>*Università "La Sapienza", Dipartimento di Scienze della Terra, Roma, Italia*

<sup>3</sup>*University of Mississippi, USA*

Numerosi lineamenti associati a emissione di fluidi a fondo mare sono stati identificati per la prima volta al largo dell'Isola di Zannone (Arcipelago Pontino occidentale, Mar Tirreno), mediante analisi integrata di dati batimetrici ad alta risoluzione (multibeam), intensità di backscatter del fondale e della colonna d'acqua, di dati sismostratigrafici e mediante ispezioni dirette. I lineamenti individuati sono localizzati sulla piattaforma esterna a circa 100-140 m di profondità, a pochi chilometri dall'Isola di Zannone e rappresentano una delle manifestazioni più evidenti di attività di fuoriuscita di fluidi rilevate nei bassi fondali del Mar Tirreno.

Si tratta di ampie depressioni, che raggiungono dimensioni massime di 0.6 km<sup>2</sup> e profondità variabili da pochi metri a decine di metri, caratterizzate da morfologia complessa perlopiù prodotta da numerosi pockmark di piccole dimensioni (da alcuni metri ad alcune centinaia di metri). Nell'insieme si presentano come depressioni isolate, allungate, delimitate da scarpate di 1-20 m. All'interno delle depressioni si riconoscono oltre ai pockmark strutture morfologicamente rilevate (mound) e aree interessate da morfologie caotiche associate a sedimento destrutturato. Sia i pockmark che le depressioni principali interessano depositi prevalentemente sabbiosi formati nel corso del LGM e dell'Olocene.

All'interno della depressione principale, situata ad Est dell'Isola di Zannone, i dati di backscatter della colonna d'acqua hanno evidenziato la presenza di significative emissioni di fluidi che interessano la colonna d'acqua per circa 70 m. Attraverso indagini ROV e campionamenti diretti è stata confermata la presenza di intensa attività di emissione di fluidi e sono state identificate comunità chemiosintetiche (bivalvi) e mattes batteriche ad esse associate. Inoltre, sono stati osservati diversi affioramenti litoidi probabilmente riferibili a carbonati autigeni (mound e concrezioni carbonatiche). Ulteriori indagini fisiche (stazioni CTD), realizzate in prossimità delle sorgenti di emissione non hanno evidenziato significative variazioni di temperatura e salinità.

La presenza di pockmark, di emissioni attive, di sedimenti destrutturati e di mattes batteriche, suggeriscono un meccanismo di collasso associato all'espulsione di fluidi, che rappresenta un potenziale geohazard per l'offshore pontino. Ulteriori studi di dettaglio, finalizzati alla caratterizzazione geochemica dei fluidi e all'analisi delle comunità biologiche, verranno condotti nell'ambito del progetto RITMARE allo scopo di definire la genesi dei fluidi emessi, la loro attività nel tempo e gli habitat ad essi associati.

## **Geohazard marino nello Ionio settentrionale: evoluzione della testata della valle di Taranto attraverso l'analisi ipsometrica**

M.R. Senatore<sup>1</sup>, A. Meo<sup>1</sup>, F.L. Chiocci<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Università degli Studi del Sannio, Dipartimento di Scienze e Tecnologie, Benevento, Italia

<sup>2</sup>Università "La Sapienza", Dipartimento di Scienze della Terra, Roma, Italia

Lo studio dell'offshore del settore settentrionale del Golfo di Taranto, è stato condotto su dati multibeam acquisiti durante le campagne oceanografiche del 2004 per la realizzazione dei fogli Carg della Regione Basilicata e del 2010 nell'ambito del "Progetto MaGIC" per la realizzazione dei fogli Metaponto e Taranto. È stato sviluppato un metodo di studio quantitativo per la ricostruzione dell'evoluzione della testata della Valle di Taranto attraverso l'analisi morfometrica dei bacini di drenaggio (Densità di drenaggio, pendenza media, Indice di Biforcazione) e la realizzazione di curve ipsometriche. Di tali curve sono stati calcolati i parametri statistici (asimmetria e curtosi) per poter individuare bacini con simile attività erosiva.

L'organizzazione interna di un bacino di drenaggio e della rete di canali è stata definita mediante la gerarchizzazione dei reticoli e il calcolo del rapporto di biforcazione e della densità di drenaggio; sono state ricavate le curve ipsometriche classificate secondo Strahler [1952] e Vachtman et al. [2013] che individuano rispettivamente bacini di tipo maturo, giovane e vecchio, e bacini di tipo I, II e III.

Sono stati individuati 13 bacini di drenaggio di cui 4 caratterizzati da una curva di tipo II e 9 da curve di tipo III. Le curve di tipo II hanno una forma definita a "J" e indicano bacini maturi, mentre le curve di tipo III sono definite convesse e rappresentano bacini in fase giovanile. Osservando l'ubicazione dei bacini caratterizzati dal tipo di curva, è stato possibile dividere la testata della Valle in due sub-testate (Nord e Sud); infatti ognuna di queste zone è caratterizzata da uno specifico tipo di bacino (sub-testata nord bacini di tipo III e sub-testata sud di tipo II), anche le curve ipsometriche totali dei due settori confermano questo andamento. Pertanto la sub-testata nord, che si trova ad una distanza minima di 2,5 km dalla costa, è in una fase di intensa attività erosiva, confermata dalla presenza di canali attivi, visibili sulla carta morfobatimetrica. Profili sismici (Sparker 1kJ) hanno messo in evidenza intensi fenomeni franosi che si verificano al ciglio della sub-testata, tali fenomeni, dunque, possono essere considerati come un concreto elemento di pericolosità per il tratto di costa Metapontino.

La sub-testata sud risulta in uno stato maturo con debole attività erosiva. Ciò è confermato, sui profili sismici Sparker 1kJ, dalla presenza di grandi corpi deposizionali allo sbocco dei canali che incidono tratti con maggiore pendenza. Tali evidenze rendono questa sub-testata meno pericolosa di quella nord.

Infine, sulla base dello stato di maturità delle due sub-testate, si è ipotizzato che la sub-testata nord si sia attivata in seguito alla messa in posto della Falda di Metaponto, nel Pliocene Superiore – Pleistocene inferiore [Ogniben, 1969] e che la sub-testata sud invece poteva rappresentare il limite precedente delle coltri alloctone della catena sud-appenninica. Successivi studi, soprattutto mediante profili sismici con elevata penetrazione nel sottofondo, consentiranno di verificare questa ipotesi.

### **Bibliografia**

- Ogniben, L. (1969). *Schema introduttivo alla geologia del confine calabro – lucano*. Mem. Soc. Geol. It., 8, 453 – 763.
- Strahler, A.N. (1952). *Hypsometric (area-altitude) analysis of erosional topography*. Geol Soc. America Bull. 63, 1117 – 1242.
- Vachtman, D., Mitchell, N.C, Gawthorpe, R. (2013). *Morphologic signatures in submarine canyons and gullies, central USA Atlantic continental margins*. Mar. Petr. Geol., 41, 250 – 263.

## **Frane sottomarine nell'area Mediterranea: distribuzione, caratteristiche principali e implicazioni per la valutazione della pericolosità**

R. Urgeles<sup>1</sup> e A. Camerlenghi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Institut de Ciències del Mar (CSIC), Barcelona, Spagna*

<sup>2</sup>*OGS, Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale, Trieste, Italia*

Le frane sottomarine sono ubiquite sui margini continentali del Mediterraneo. Con l'obiettivo di comprendere le cause, le caratteristiche, e la frequenza delle frane sottomarine cartografate negli ultimi anni nel Mar Mediterraneo, e di comprendere la loro relazione con l'ambiente tettonico e le implicazioni per la valutazione della pericolosità naturale, abbiamo raccolto le informazioni dalla letteratura scientifica in una base di dati GIS. L'operazione è resa difficile dalla distribuzione poco uniforme delle informazioni.

L'analisi dei dati inseriti rivela che: 1) Le frane sottomarine si rinvencono sia in margini continentali tettonicamente attivi che in margini passivi e sui fianchi di isole vulcaniche. I grandi sistemi sedimentari alimentati dai maggiori fiumi (Ebro, Nilo Rodano) indicano una densità maggiore di frane sottomarine rispetto ai margini continentali adiacenti. I margini tettonicamente attivi sono caratterizzati da numerose frane ma di dimensioni relativamente ridotte. In tutti i margini continentali esaminati la distribuzione delle frane con volume maggiore di 1 km<sup>3</sup> segue una legge di potenza. Il valore dell'esponente delle legge di potenza ( $\theta$ ) varia in ambienti tettonici differenti. L'informazione disponibile sull'età delle frane indica che quelle con dimensioni maggiori di 10<sup>3</sup> km<sup>3</sup> sono relativamente poco frequenti e possono avere un tempo di ricorrenza dell'ordine di ~100.000 anni, mentre le frane di dimensioni minori, capaci comunque di causare danni, possono essere relativamente più frequenti (frane di circa 1 km<sup>3</sup> possono avere una ricorrenza di circa 40 anni). Delle 696 frane sottomarine inserite nella base di dati, solo 70 hanno una determinazione dell'età accurata. L'età più comunemente riferita in letteratura corrisponde ad una epoca geologica, il che introduce un errore significativo e rende molto difficile l'identificazione di una relazione tra meccanismo di innesco e fattori ambientali. I dati suggeriscono comunque una maggiore correlazione degli eventi di frana con periodi di *sealevel lowstand*, anche se non si può considerare questa conclusione in forma definitiva. Malgrado che lo scuotimento simico sia tutt'ora considerato tra le cause più comuni dell'innesco di frane sottomarine, la correlazione suggerisce che i cambiamenti di *stress* indotti da cambiamenti climatici (variazione del livello del mare, cambiamenti di temperature al fondo, carico sedimentario) hanno avuto un ruolo importante nella generazione delle frane sottomarine. L'evidenza crescente di strutture di espulsione di fluidi in associazione con frane sottomarine indica che il movimento di fluidi abbia avuto un ruolo importante nella stabilità dei pendii sottomarini.

## **Eventi vulcanici e geohazard in ambiente marino: esempi dall'offshore napoletano (Tirreno centro-orientale)**

C. Violante, G. de Alteriis, E. Esposito, S. Porfido, M. Sacchi

*CNR-IAMC, Istituto per l'Ambiente Marino Costiero, sede di Napoli, Italia*

Eruzioni esplosive e processi di sollevamento vulcano-tettonico generano forti interferenze nei sistemi geomorfici sia in ambiente continentale sia in quello marino. Il rapido accumulo di materiali piroclastici in seguito a periodi di intensa attività vulcanica provoca un forte ispessimento delle coltri sedimentarie che comporta il ripristino del profilo di equilibrio attraverso fenomeni erosionali e di instabilità gravitativa. La rimobilizzazione di materiali vulcanoclastici è un fenomeno che di regola interessa estese aree prospicienti gli edifici vulcanici, sia in periodi immediatamente successivi a eventi eruttivi sia in periodi inter-eruttivi. Lungo la costa i prodotti vulcanoclastici possono depositarsi in mare attraverso fenomeni di debris avalanche, flussi di detrito o come continuazione di flussi e *surge* subaerei. Il rapido accumulo in mare di depositi piroclastici da caduta associati a eruzioni esplosive può generare fenomeni di instabilità sottomarina o formare livelli di scollamento per successive deformazioni e franamenti. Inoltre una parte cospicua di materiali vulcanici può depositarsi in bacini idrografici causando crisi alluvionali anche molto tempo dopo l'evento eruttivo.

Nell'area di studio la disponibilità di sedimento è strettamente legata alla significativa e periodica produzione di materiali vulcanoclastici. La loro messa in posto ha fortemente condizionato le fasi di aggradazione e progradazione delle aree costiere durante il Quaternario ed è largamente responsabile delle morfologie e delle strutture da geohazard presenti a fondo mare. Queste ultime sono in gran parte riconducibili a fenomeni di instabilità interamente sottomarini o in parte sviluppati in aree di costa e includono [Violante, 2009]: 1) topografie ad hummocky, depositi da valanga e strutture da slump a largo di edifici vulcanici [Chiocci & de Alteriis, 2006]; 2) progradazioni sedimentarie alla foce di torrenti costieri; 3) rimobilizzazione di sedimento in aree di pro-delta e 4) frane superficiali. Indagini geofisiche effettuate nelle aree marine permettono di associare tali strutture a eventi e processi vulcanici attivi nell'area costiera napoletana. Tra questi i più importanti sono imputabili al sollevamento vulcano-tettonico del Monte Epomeo (isola d'Ischia) e dei Campi Flegrei – Golfo di Pozzuoli, il collasso calderico del Somma-Vesuvio e la deposizione di materiali piroclastici derivanti dall'attività vulcanica sia dei Campi Flegrei sia del Somma-Vesuvio.

### **Bibliografia**

- Chiocci, F. L., de Alteriis, G. (2006). *The Ischia debris avalanche. First clear submarine evidence in the Mediterranean of a volcanic island pre-historic collapse*. Terra Nova, 18, 202–209.
- Violante, C. (2009). *Geohazard in rocky coastal areas*. Geological Society of London, Special Publication, 322, 1-32.

## Simulazione numerica del maremoto generato dalla frana del 1977 nel canyon di Gioia Tauro

F. Zaniboni, G. Pagnoni, K. Elsen, S. Tinti

*Università di Bologna, Dipartimento di Fisica e Astronomia, Bologna, Italia*

I margini continentali sono spesso oggetto di mobilitazione di masse sedimentarie, causate da scuotimenti sismici o da semplice instabilità raggiunta per accumulo di materiale. Tali eventi sono particolarmente pericolosi quando si verificano nelle vicinanze della costa, soprattutto se essa è densamente abitata o caratterizzata da complessi industriali o portuali, fattore che amplifica notevolmente i potenziali danni alle infrastrutture nonché il bilancio di vittime.

Casi di questo tipo sono, ad esempio, la frana che nel 1994 coinvolse un pontile nel porto di Skagway, in Alaska: lo tsunami che venne generato raggiunse i 9-11 m, secondo le testimonianze, e provocò ingenti danni nel porto e una vittima [Kulikov et al. 1996]. Venendo al Mar Mediterraneo, un altro caso molto conosciuto e studiato è la frana di Nizza nel 1979, dove una parte del porto in via di costruzione venne trascinato in mare da un collasso sottostante, con la generazione di uno tsunami di oltre 3 metri che colpì le coste francesi fino alla città di Antibes, a 10 km di distanza [Assier-Rzadkiewicz et al., 2000; Dan et al., 2007; Ioualalen et al., 2010; Sahal and Lemahieu, 2011]. Anche in questo caso, le perdite economiche e umane (8 vittime) furono rilevanti.

Un evento molto meno studiato, ma di analogia dinamica, ha interessato il porto di Gioia Tauro, dove il 12 luglio 1977 uno tsunami di circa 5 metri ha causato ingenti danni a macchinari e al molo ovest. Indagini morfobatimetriche compiute dopo l'evento hanno caratterizzato nel dettaglio il canyon di Gioia Tauro, che si apre proprio davanti al porto, individuando in acque molto basse (10-15 m di profondità) una possibile perdita di materiale proprio in coincidenza della testata del canyon, stimata all'incirca in 5,5 milioni di m<sup>3</sup> [Colantoni et al., 1992]. La frana si è rapidamente evoluta in un *debris flow* (in acque basse) e successivamente lungo il canyon in corrente torbida, arrivando a tranciare un cavo a 600 m di profondità per una velocità stimata di 5-6 m/s, e raggiungendo probabilmente il canyon di Stromboli [Colantoni et al., 1992].

Lo studio numerico del maremoto del 1977 prevede:

- la ricostruzione della massa franante sottomarina nei pressi del porto di Gioia Tauro;
- lo studio della sua dinamica tramite il codice numerico UBO-BLOCK1, realizzato e aggiornato dal gruppo di ricerca dell'Università di Bologna, incentrato particolarmente sulla prima fase, in acque basse e maggiormente tsunami genica;
- il calcolo numerico dell'impulso di generazione del maremoto;
- la simulazione della propagazione del maremoto generato tramite il codice UBO-TSUFDF, che risolve numericamente le equazioni idrodinamiche con uno schema alle differenze finite, anche questo realizzato dal gruppo dell'Università di Bologna;
- la stima dell'inondazione provocata da tale maremoto nel porto di Gioia Tauro.

### Bibliografia

- Assier-Rzadkiewicz, S., Heinrich, P., Sabatier, P. C., Savoye, B., Bourillet, J.F. (2000). *Numerical Modelling of a Landslide-generated Tsunami: The 1979 Nice Event*. Pure Appl. Geophys. 157 (2000) 1707–1727.
- Colantoni, P., Gennesseaux, M., Vanney, J.R., Ulzega, A., Melegari, G., Trombetta, A. (1992). *Processi dinamici del canyon sottomarino di Gioia Tauro (Mare Tirreno)*. Giorn. Geol., 54, 199–213.
- Dan, G., Sultan, N., Savoye, B. (2007). *Nice harbour catastrophe revisited: trigger mechanism inferred from geotechnical measurements and numerical modelling*. Mar. Geol., 245, 40–64.
- Ioualalen, M., Migeon S., Sardoux O. (2010). *Landslide tsunami vulnerability in the Ligurian Sea: case study of the 1979 October 16 Nice international airport submarine landslide and of identified geological mass failures*. Geophys. J. Int. (2010) 181, 724–740. doi: 10.1111/j.1365-246X.2010.04572.x.
- Kulikov, E. A., Rabinovich, A. B., Thomson, R. E., Bornhold, B.D. (1996). *The Landslide Tsunami of November 3, 1994, Skagway Harbor, Alaska*. J. of Geophysical Res. Oceans 101 (C3), 6609–6615.
- Sahal, A., Lemahieu, A. (2011). *The 1979 nice airport tsunami: mapping of the flood in Antibes*. Nat Hazards (2011) 56:833–840. doi: 10.1007/s11069-010-9594-6.

# 9 Pericolosità sismica e vulcanica

Un gran numero di fenomeni naturali, fra i quali la sismicità e il vulcanismo, generano pericoli per l'ambiente e per l'uomo. Il primo e indispensabile passo di un processo che porta alla elaborazione di misure tendenti alla mitigazione del rischio derivante da questi fenomeni, parti-



colamente elevato in Italia anche per l'elevata e intensa urbanizzazione, è la valutazione della loro pericolosità.

Le stime di pericolosità vulcanica, a lungo e a breve termine, sono basate sulla conoscenza della storia e dello stato attuale di uno specifico vulcano, compreso il sistema magmatico di alimentazione e il sistema geotermale, oltre che su analisi statistiche e modellazioni numeriche, o sulla loro combinazione. Gli approcci metodologici sono vari e si basano su indagini che spaziano dalla geologia, alla petrologia, alla geochimica dei fluidi, alla geofisica.

Le stime di pericolosità sismica si basano sempre più sulle informazioni che derivano dagli studi di tettonica recente, finalizzati alla individuazione e alla caratterizzazione delle singole sorgenti sismogenetiche. In Italia queste ricerche mostrano però livelli di approfondimento e distribuzione geografica poco omogenei, limitandone così la piena applicabilità ai futuri modelli di pericolosità.

Questa sessione vuole raccogliere i contributi di ricercatori che affrontano il problema della valutazione della pericolosità sismica e vulcanica utilizzando diverse metodologie, e si propone come palestra per un proficuo confronto scientifico. Contributi basati sulla combinazione di varie metodologie che permettono un miglioramento delle attuali conoscenze, sono particolarmente benvenuti.

Chairman della sessione  
**Giovanni Orsi<sup>1</sup>, Mariano Valenza<sup>2</sup>, Carlo Meletti<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Sezione di Napoli - Osservatorio Vesuviano, Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Napoli, Italia | [orsi@ov.ingv.it](mailto:orsi@ov.ingv.it)

<sup>2</sup>Dipartimento di Chimica e Fisica della Terra ed Applicazioni, Università di Palermo, Palermo, Italia | [mariano.valenza@unipa.it](mailto:mariano.valenza@unipa.it)

<sup>3</sup>Sezione Sismologia Applicata all'Ingegneria, Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Roma, Italia | [meletti@pi.ingv.it](mailto:meletti@pi.ingv.it)





## **Dati sismostratigrafici e magnetici marini sul golfo di Pozzuoli (Tirreno meridionale): implicazioni sugli eventi tettonici e magmatici del complesso vulcanico dei Campi Flegrei (Campania)**

G. Aiello, E. Marsella, V. Di Fiore

*CNR-IAMC, Istituto per l'Ambiente Marino Costiero, sede di Napoli, Italia*

Una dettagliata ricostruzione geologica dell'assetto stratigrafico e tettonico del Golfo di Pozzuoli (Napoli, Italia meridionale) viene qui fornito in base a profili sismici monocanale di alta risoluzione recentemente acquisiti nel quadro di progetti di ricerca di cartografia geologica (foglio geologico n. 446-447 "Napoli", scala 1:25.000 e 1:10.000) unitamente con dati di magnetometria marina precedentemente registrati, che confermano la natura vulcanica di alcune unità sismiche. Alcune implicazioni di tali dati sulla vulcanologia e la tettonica del distretto vulcanico dei Campi Flegrei, che circonda il settore occidentale del Golfo di Napoli, vengono qui analizzate. Il Golfo di Pozzuoli rappresenta il margine sommerso della caldera flegrea, risultante dal collasso vulcano-tettonico indotto dai depositi da flusso piroclastico dell'Ignimbrite Campana (37 ky B.P.). Alcune unità morfo-deposizionali sono state identificate nel Golfo di Pozzuoli, cioè la piattaforma continentale interna, il bacino centrale, i banchi vulcanici sommersi e la piattaforma continentale esterna. Le relazioni stratigrafiche tra le unità vulcaniche quaternarie collegate al bordo sommerso della caldera ed i depositi sovrastanti della sequenza deposizionale tardo-quaternaria nel Golfo di Pozzuoli vengono qui delineate. Quattordici principali unità sismiche, sia vulcaniche che sedimentarie, tettonicamente controllate a causa della contemporanea attività di processi geologici di piegamento ed attività di faglie dirette, sono state rivelate dall'interpretazione geologica. Nel distretto vulcanico napoletano una stratigrafia sismica con un tale dettaglio è completamente nuova nell'offshore del distretto vulcanico dei Campi Flegrei.

Alcuni dicchi vulcanici, caratterizzati da corpi sub-verticali acusticamente trasparenti, localmente delimitati da faglie dirette, testimoniano un sollevamento di natura magmatica in corrispondenza di strutture estensionali. Un ampio campo vulcanico a mare caratterizzato da conici di tufo interstratificati con i depositi marini fuori l'isola di Nisida (Napoli), sul bordo occidentale del golfo, è collegato con la messa in posto dei depositi del Tufo Giallo Napoletano. Una spessa unità vulcanica, esposta su un'ampia area fuori l'edificio vulcanico di Capo Miseno è geneticamente collegata con i Tufo Gialli di Bacoli-Isola Pennata-Capo Miseno, affioranti nel settore settentrionale dei Campi Flegrei. Un modello tettonico-sedimentario schematico dell'anticlinale di Punta Pennata (Golfo di Pozzuoli) è stato costruito sulla base dell'interpretazione sismica ed in accordo con modelli strutturali precedenti. Le caratteristiche geometriche dell'anticlinale di Punta Pennata sono interpretabili in termini di un controllo combinato di tasso di sollevamento tettonico e tasso di sedimentazione. Il piegamento è stato indotto dalla presenza di intrusioni vulcaniche e dalla tettonica regionale a scala del bacino sedimentario.

## L'analisi spaziale come strumento per la pianificazione territoriale in un'area di vulcanismo attivo: l'esempio dell'isola d'Ischia

I. Alberico<sup>1</sup> e P. Petrosino<sup>2</sup>

<sup>1</sup>CNR-IAMC, Istituto per l'Ambiente Marino Costiero, sede di Napoli, Italia

<sup>2</sup>Università "Federico II", Dipartimento di Scienze della Terra, dell'Ambiente e delle Risorse, Napoli, Italia

Gli eventi naturali possono trasformarsi in disastri in quelle zone che presentano un elevato valore esposto. Molto spesso le conseguenze dannose sono dovute a decenni di politiche di pianificazione territoriale che non hanno tenuto in alcun conto i possibili effetti delle pericolosità naturali a cui il territorio è soggetto.

L'isola di Ischia, ubicata nella zona nord-occidentale della baia di Napoli, è esposta a numerosi eventi naturali che costituiscono una fonte di rischio sia per i turisti che visitano l'isola durante il corso dell'anno che per la popolazione che ci vive stabilmente.

L'obiettivo della ricerca qui presentata è stato quello di verificare se, e in che modo, nel corso dell'ultimo secolo l'evoluzione del sistema territoriale nei sei comuni di Ischia è stata sensibile al fatto che l'isola sia un'area vulcanica attiva. A tale scopo ci si è avvalsi degli algoritmi di analisi spaziale e temporale, implementati nei Sistemi Informativi Territoriali, per analizzare la relazione tra la distribuzione spaziale delle aree esposte al rischio vulcanico e l'aumento della popolazione unitamente allo sviluppo urbano nell'arco degli ultimi ottanta anni. Le classi di pericolosità vulcanica utilizzate sono quelle relative ad eventi di media VEI (Volcanic Explosive Index) che comportano la messa in posto di correnti piroclastiche, dedotti dalla mappa di pericolosità [Alberico et al., 2008]. La variazione delle aree urbanizzate è stata definita confrontando le carte topografiche dell'Istituto Geografico Militare in scala 1:25000 per gli anni 1936, 1957 e 1984 e le carte tecniche della Regione Campania in scala 1:5000 per l'anno 2004. Le stime dell'incremento demografico sono basate sull'elaborazione dei dati ISTAT del 2012, disponibili dal 1950 al 2010. Tali analisi hanno permesso di elaborare una mappa dello sviluppo urbano che offre una visione sinottica dell'evoluzione territoriale e può essere utile strumento per la programmazione territoriale. La mappa può essere usata per valutare la relazione tra l'evoluzione territoriale e uno qualsiasi dei numerosi hazard naturali che interessano l'isola (es. frane, erosione costiera).

Il risultato più importante è quello di aver dimostrato che la pericolosità vulcanica non ha condizionato l'evoluzione territoriale nel periodo in esame, e che attualmente le condizioni dei vari comuni dell'isola sono tali da rendere necessaria una programmazione territoriale che vada verso l'acquisizione di livelli accettabili di resilienza del sistema stesso [ISRD, 2004], favorendo uno sviluppo sostenibile.

### Bibliografia e sitografia

Alberico, I., Lirer, L., Petrosino, P. and Scandone, R. (2008). *Volcanic hazard and risk assessment from pyroclastic flows at Ischia island (Southern Italy)*. Journal of Volcanology and Geothermal Research, 171, 118-136.

ISDR (2004). *Living with Risk. A global review of disaster reduction initiatives*. Ultimo accesso Ottobre 2012, da <http://www.unisdr.org/we/inform/publications/657>.

ISTAT (2012). Istituto Nazionale Di Statistica. Ultimo accesso Ottobre 2012, da <http://www.istat.it/>.

## Fagliazione normale lungo il margine sud-occidentale della montagna del Matese (Appennino centrale, Italia). Implicazioni di tettonica attiva

E. Auciello<sup>1</sup>, P. Boncio<sup>1</sup>, A.M. Dichiarante<sup>2</sup>, M. Saroli<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Università degli Studi di Chieti Pescara "G. d'Annunzio", DiSPUTer, Chieti, Italia

<sup>2</sup>Durham University, Department of Earth Sciences, Science Labs, Durham, United Kingdom

<sup>3</sup>Università degli Studi di Cassino e del Lazio Meridionale, Dipartimento di Ingegneria Civile e Meccanica, Cassino, Italia

Il Matese è inserito in un settore della catena di grande interesse geologico, dove coesistono tutte le testimonianze della complessa evoluzione di questa parte dell'Appennino; dalle prime fasi compressive all'attuale tettonica estensionale attiva, responsabile della sismicità più distruttiva. Forti terremoti hanno colpito questo settore: 346, 848, (Maw 5.90), 1349 (Maw 6.62), 1456 (Maw 6.96), 1688 (Maw 6.72), 1805 (Maw 6,57) e 1984 (Mw 5.8) [Rovida et al., 2011. CPTI11]. In particolare, quelli del 1349 e del 1688 mostrano epicentri macrosismici che suggeriscono attivazioni di faglie lungo il margine sud-occidentale del Matese. Inoltre, dati geodetici e di livellazione [Amoruso et al., 2005; Giuliani et al., 2009] indicano una forte deformazione in atto nell'area investigata.

La nostra ricerca si propone di studiare il sistema di faglie normali SW-immersenti che bordano il Matese sul suo margine sud-occidentale, di quelle interne al massiccio (zona dei laghi) e di tutte quelle faglie che contribuiscono all'evoluzione del bacino di Alife (CE).

Analisi fotogeologiche, rilevamenti geologico-strutturali e profili topografici dei versanti sono stati completati finora solo su due faglie: AIF (Aquae Iuliae Fault) [Galli e Naso, 2009] e APMF (Ailano-Piedimonte Matese Fault).

L'analisi integrata dei dati di letteratura e originali ha permesso di definirne le geometrie e le cinematiche. Lo studio delle dislocazioni sui depositi quaternari e profili topografici di dettaglio sulle scarpate di faglia hanno permesso di stimare gli slip-rate relativi all'ultima fase di regolarizzazione dei versanti (circa 18 Ka). Inoltre, rilevamenti più dettagliati nelle relay zones sono stati effettuati per comprendere il tipo di interazioni esistenti tra i diversi segmenti e il relativo stato di attività.

AIF è una faglia lunga circa 20 Km con una chiara evidenza morfologica e un piano di faglia in più luoghi ben esposto. Sono stati individuati diversi indizi di attività recente, tra i quali dislocazioni metriche di depositi colluviali olocenici. Rigetti verticali tra i 4 e i 6 m, misurati attraverso profili topografici di dettaglio, suggeriscono slip-rate tardo-quaternari superiori a 0,2-0,4 mm/a. APMF è lunga 20 Km e controlla l'evoluzione di un esteso sistema di conoidi alluvionali. Faccette triangolari e depositi ignimbrici dislocati e fortemente tettonizzati indicano un'attività almeno successiva alla parte alta del Pleistocene medio (post 350 Ka). Rigetti verticali tra i 2 e i 3 m suggeriscono slip-rate tardo-quaternari superiori a 0,1-0,2 mm/a.

Sono in fase di studio le faglie bordiere del bacino di Alife e quelle interne al massiccio, integrando le metodologie finora utilizzate con analisi morfometriche e calcolo di indici geomorfici attraverso l'utilizzo di DEM ad alta risoluzione. I nuovi dati raccolti hanno permesso di ipotizzare modelli di segmentazione delle faglie e contribuiranno alla definizione dello stato di attività ed del loro ruolo nella sismogenesi dell'area.

### Bibliografia

- Amoruso, A., Crescentini, L., D'Anastasio, E., De Martini, P.M., (2005). *Clues of postseismic relaxation for the 1915 Fucino earthquake (central Italy) from modeling of leveling data*. Geophysical Research Letters, 32, 1-4.
- Galli, P., Naso, J., (2009). *Unmasking the 1349 earthquake source (southern Italy): paleoseismological and archaeoseismological indications from the Aquae Iuliae fault*. Journal of Structural Geology, 31 (2009) 128-149.
- Giuliani, R., D'Agostino, N., D'Anastasio, E., Mattone, M., Bonci, L., Calcaterra, S., Gambino, P., Merli, K. (2009). *Active crustal extension and strain accumulation from GPS data in the Molise region (central-southern Apennines, Italy)*. Bollettino di Geofisica Teorica ed Applicata, 50, 2, 145-156.
- Rovida, A., Camassi, R., Gasperini, P. and Stucchi, M. (a cura di), (2011). *CPTI11, the 2011 version of the Parametric Catalogue of Italian Earthquakes*. Milano, Bologna, <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI>.

## **Variazioni nei segnali di campo elettrico e magnetico registrati con delle stazioni magnetotelluriche durante lo sciame sismico verificatosi sul Pollino (Appennino Calabro-Lucano, Italia)**

M. Balasco<sup>1</sup>, V. Lapenna<sup>1</sup>, G. Romano<sup>1</sup>, A. Siniscalchi<sup>2</sup>, T.A. Stabile<sup>1</sup>, L. Telesca<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*CNR-IMAA, Istituto di Metodologie per l'Analisi Ambientale, Potenza, Italia*

<sup>2</sup>*Università di Bari, Dipartimento di Scienze della Terra e Geoambientali, Bari, Italia*

L'area oggetto di studio si estende in un settore dell'Appennino Calabro-Lucano corrispondente al Massiccio del Pollino, ricadente nella zona sismogenica 927 della zonazione denominata ZS9.

I terremoti più significativi verificatesi in passato sono quelli del 1693 ( $M_w=5.7$ ), del 1708 ( $M_w=5.5$ ) e recentemente quello di  $M_w=5.6$  del 1998, che definiscono quest'area a rischio di sismicità media sebbene siano presenti faglie quali quella Faglia di Castrovillari, la Faglia del Pollino, e quella del Mercure, rappresentando un potenziale sismogenico ben più significativo ( $M=6.5-7.0$ ).

A partire dal 2011 c'è stata una forte intensificazione dell'attività sismica. Gli ipocentri di questa sismicità (2011-2012) sono localizzati prevalentemente alla profondità di 2-10 km e si raggruppano in due cluster. Nel settore occidentale, dove maggiormente si concentra la sismicità, gli ipocentri delineano una struttura orientata NNW-SSE: in quest'area l'evento di massima intensità è stato quello del 25 ottobre, 2012 23:05:24 UTC con  $M_w=5.2$ . L'evento maggiore invece, nel settore orientale è avvenuto il 28 maggio, 2012 con  $M_w=4.3$ .

I meccanismi focali stimati per la maggior parte degli eventi mostrano un processo estensionale anti-appenninico (<http://cnt.rm.ingv.it/tdmt.html>), associato ad una faglia (NW-SE o NNE-SSE).

Dal 2006 nella Val d'Agri (Regione Basilicata), l'IMAA-CNR studia le possibili variazioni nei segnali elettromagnetici misurati attraverso una stazione di monitoraggio magnetotellurico (stazione MT TRAM). Da quando è iniziato lo sciame sul Pollino, sono stati rilevati dalla stazione TRAM (distante ben 50 km dalle aree epicentrali) dei segnali anomali proprio in corrispondenza degli eventi sismici. Pertanto nel settembre 2012 una seconda stazione MT è stata installata sul Pollino (Campotenese, CAMP).

Nel periodo di osservazione, oggetto di questo studio (settembre-novembre 2012), sono accaduti nel raggio di 10 km dalla stazione CAMP, ben 1712 eventi di  $M_l \geq 0.1$  (da <http://iside.rm.ingv.it>). È stato osservato che la stazione CAMP rileva variazioni anomale co-sismiche nei segnali sia di campo elettrico che magnetico fino a  $M=2$ ; mentre la soglia si alza a  $M=3$  per la stazione TRAM. Pertanto sono stati analizzati tutti gli eventi (22) con  $M_l \geq 3.0$ . Si è osservato che l'ampiezza delle anomalie dei segnali cosismici è direttamente proporzionale alla magnitudo dell'evento. Se eccezioni avvengono dipendono dalla distanza tra ipocentro e stazione MT.

Sul mainshock  $M_w=5.2$  è stata compiuta un'analisi comparativa tra i segnali elettromagnetici misurati durante l'evento dalla stazione MT di Tramutola e i relativi sismogrammi registrati da una stazione sismica dell'INGV (MCEL) ad essa prossima (distante 3.5 km). Un misfit in tempo e frequenza, ha evidenziato un'ottima correlazione tra i segnali.

### **Ringraziamenti**

Questo studio è stato finanziato dal DPC e INGV nell'ambito del Progetto S-3 "Short term earthquake forecasting".

## Stime di *Soil Hazard* in Italia: analisi sito-dipendenti e valutazioni a scala regionale nell'ambito del progetto DPC-INGV S2 2012-2013

S. Barani<sup>1</sup>, M. Villani<sup>2</sup>, M. Vanini<sup>2</sup>, G. Di Capua<sup>3</sup>, E. Faccioli<sup>2</sup>, A. Rebez<sup>4</sup>, D. Spallarossa<sup>1</sup>,  
L. Martelli<sup>5</sup>, A. Piccin<sup>6</sup>, L. Peruzza<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Università degli Studi di Genova, DISTAV, Genova, Italia

<sup>2</sup>Politecnico di Milano, Milano, Italia

<sup>3</sup>Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Roma, Italia

<sup>4</sup>OGS, Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale, Sgonico Trieste, Italia

<sup>5</sup>Regione Emilia Romagna, Bologna, Italia

<sup>6</sup>Regione Lombardia, Milano, Italia

Le mappe probabilistiche di pericolosità sismica elaborate nel 2004 [Gruppo di Lavoro MPS, 2004] e diventate parte integrante della normativa italiana sulle costruzioni [Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, 2008] sono state il prodotto di un complesso lavoro coordinato a livello nazionale dall'INGV. Indiscutibilmente proficuo e considerevole negli anni successivi è stato il ruolo di DPC-INGV nel promuovere la ricerca atta a migliorare metodologie di analisi e dati di input per la valutazione della pericolosità. Nell'ambito di questo sforzo s'inserisce anche l'attuale progetto S2, nel quale il Task 4 ha come obiettivo il calcolo della pericolosità sismica "al sito", incorporando nelle valutazioni di *hazard* informazioni legate alla risposta sismica locale. Come noto, le caratteristiche geologiche e geomorfologiche giocano spesso un ruolo importante sulla risposta sismica di sito, modificando ampiezza, contenuto in frequenza e durata dello scuotimento sismico. Pertanto, analisi probabilistiche di pericolosità sismica (PSHA) basate sull'assunzione di sito pianeggiante in roccia costituiscono un livello "di base" per la valutazione dei parametri di scuotimento attesi, che necessita di approfondimenti successivi. Nel corso dell'ultimo decennio sono state proposte differenti metodologie di analisi probabilistiche allo scopo sia di raffinare le stime su roccia riducendo l'influenza dell'incertezza intrinseca ai modelli empirici di attenuazione, sia di integrare l'amplificazione sismica locale in PSHA. Tra le prime si cita l'approccio non-ergodico [Rodriguez-Marek et al., 2011]. Tra le seconde, le più semplici e comunemente impiegate consistono nell'adozione di relazioni di attenuazione calibrate per specifiche categorie di sito o nell'applicazione alle stime di pericolosità su roccia di fattori di amplificazione deterministici. Tra i metodi puramente probabilistici di tipo *site-specific*, si citano invece quelli originariamente proposti da Bazzurro e Cornell [2004], successivamente adattati da Barani et al. [2010 e 2012] per valutazioni probabilistiche in termini di spostamento permanente e per stime di *hazard* in aree dalla topografia irregolare. In questo studio saranno presentati alcuni dei risultati preliminari del Task 4 del progetto DPC-INGV S2, in particolare i metodi di calcolo e i dati di base propedeutici alla produzione di stime di *soil hazard*, con riferimento ad alcune aree test in Pianura Padana.

### Bibliografia

- Barani, S., Bazzurro, P., and Pelli, F., (2010). *A Probabilistic Method for the Prediction of Earthquake-Induced slope displacements*. In: Proc. 5th International Conference on Recent Advances in Geotechnical Earthquake Engineering and Soil Dynamics, San Diego, California, Paper No. 4.31b.
- Barani, S., Massa, M., Lovati, S., and Ferretti, G., (2012). *Topographic effects in probabilistic seismic hazard analysis: the case of Narni, Central Italy*. In: Proc. 15th World Conference on Earthquake Engineering, Lisbon, Portugal, Paper No. 5823.
- Bazzurro, P., and Cornell, C. A., (2004). *Nonlinear soil-site effects in probabilistic seismic-hazard analysis*. Bulletin of the Seismological Society of America, 94, 2110-2123.
- Gruppo di Lavoro MPS, (2004). *Redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'Ordinanza PCM 3274 del 20 marzo 2003*. Rapporto conclusivo per il dipartimento di Protezione Civile. INGV, Milano – Roma, aprile 2004, 65 pp. + 5 appendici, <http://zonesismiche.mi.ingv.it/elaborazioni/>.
- Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, (2008). *Norme tecniche per le costruzioni – NTC. D.M. 14 Gennaio 2008*. Supplemento ordinario alla Gazzetta Ufficiale No 29, 4 Febbraio 2008.
- Rodriguez-Marek, A., Montalva, G. A., Cotton, F., and Bonilla, F., (2011). *Analysis of single-station standard deviation using the KiK-net data*. Bulletin of the Seismological Society of America, 101, 1242-1258.

## **Individuazione delle aree propense al dissesto in zone vulcaniche densamente abitate: un approccio multidisciplinare applicato ai Campi Flegrei**

M. Bisson<sup>1</sup>, C. Spinetti<sup>2</sup>, R. Sulpizio<sup>3</sup>, M. Marconcini<sup>4</sup>

<sup>1</sup>*Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione di Pisa, Pisa, Italia*

<sup>2</sup>*Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Centro Nazionale Terremoti, Roma, Italia*

<sup>3</sup>*Università di Bari, Dipartimento di Scienze della Terra e Geoambientali, Bari, Italia*

<sup>4</sup>*German Aerospace Center, DLR, Munich, Germany*

I Campi Flegrei sono considerati una delle aree maggiormente soggette a rischio vulcanico sia per la tipologia di attività eruttiva attesa che soprattutto per l'elevata densità abitativa che è presente in tale area.

Nel caso in cui vi fosse una ripresa dell'attività vulcanica o vi fosse un evento sismico rilevante potrebbero innescarsi eventi calamitosi quali fenomeni di frana in grado di cambiare la morfologia del paesaggio, di procurare ingenti danni alle aree urbanizzate se non addirittura di causare perdite di vite umane.

Allo scopo di mitigare e prevenire questa tipologia di calamità naturale, si propone l'individuazione di aree potenzialmente propense al dissesto utilizzando un approccio metodologico multidisciplinare. Tale approccio combina una serie di informazioni provenienti da diversi ambiti quali il telerilevamento, attraverso l'analisi di dati satellitari a media ed alta risoluzione, rilevamenti geologici di campagna e studi morfometrici derivati da un modello digitale del terreno a risoluzione spaziale 10 metri.

In particolare, sono stati calcolati tre principali parametri rappresentativi della propensione al dissesto: pendenza, litologia ed uso del suolo. In ambito GIS (Geographic Information System), i parametri sono stati combinati tra loro attribuendo i pesi alle rispettive classi in funzione dei dati di letteratura e da analisi di terreno, per ottenere l'indice di propensione al dissesto (IPD). L'indice così definito ha permesso di effettuare una prima mappatura delle aree più predisposte al dissesto nei Campi Flegrei, identificando, in tal modo, le zone sorgenti più probabili per un potenziale innesco di fenomeni franosi.

## **Controllo dell'architettura stratigrafica olocenica e dell'assetto geomorfologico sugli effetti locali delle scosse del 2012 del ferrarese occidentale**

R. Caputo<sup>1</sup>, A. Mantovani<sup>1</sup>, L. Minarelli<sup>2</sup>, M. Stefani<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Università di Ferrara, Dipartimento di Fisica e Scienze della Terra, Ferrara, Italia*

<sup>2</sup>*Società Geotema, Ferrara, Italia*

<sup>3</sup>*Università di Ferrara, Dipartimento di Architettura, Ferrara, Italia*

I recenti eventi sismici emiliani (20 e 29 maggio 2012), legati a strutture frontali dell'Appennino sepolto, hanno mostrato come i danni possano mostrare una gravità molto variabile, anche su distanze molto brevi, a causa della diversa risposta sismica locale. I danni agli edifici sono ovviamente modulati dalla loro vulnerabilità intrinseca, ma appare chiara una forte correlazione fra lesioni dell'edificio, caratteri geomorfologici ed architettura stratigrafica delle prime decine di metri di sottosuolo. Particolarmente drammatici sono stati gli effetti della liquefazione cosismica di sabbie fluviali negli abitati di Sant'Agostino e San Carlo, in Provincia di Ferrara. I fenomeni di liquefazione hanno indotto vistose risalite in superficie di sabbie, associate ad acque in pressione, anche salmastre, molto probabilmente ricche di metano biogenico.

La presenza di gradienti topografici, associati alla preservazione di un dosso fluviale allungato, ha permesso lo sviluppo di estesi fenomeni gravitativi di espansione laterale, che hanno utilizzato strati di sabbie liquefatte come orizzonte di scollamento. In questo contesto, sia la stratigrafia del sottosuolo che la morfologia di superficie appaiono quindi fattori fondamentali nel modulare la risposta sismica locale. La distribuzione dei corpi sedimentari di origine fluviale ha controllato in modo molto marcato gli effetti sismici locali anche in aree in cui i fenomeni di liquefazione hanno avuto un'importanza minore o non si sono manifestati, come fra Mirabello e Vigarano Mainarda ed il centro storico di Ferrara. I corpi sedimentari interessati dalla liquefazione cosismica fra Cento e Ferrara sono stati depositati dal Reno in una fase assai recente, a partire dalla metà del XV secolo. Lo studio stratigrafico, integrato dall'analisi delle fonti storiografiche e cartografiche, permette di ricostruire nel dettaglio la rapida progradazione del canale fluviale di origine appenninica all'interno di un'area palustre allungata, a partire dal 1451, fino al 1527, quando fu temporaneamente immesso artificialmente nel fiume Po. Nell'area di Sant'Agostino intorno al 1470-80 si depositò con straordinaria velocità un corpo di sabbie fluviali spesso oltre 5 m. Le indagini paleo-sismologiche dell'estate 2012 hanno dimostrato che le fratture legate alla liquefazione del 2012 riattivano analoghe strutture indotte dal forte sisma del novembre 1570. L'alveo fu infine definitivamente abbandonato dal Reno, intorno la metà del XVIII secolo. Questo abbandono molto recente ha fatto sì che le morfologie deposizionali del dosso fluviale siano state in buona parte preservate, mantenendo i gradienti necessari ai movimenti gravitativi cosismici. Una ricostruzione delle geometrie tridimensionali dei corpi stratigrafici e della loro storia deposizionale deve perciò fare parte dell'approccio squisitamente interdisciplinare alla zonazione sismica, necessaria alla mitigazione del rischio in queste complesse aree di pianura alluvionale.

## Analisi probabilistica di pericolosità sismica in condizioni di campo vicino

E. Chioccarelli e I. Iervolino

Università "Federico II", Dipartimento di Ingegneria Strutturale per l'Ingegneria e l'Architettura, Napoli, Italia

Nell'ambito dell'ingegneria strutturale, la caratterizzazione della pericolosità sismica riveste un ruolo fondamentale. Inoltre se il sito di costruzione è vicino ad una faglia attiva, la dinamica della frattura e della propagazione delle onde sismiche può determinare un moto al suolo significativamente diverso da sito a sito e con caratteristiche peculiari rispetto a quanto atteso lontano dalla sorgente. Il più importante dei fenomeni di campo vicino è noto come *rottura direttiva* e può essere identificato da un ampio impulso all'inizio del segnale di velocità registrato [Somerville et al., 1997]. Studi recenti hanno dimostrato che, dal punto di vista ingegneristico, la direttività può avere effetti rilevanti in termini di risposta strutturale sia elastica che inelastica e va quindi opportunamente considerata in fase di progettazione [Chioccarelli e Iervolino, 2010; Iervolino et al., 2012]. Anche se le procedure tradizionali di stima probabilistica della pericolosità sismica non permettono di tenerne conto, negli ultimi anni sono stati sviluppati diversi modelli semi-empirici tramite i quali apportare le modifiche necessarie al calcolo della pericolosità in condizioni di campo vicino [Tothong et al., 2007; Iervolino e Cornell, 2008].

L'obiettivo del presente lavoro è fornire un'ampia casistica di applicazioni numeriche. Sono quindi calcolati, per fissati periodi di ritorno, gli spettri a pericolosità uniforme rispetto ai quali vengono quantificate le differenze tra i risultati di un'analisi di pericolosità tradizionale e quelli derivanti da un'analisi modificata per tener conto della direttività. Si analizzano quindi, al variare della posizione relativa sito-sorgente, gli incrementi nella stima di pericolosità e gli effetti sulle diverse ordinate spettrali. Si suggerisce inoltre la possibilità di identificare la regione geografica in cui la direttività diventa trascurabile sulla base di semplici considerazioni geometriche e senza effettuare l'intera analisi di pericolosità.

### Bibliografia

- Somerville, P.G., Smith, N.F., Graves, R.W., Abrahamson, N.A., (1997). *Modification of empirical strong motion attenuation relations to include the amplitude and duration effect of rupture directivity*. Seismological Research Letters, 68(1), 199–222.
- Chioccarelli, E. e Iervolino, I., (2010). *Near-source seismic demand and pulse-like records: a discussion for L'Aquila earthquake*. Earthquake Engineering and Structural Dynamics, 39(9), 1039–1062.
- Iervolino, I., Chioccarelli, E. e Baltzopoulos, G., (2012). *Inelastic displacement ratio of near-source pulse-like ground motions*. Earthquake Engineering and Structural Dynamics, DOI: 10.1002/eqe.2167.
- Iervolino, I. e Cornell, C.A., (2008). *Probability of occurrence of velocity pulses in near-source ground motions*. Bulletin of the Seismological Society of America, 98(5), 2262–2277.
- Tothong, P., Cornell, C.A. e Baker, J.W., (2007). *Explicit directivity-pulse inclusion in probabilistic seismic hazard analysis*. Earthquake Spectra, 23(4), 867–891.



## Ricostruire la storia sismica di una faglia attiva attraverso misure di concentrazione dei nuclidi cosmogenici terrestri ( $^{36}\text{Cl}$ ) e delle terre rare: un esempio dalla faglia di Pizzalto (Appennino centrale)

M. Delli Roccioli<sup>1</sup>, B. Pace<sup>1</sup>, L. Benedetti<sup>2</sup>, F. Visini<sup>3</sup>, V. Guillou<sup>2</sup>, D. Bourles<sup>2</sup>,  
M. Arnorld<sup>2</sup>, G. Aumaitre<sup>2</sup>, K. Keddadouche<sup>2</sup>, J. Tesson<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Università degli Studi di Chieti Pescara "G. d'Annunzio", DiSPUTer, Chieti, Italia

<sup>2</sup>Aix-Marseille Université, CEREGE Centre Européen de Recherche et d'Enseignement des Géosciences de l'Environnement, Aix en Provence, France

<sup>3</sup>Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione Sismologia Applicata all'Ingegneria, L'Aquila, Italia

Un prerequisito fondamentale per vincolare i modelli di previsione di occorrenza dei forti terremoti, in particolare per valutazioni di pericolosità sismica a dipendenza temporale, è quello di acquisire dati sulle occorrenze sismiche per le sorgenti sismogenetiche individuali.

In questo lavoro presentiamo i risultati di un'indagine paleosismologica per faglia di Pizzalto (Appennino centrale), nel corso della quale, attraverso la misura delle concentrazioni dei nuclidi di origine cosmogenica di  $^{36}\text{Cl}$ , ne abbiamo potuto ricostruire la storia sismica degli ultimi millenni.

I rilievi geologico- strutturali ci hanno permesso di ricostruire la traccia in superficie della faglia, la cui lunghezza è stata stimata in circa 12km, con una direzione circa NO-SE ed un'immersione sud-occidentale. L'attività recente della faglia è suggerita dalla presenza di una scarpata di faglia continua per quasi tutta la lunghezza, con un'altezza media che varia dai 2 ai 5 m. La scarpata di faglia è stata campionata in un sito nella sua porzione meridionale, dove lo specchio appare particolarmente ben conservato e nel quale è possibile escludere processi esumativi particolarmente spinti. I campioni sono stati prelevati partendo da circa 2 metri al di sotto del piano campagna e procedendo fino alla sommità della scarpata, con un passo di campionamento di 10 cm. Dei circa 90 campioni prelevati, 49 sono stati trattati chimicamente ed analizzati. Le concentrazioni di  $^{36}\text{Cl}$  di origine cosmogenica sono state determinate utilizzando lo spettrometro di massa dei laboratori nazionali francesi AMS ASTER del CEREGE. L'idea di base è che le variazioni lungo l'altezza della scarpata delle concentrazioni in situ di  $^{36}\text{Cl}$  permettano di ricavare le età di esposizione della scarpata stessa, e quindi, sotto l'ipotesi di scarpate esumate sismicamente, l'età e lo slip degli eventi sismici occorsi sulla faglia.

Per ricavare il numero dei terremoti, l'età e lo slip per evento di ciascuno di essi, tali da riprodurre al meglio le concentrazioni di  $^{36}\text{Cl}$  misurate, abbiamo implementato il codice Matlab pubblicato da Schlagenhauf et al. [2011] con un approccio Monte Carlo per esplorare un gran numero di scenari.

I primi risultati mostrano che le concentrazioni di  $^{36}\text{Cl}$  misurate sono meglio riprodotte considerando cinque eventi occorsi negli ultimi 5 ka, con uno slip per evento in media di circa 0.5 m, preceduti da un lungo periodo di quiescenza. I risultati sono stati confermati dalle analisi delle concentrazioni delle terre rare effettuate sugli stessi campioni analizzati con il  $^{36}\text{Cl}$ . Queste conclusioni, da un lato rafforzano l'ipotesi che la faglia di Pizzalto sia da considerarsi sismogenetica e capace di rilasciare terremoti con  $M > 6$ , e quindi potrebbe essere inclusa nelle valutazioni di pericolosità, dall'altro suggerisce che l'attività sismica tenda a formare dei *cluster*, con importanti conseguenze sulle stime dei tempi medi di ritorno e della loro variabilità.

### Bibliografia

Schlagenhauf, A., Gaudemer, Y., Benedetti, L., Manighetti, I., Palumbo, L., Schimmelpfennig, I., Finkel, R. and Pou, K. (2011). *Using in situ Chlorine-36 cosmnuclide to recover past earthquake histories on limestone normal fault scarps: A reappraisal of methodology and interpretations*. Geophysical Journal International, 182(1), 36-72.

## Tassi e momenti di deformazione geodetica di faglie attive in Appennino meridionale: comparazione con dati geologici

L. Ferranti<sup>1</sup>, M. Palano<sup>2</sup>, F. Cannavò<sup>2</sup>, M.E. Mazzella<sup>1</sup>, E. Gueguen<sup>3</sup>, M. Mattia<sup>2</sup>,  
C. Monaco<sup>4</sup>, J.S. Oldow<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Università "Federico II", DiSTAR, Dipartimento di Scienze della Terra, Napoli, Italia

<sup>2</sup>Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione di Catania - Osservatorio Etneo, Catania, Italia

<sup>3</sup>CNR-IMAA, Istituto di Metodologie per l'Analisi Ambientale, sede di Tito Scalo, Potenza, Italia

<sup>4</sup>Università di Catania, Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche e Ambientali, Catania, Italia

<sup>5</sup>University of Texas at Dallas, Department of Geosciences, Richardson, Texas, USA

La deformazione regionale in Appennino meridionale è accomodata da un numero distribuito di faglie con tassi relativamente lenti; tuttavia, alcune di queste strutture hanno pericolosità sismica elevata e sono la sorgente di terremoti ( $6.5 \leq M \leq 7.5$ ) spesso distruttivi.

Le misure di velocità GPS hanno contribuito a chiarire il pattern di deformazione regionale [Devoti et al., 2011; Palano et al., 2012, cum bibl.], ma la relazione tra accumulo di strain geodetico e geologico alla scala di singole faglie attive è stata indagata solo in casi sporadici [Ferranti et al., 2008].

In questo studio presentiamo i risultati di una densa combinazione di dati GPS permanenti (2001-2011) ed episodici (rete PTGA: 1995-2010) per stimare i tassi di accumulo di strain geodetico su 32 faglie attive. A tal scopo, le velocità di siti prossimi alle faglie individuate da vari cataloghi e osservazioni originali sono state analizzate per ricavare i tassi di scorrimenti geodetici, che sono stati paragonati a quelli geologici; analogamente sono stati stimati i tassi dei momenti geodetici e geologici. Si osserva una netta bipartizione tra il settore occidentale dell'Appennino, comprendente l'asse della catena, in estensione geodetica, e il settore orientale comprendente la Puglia dove dominano movimenti trascorrenti e localmente transpressivi su faglie orientate c. E-W, il tutto in buon accordo con i dati sismologici e geologici.

Nonostante una certa disomogeneità nell'arco temporale delle osservazioni GPS, e l'incertezza del dato geodetico e geologico, si osserva un buon accordo tra momenti geologici e geodetici per la maggior parte delle faglie, sebbene al valore superiore dell'intervallo di tasso di scorrimento geologico. Questo suggerisce che per l'Appennino meridionale una finestra di osservazione di almeno 5 anni (tipica di 85% delle stazioni permanenti) e di 15 anni (per le stazioni episodiche) è adeguata per determinare il ciclo di lungo-termine di accumulo di strain elastico e rilascio sismico e asismico su faglie crostali.

### Bibliografia

- Devoti, R., Esposito, A., Pietrantonio, G., Pisani, A. R., and Riguzzi, F., (2011). *Evidence of large scale deformation patterns from GPS data in the Italian subduction boundary*. Earth Planet. Sci. Lett., 311, 230-241, doi: 10.1016/j.epsl.2011.09.034.
- Ferranti, L., Oldow, J.S., D'Argenio, B., Catalano, R., Lewis, D., Marsella, E., Avellone G., Maschio, L., Pappone, G., Pepe, F., Sulli, A., (2008). *Active deformation in Southern Italy, Sicily and southern Sardinia from GPS velocities of the Peri-Tyrrhenian Geodetic Array (PTGA)*. Boll. Soc. Geol. It., (Ital. J. Geosci.), 127/2, 299-316.
- Palano, M., Ferranti, L., Monaco, C., Mattia, M., Aloisi, M., Bruno, V., Cannavò, F., Siligato, G., (2012). *GPS velocity and strain fields in Sicily and southern Calabria, Italy: Updated geodetic constraints on tectonic block interaction in the central Mediterranean*. Journal of Geophysical Research, Vol. 117, B07401, doi:10.1029/2012JB009254, 2012.

## L'attività della faglia di Castelluccio nel quadro dell'evoluzione quaternaria del bacino del Mercure (confine calabro-lucano)

P. Galli<sup>1,2</sup>, B. Giaccio<sup>2</sup>, M. Mancini<sup>2</sup>, P. Messina<sup>2</sup>, E. Peronace<sup>2</sup>, G.P. Cavinato<sup>2</sup>, A. Giocoli<sup>3</sup>,  
A.M. Gueli<sup>4</sup>, S. Piscitelli<sup>5</sup>, G.M. Ristuccia<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento Protezione Civile, Roma, Italia

<sup>2</sup>CNR-IGAG, Istituto di Geologia Ambientale e Geoingegneria, U.O.S. di Roma, Italia

<sup>3</sup>ENEA, Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile, Casaccia, Roma, Italia

<sup>4</sup>Università degli Studi di Catania, PH3DRA Laboratories, Catania, Italia

<sup>5</sup>CNR-IMAA, Istituto di Metodologie per l'Analisi Ambientale, sede di Tito Scalo, Potenza, Italia

Dal Giugno 2010 il tratto nordoccidentale del confine calabro-lucano è interessato da una sequenza sismica composta da migliaia di eventi di bassa magnitudo, culminata il 25 Ottobre 2012 con un *mainshock* di Mw 5.3. La maggior parte dei meccanismi focali mostra piani ad andamento N150-N170 che, confrontati con la distribuzione degli ipocentri, individuano una faglia normale immergente a SW.

Considerando che la sequenza occupa parte della depressione intramontana del Mercure, abbiamo approfondito lo studio della successione sedimentaria e della tettonica dell'intero bacino quaternario, ad oggi prive di vincoli cronologici certi, soprattutto in relazione alla presenza della faglia bordiera settentrionale di Castelluccio (~N120), una struttura lunga circa 17 km, considerata attiva da diversi autori e quindi capace di generare terremoti con Mw>6, ovvero una classe di magnitudo assente nel *record* storico della sismicità di quest'area.

Questa faglia, articolata su quattro segmenti principali disposti *en-échelon* sinistro, è stata investigata tramite tomografie geoelettriche profonde lungo i segmenti orientali, in genere privi di morfologie riconducibili a scarpate di faglia. Ciò non è stato necessario a nordovest, dove il versante presenta nastri in roccia e affioramenti con l'intera successione continentale fagliata. Quest'ultima si apre con ~200 m di conglomerati, ghiaie e sabbie di ambiente di conoide alluvionale a canali intrecciati, passanti verso l'alto a 50 m di sabbie, limi e ligniti basali, di ambiente fluvio-deltizio e palustre, con mamalofauna Galeriana (600-450 ka). Questi sedimenti preludono all'inizio di un importante ciclo schiettamente lacustre, formato sino a 150 m di limi calcarei laminati, ricchissimi di molluschi dulcicoli e caratterizzati, in affioramento, da un'inedita successione di almeno 17 livelli di *tephra* con spessori compresi tra 0.2 a 3 cm.

Su tutti questi *tephra* sono in corso analisi alla microsonda e studi isotopici sul rapporto <sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr, nonché alcune datazioni <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar sui cristalli di sanidino, così come in divenire sono datazioni OSL sui granuli di quarzo estratti dalle facies sabbiose di spiaggia identificate ai margini del paleolago. In attesa dei vincoli cronologici numerici forniti da queste analisi, lo studio preliminare dei *tephra* colloca lo sviluppo dell'intero ciclo trasgressivo-regressivo lacustre del Mercure dalla fine del Pleistocene Inferiore (~780 ka) a un'ancora non ben precisabile parte medio-alta del Pleistocene Medio quando, a seguito dell'incisione della soglia del bacino a SW (area del Viadotto Italia), l'erosione rimontante del Lao-Mercure ha innescato lo svuotamento e la conseguente fase erosiva del bacino.

I rilievi di campagna hanno reso evidente che né la faglia di Castelluccio né le sue sintetiche e antitetiche sembrano interessare forme e depositi più recenti di quelli di chiusura del ciclo sedimentario continentale, suggerendo che - dopo la strutturazione del bacino e una continua attività sin e post sedimentaria - il loro ruolo si sia progressivamente esaurito nelle ultime centinaia di migliaia di anni. D'altro canto, la faglia di Castelluccio, oltre ad affiorare 5 km a NE della proiezione in superficie degli ipocentri, è anche diversamente orientata rispetto ai meccanismi focali della sequenza sismica in atto (N120 vs ~N160), la qual cosa renderebbe improbabile la sua eventuale, tardiva riattivazione.

## Dalla tettonica attiva alla valutazione della pericolosità sismica: l'esempio delle Dinaridi esterne

V. Kastelic<sup>1</sup>, M.M.C. Carafa<sup>1</sup>, F. Visini<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione Sismologia e Tettonofisica, Roma, Italia

<sup>2</sup>Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione Sismologia Applicata all'Ingegneria, L'Aquila, Italia

Presentiamo i primi risultati di una valutazione probabilistica della pericolosità sismica delle Dinaridi esterne. Un aspetto importante dell'analisi è stato l'applicazione di un nuovo approccio nella stima dei tassi di occorrenza. Partendo da una ricostruzione tettonica e geodinamica della regione di studio, abbiamo costruito due modelli indipendenti di tassi di occorrenza: il primo è un modello basato sulle faglie attive e sulla loro parametrizzazione in termini di geometria e slip rate (modello GEO), il secondo è un modello di deformazione che ha permesso di includere anche la sismicità non associabile alle faglie attive capaci di ospitare i terremoti con la  $M \geq 5.5$  (modello FEM). I due modelli, GEO e FEM, definiscono per celle di una stessa griglia i relativi tassi di terremoti attesi per  $M \geq 5.66$ . Per ottenere la distribuzione di magnitudo-frequenza delle celle della griglia, a ciascun punto sono stati associati i valori  $\beta$  e massima magnitudo ( $M_{max}$ ) [Bird e Kagan, 2004], ottenuti da un'analisi della sismicità per diversi contesti tettonici. In particolare, nel caso delle Dinaridi esterne, sono stati riconosciuti due domini tettonici, uno a carattere trascorrente nella zona nord-occidentale e uno a carattere compressivo nella zona centro-meridionale. In realtà, poiché sia i parametri di input necessari alla definizione dei modelli GEO e FEM, quali slip rate, modulo elastico e spessore sismogenetico, sia i valori di  $\beta$  e di  $M_{max}$  sono affetti da incertezze, per entrambi i modelli FEM e GEO sono stati calcolati i modelli che forniscono un valore minimo, medio e massimo dei tassi di occorrenza.

Per la stima degli scuotimenti attesi, sono state utilizzate tre equazioni predittive del moto del suolo, scelte tra quelle derivate da database europei di sismicità crostale. In particolare sono state utilizzate le equazioni di Akkar e Bommer [2010], Boore e Atkinson [2008] e di Cauzzi e Faccioli [2008].

Abbiamo quindi adottato un modello ad albero logico per valutare le incertezze epistemiche nei modelli di occorrenza e di equazioni predittive del moto del suolo, combinando i modelli di sorgente con le diverse scelte per le equazioni predittive (con e senza cinematica della zona sorgente, tre profondità della griglia per la Cauzzi e Faccioli, [2008]). La pericolosità sismica è stata quindi espressa come valore mediano 16° e 84° percentile dei 64 rami dell'albero logico. Sono state calcolate l'accelerazione orizzontale di picco ed alcune significative accelerazioni spettrali al 10% ed al 2% di probabilità di eccedenza in 50 anni, riferite a suoli rigidi. In generale, la zona meridionale della regione di studio mostra i valori più alti di accelerazione orizzontale di picco al 10% di probabilità di eccedenza in 50 anni, raggiungendo  $\sim 0.5g$  lungo la costa montenegrina. Muovendosi verso nord-ovest tali valori decrescono, otteniamo valori di  $\sim 0.25g$  lungo le coste meridionali e centrali della Croazia, e di  $\sim 0.12 - 0.18g$  nell'area della penisola istriota.

### Bibliografia

- Akkar, S. and Bommer, J.J., (2010). *Empirical equations for the prediction of pga, pgV, and spectral accelerations in europe, the mediterranean region, and the middle east*. Seismological Research Letters, 81 (2), 195-206.
- Bird, P. and Kagan, Y., (2004). *Plate-tectonic analysis of shallow seismicity: Apparent boundary width, beta, corner magnitude, coupled lithosphere thickness, and coupling in seven tectonic settings*. Bulletin of the Seismological Society of America, 94 (6), 2380-2399.
- Boore, D.M. and Atkinson, G.M., (2008). *Ground-motion prediction equations for the average horizontal component of PGA, PGV, and 5%-damped PSA at spectral periods between 0.1 s and 10.0 s*. Earthquake Spectra 24 (1), 99-138.
- Cauzzi, C. and Faccioli, E., (2008). *Broadband (0.05 to 20 s) prediction of displacement response spectra based on worldwide digital records*. Journal of Seismology, 12, 453-475.

## La sorgente sismogenetica del terremoto del 1905 ipotizzata analizzando i nuovi dati acquisiti nel golfo di S. Eufemia (Calabria occidentale)

M.F. Loreto<sup>1,2</sup>, U. Fracassi<sup>3</sup>, A. Franzo<sup>2,4</sup>, P. Del Negro<sup>2</sup>, F. Zgur<sup>2</sup>, L. Facchin<sup>2</sup>

<sup>1</sup>CNR-ISMAR, Istituto di Scienze Marine, U.O.S. di Bologna, Bologna, Italia

<sup>2</sup>OGS, Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale, Sgonico, Trieste, Italia

<sup>3</sup>Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione Sismologia e Tettonofisica, Roma, Italia

<sup>4</sup>Università degli Studi di Trieste, Dipartimento di Science della Vita, Trieste, Italia

La Calabria è una delle regioni d'Italia con il più alto livello di sismicità ( $M_w > 6$ ). Molti dei terremoti storici che hanno devastato quest'area nel corso dei secoli rimangono poco conosciuti e mancanti di una sorgente sismogenetica. Tra questi, ricordiamo il terremoto che nella notte dell'8 Settembre del 1905 ( $M_w \sim 7$ ) ha colpito la Calabria occidentale, innescando un maremoto che, seppur limitato, fu avvertito in mare aperto e lungo le coste dalla Calabria alla Sicilia.

Negli ultimi 15 anni, vari autori hanno proposto ipotesi per una sorgente sismogenetica per il terremoto del 1905, alcune a terra ed altre *off-shore*, senza però raggiungere una soluzione univoca. Basandoci sugli indizi di una sorgente a mare, nell'estate del 2010 abbiamo investigato il Golfo di S. Eufemia (Mar Tirreno SE) acquisendo un data-set di tipo multidisciplinare con la N/R OGS-*Explora*. Il data-set si compone di 330 km di profili sismici multicanale, 2220 km di profili sismici ad altissima risoluzione (Chirp), circa 2230 km<sup>2</sup> di dati morfo-batimetrici e 12 campioni prelevati dal fondale marino utilizzati per le analisi bio-geochimiche.

L'analisi integrata dei dati geofisici ci ha permesso di ricostruire l'assetto morfo-strutturale del bacino sedimentario del Golfo di S. Eufemia. Sono state identificate tre principali strutture: 1) una faglia normale lunga circa 13 km, in parte affiorante sul fondale marino, orientata NE-SO; 2) un sistema di faglie polifasiche con andamento circa ONO; 3) un lineamento tettonico con andamento circa E-O. Tra queste, la faglia normale mostra evidenza di attività testimoniata dalla deformazione dei sedimenti recenti e dalla predetta rottura del fondale marino lungo la quale, localmente, si osservano fuoriuscite di fluidi. Inoltre, l'analisi biologica e geochimica dei sedimenti campionati lungo la scarpata di faglia evidenzia abbondanze di Procarioti e un'anomala distribuzione del Carbonio bio-polimerico, suggerendo una possibile risalita di fluidi lungo il piano di faglia.

Per far chiarezza nel quadro sismo-tettonico della Calabria occidentale derivante dalle diverse sorgenti sismogenetiche proposte in letteratura, è stata effettuata una revisione critica delle strutture proposte confrontandole con i nuovi dati acquisiti. Tale confronto ci ha permesso di escludere la presenza di alcune strutture e proporre la faglia normale orientata NE-SO, da noi denominata faglia di S. Eufemia, come la più plausibile sorgente sismogenetica del terremoto del 1905. Tale ipotesi è supportata da alcuni modelli proposti in letteratura che ben si accordano con le geometrie della faglia di S. Eufemia. La validazione di questa sorgente sismogenetica avverrà integrando i dati acquisiti a mare con le osservazioni sul terreno e con modellazioni sismologiche.

## Cosa sta avvenendo al di sotto dei Campi Flegrei?

R. Moretti<sup>1,2</sup>, L. Civetta<sup>2,3</sup>, G. Orsi<sup>2</sup>, I. Arienzo<sup>2</sup>, M. D'Antonio<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>Seconda Università di Napoli, Dipartimento di Ingegneria Civile, Design, Edilizia e Ambiente, Aversa (CE), Italia

<sup>2</sup>Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione di Napoli – Osservatorio Vesuviano, Napoli, Italia

<sup>3</sup>Università “Federico II”, Dipartimento di Scienze della Terra, dell’Ambiente e delle Risorse, Napoli, Italia

La definizione della struttura e dell’evoluzione del sistema magmatico di un vulcano attivo è un elemento importante per la valutazione della sua pericolosità a breve termine. In accordo con dati geofisici e petrologici, il sistema magmatico della caldera dei Campi Flegrei è stato, e probabilmente è ancora, caratterizzato da almeno due serbatoi a diversa profondità: uno profondo (8-10 km), dove magmi meno differenziati cristallizzavano e degassavano, e da cui risalivano per formare serbatoi “superficiali” (3-4 km), dove, prima di eruttare, si mescolavano con magmi parzialmente cristallizzati. L’evento bradisismico del 1982-85 è stato correlato all’intrusione di magma a 3-4 km di profondità. Deformazioni del suolo, variazioni gravimetriche, dati di tomografia sismica e isotopici, e calcoli termodinamici hanno suggerito che l’intrusione avesse un volume di  $2,1 \cdot 10^7 \text{ m}^3$  e una densità di  $2.000 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$  (inclusa la fase gas), e fosse cristallizzata 20-30 anni dopo la messa in posto. Utilizzando quale contenuto iniziale di gas quello dei magmi flegrei dedotto da studi petrologici, sono state calcolate quantità e composizione dei gas essolti dal magma per cristallizzazione. I gas prodotti sarebbero stati progressivamente impoveriti in  $\text{CO}_2$  e arricchiti in  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  e  $\text{SO}_2$  contrariamente a quanto suggerisce il chimismo delle fumarole che mostra un aumento di  $\text{CO}_2$  ascrivibile a ingresso di nuovi gas magmatici. Esso sarebbe coerente con almeno due sorgenti di degassamento magmatico (superficiale e profonda), attive dopo la recente intrusione. Ne deriva che il contributo alle fumarole del magma superficiale è diminuito progressivamente, lasciando, negli ultimi anni, il solo contributo della sorgente profonda. Tale processo si manifesta nel diverso pattern della composizione dei gas fumarolici dopo l’anno 2000, e potrebbe essere compatibile con la dinamica dell’unrest in atto, marcata da lento ma continuo sollevamento del suolo. In questo quadro, la domanda da porsi è “Qual è il destino del corpo magmatico superficiale, probabile causa dell’evento 1982-85?”. Gli scenari individuabili sono tre. 1) Il corpo magmatico superficiale, che fin dalla sua intrusione è stato soggetto a cristallizzazione e degassamento, con essoluzione di gas di composizione variabile, dopo circa 30 anni è cristallizzato e il sistema idrotermale è alimentato solamente da gas profondi. 2) Il corpo magmatico superficiale cristallizzato sta rifondendo per l’arrivo di gas profondi, e il suo degassamento alimenta il sistema idrotermale. 3) Magma del serbatoio profondo sta salendo verso il corpo magmatico superficiale, che è parzialmente o totalmente cristallizzato. Questi tre scenari hanno implicazioni contrastanti per la pericolosità vulcanica, e la probabilità di ciascuno di essi deve essere valutata alla luce dell’insieme dei segnali geofisici e geochemici, all’interno di un’ipotesi geologica di riferimento basata sulla storia e sulla dinamica attuale della caldera.

## Caratteristiche spettrali del segnale mareometrico nell'area vulcanica napoletana

F. Obrizzo<sup>1</sup>, U. Tammaro<sup>1</sup>, B. Buonocore<sup>2</sup>, P. De Martino<sup>1</sup>, A. La Rocca<sup>1</sup>, S. Pinto<sup>1</sup>,  
E. Vertechì<sup>1</sup>, P. Capuano<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Università di Salerno, Dipartimento di Fisica "E. R. Caianiello", Salerno, Italia

<sup>2</sup>Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione di Napoli - Osservatorio Vesuviano, Napoli, Italia

<sup>3</sup>Università "Parthenope", Napoli, Italia

Tutte le stazioni sono equipaggiate con sensori digitali e hanno rate di campionamento di 1 minuto. I dati analogici dal maggio 1999 e successivamente quelli digitali sono stati esaminati e validati. 14 anni di dati sono stati analizzati nel dominio delle frequenze e le componenti astronomiche sono state individuate con l'analisi armonica, stimando l'ampiezza e la fase per le principali componenti diurne e semidiurne. Sottraendo, al livello del mare, il segnale riconducibile a queste componenti, si ottiene un segnale che contiene due termini: il livello del mare di background e le variazioni dovute agli effetti di sito [Capuano et al., 2004a,b], al rumore e alla deformazione del suolo [Tammaro et al., 2007 e 2009]. La deconvoluzione del segnale a ciascun sito rispetto alla stazione di riferimento, ubicata nel porto di Napoli, consente, quindi, una stima della deformazione del suolo. I risultati ottenuti non mostrano significative variazioni del livello del suolo nell'area vesuviana, mentre nell'area dei Campi Flegrei, la rete mareometrica ha seguito molto bene i cosiddetti mini-uplift che si sono succeduti dal 1999 ad oggi. In particolare, il mareografo del porto di Pozzuoli mostra dal 2004 un sollevamento di circa 19 cm fino al dicembre 2012, in accordo con i dati rilevati sia dalla rete permanente GPS che dalle campagne di livellazione di precisione. Oltre a seguire le dinamiche dell'area vulcanica napoletana, la rete ha consentito la stima del livello del mare al mareografo del porto di Napoli, e ha permesso l'individuazione di onde anomale, in particolare, quella causata dalla frana del 30 dicembre 2002 avvenuta al vulcano Stromboli, durante una sua attività parossistica. Le caratteristiche dell'onda anomala sono state valutate tramite analisi spettrale in diverse finestre temporali, contenenti o meno l'evento. L'analisi spettrale ha messo in evidenza le tipiche frequenze eccitate nel Golfo di Napoli (circa 20, 30 min) e consistenti con le frequenze delle sesse [Buonocore, 2000] e quelle del Tirreno di circa 60 min. L'analisi dei rapporti spettrali [Rabinovich, 1997], evidenzia, a tutte le stazioni del golfo, un picco a circa 70 min. Solo il mareografo di Ischia, localizzato fuori dal Golfo di Napoli, mostra un significativo differente comportamento spettrale.

L'attuale rete mareografica e la sua estensione alle coste meridionali del Tirreno sono, pertanto, di utilità per il monitoraggio dell'area vulcanica napoletana e la modellazione della variazione del livello del mare legati all'accadimento di onde anomale.

### Bibliografia

- Capuano, P., Buonocore, B., Obrizzo, F., Pingue, F., Costa, A., Macedonio, G., Sansone, E., (2004a). *Neapolitan tide gauge network: sea level variation recorded after the 30/12/2002 Strombolian flank collapse*. Geophysical Research Abstracts, Vol. 6, 06463.
- Capuano, P., Buonocore, B., Tammaro, U., Obrizzo, F., La Rocca, A., Pinto, S., Russo, A., Di Sena, F., Pingue, F., (2004b). *Caratteristiche spettrali delle variazioni del livello marino delle baie di Napoli e Pozzuoli*. 8<sup>a</sup> Conferenza Nazionale ASITA, vol. I: 615-620.
- Capuano, P., Obrizzo, F., Tammaro, U., La Rocca, A., Pinto, S., Vertechì, E., (2012). *Tide gauge network of the Neapolitan volcanic area: 14 years of observations*. Miscellanea INGV, 15, Riassunti estesi Conferenza A. Rittmann, Nicolosi (Catania).
- Tammaro, U., Di Sena, F., Capuano, P., Obrizzo, F., La Rocca, A., Pinto, S., Russo, A., De Martino, P., Pingue, F., (2007). *Deformazioni del suolo mediante analisi dei dati mareografici nell'area vulcanica napoletana nel periodo 1999-2006*. Atti 11<sup>a</sup> Conferenza Nazionale ASITA.
- Tammaro, U., Di Sena, F., Capuano, P., Obrizzo, F., De Martino, P., Pinto, S., La Rocca, A., Pingue, F., (2009). *Ground displacements (1999-2007) in the Neapolitan volcanic area by means of tide-gauge measurements*. Geophysical Research Abstracts, Vol. 11, EGU2009-4798.
- Rabinovich, A.B., (1997). *Spectral analysis of tsunami waves: Separation of source and topography effect*. J. Geophys. Res., 102, 12663-12676.

## **Pericolosità della caldera risorgente dei Campi Flegrei e zonazione del territorio in funzione dei pericoli attesi**

G. Orsi

*Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione di Napoli - Osservatorio Vesuviano, Napoli, Italia*

La caldera dei Campi Flegrei, formatasi attraverso due maggiori collassi legati ai catastrofici eventi dell'Ignimbrite Campana e del Tufo Giallo Napoletano, ha prodotto la sua ultima eruzione nel 1538 con la formazione del Monte Nuovo. Essa è sede di una persistente risorgenza della caldera più recente e ancora attiva, che genera, come eventi transienti, fenomeni di unrest (bradisismi). Tra i più recenti di questi eventi, i maggiori sono avvenuti nel 1969-72 e 1982-85 e sono stati seguiti da eventi minori con periodicità di 4-5 anni; l'ultimo dei quali è ancora in atto. Il sistema magmatico di alimentazione, è stato, e probabilmente è ancora, caratterizzato da almeno due serbatoi a diversa profondità (8-10 e 3-4 km) di magmi prevalentemente shoshonitici e trachitici. La parte attiva della caldera comprende un sistema idrotermale, le cui manifestazioni superficiali sono nelle aree più interessate da vulcanismo e deformazione.

Una valutazione della pericolosità vulcanica della caldera dei Campi Flegrei, è stata prodotta sulla base di dati stratigrafici, vulcanologici, strutturali e petrologici, e dei risultati di analisi statistiche. Benché solamente 4 su circa 70 eruzioni degli ultimi 15 ka sono state effusive, non si può escludere che il prossimo evento sarà di questo tipo. Le passate eruzioni esplosive sono state raggruppate in eventi di bassa, media e alta magnitudo. Una futura eruzione potrebbe avvenire quando la deformazione ancora in corso provocherà un cedimento strutturale delle rocce. La prossima eruzione esplosiva sarà verosimilmente caratterizzata da alternanza di fasi magmatiche e freatomagmatiche che genereranno caduta di particelle e correnti piroclastiche; queste ultime prevalentemente diluite e turbolente.

Per effettuare una zonazione del territorio in funzione degli effetti dei fenomeni pericolosi attesi, sono state costruite carte di pericolosità in cui sono state definite le aree a varia probabilità di apertura di una bocca eruttiva, quelle che potrebbero essere interessate da accumulo di depositi da caduta che esercitano differenti carichi al suolo, e quelle in cui si potrebbe avere scorrimento di correnti piroclastiche. Le aree a varia probabilità di apertura di una futura bocca eruttiva sono state definite in funzione delle caratteristiche della deformazione in atto e dei risultati di un'analisi statistica di elementi critici. La carta di pericolosità per caduta di particelle è stata costruita sulla base della frequenza di deposizione e di carico al suolo, e della direzione degli assi di dispersione dei depositi da caduta. È stato anche tenuto in considerazione il carico limite per il collasso delle varie tipologie delle coperture degli edifici. La carta di pericolosità per scorrimento di correnti piroclastiche è stata costruita considerando la distribuzione e la frequenza dei depositi di tali correnti.



## **Risultati preliminari sull'analisi dell'attività eruttiva del Somma-Vesuvio in epoca medievale**

A. Paolillo<sup>1,2</sup>, M. Sacchi<sup>2</sup>, F. Molisso<sup>2</sup>, G. Rolandi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Università "Federico II", Dipartimento di Scienze della Terra, Napoli, Italia*

<sup>2</sup>*CNR-IAMC, Istituto per l'Ambiente Marino Costiero, sede di Napoli, Italia*

Il Somma Vesuvio è un vulcano composto localizzato al confine tra il margine meridionale della Piana Campana ed il Golfo di Napoli. L'edificio vulcanico è formato dal cono del Vesuvio (1281 m s.l.m.), circondato dalla caldera ancestrale del Monte Somma.

Sebbene la recente attività del vulcano sia ben documentata in letteratura, a partire dall'eruzione pliniana del 79 d.C., la sua storia medioevale è molto meno conosciuta a causa dell'assenza di complete fonti storiche e la presenza di affioramenti esigui e difficilmente individuabili a causa dell'urbanizzazione selvaggia.

Con questo studio preliminare si cerca di ricostruire l'evoluzione dell'attività eruttiva del Somma-Vesuvio da 79 d.C., utilizzato come marker cronostratigrafico, sino al periodo medievale. Lo studio è basato sia su fonti e carte storiche sia sull'analisi di tefra affioranti a terra e rinvenuti in depositi carotati a mare nei Golfi di Napoli e di Salerno. In particolare, i tefra riconosciuti nei depositi marini hanno un potenziale più alto di conservazione rispetto ai records subaerei e possono fornire indicazioni più complete sulla storia eruttiva dell'area.

Per raggiungere questo obiettivo, la ricerca si è focalizzata sull'analisi stratigrafica integrata di 12 carotaggi a gravità ed a pistone, prelevati al largo dei Golfi di Napoli e di Salerno, durante le campagne oceanografiche effettuate dall'IAMC-CNR di Napoli nel corso degli anni. L'interpretazione tefrostratigrafica di dettaglio ha permesso il riconoscimento delle aree sorgenti e degli areali di dispersione dei depositi a mare. Questo ha consentito la correlazione terra-mare attraverso distinti markers cronostratigrafici. Il prodotto della ricerca è stato integrato e visualizzato attraverso un progetto GIS, in cui i dati raccolti sono stati organizzati e strutturati in databases e convertiti in layers, successivamente utilizzati per la realizzazione di un DEM di dettaglio sul quale sarà realizzata una mappatura della distribuzione areale dei prodotti dei principali eventi vulcanici verificatisi negli ultimi 2000 anni.

## Zonazione morfostrutturale ed identificazione dei nodi sismogenetici nella pianura padana

A. Peresan<sup>1,2</sup>, A. Gorshkov<sup>2,3</sup>, A. Soloviev<sup>2,3</sup>, G.F. Panza<sup>1,2,4</sup>

<sup>1</sup>Università di Trieste, Dipartimento di Matematica e Geoscienze, Trieste, Italia

<sup>2</sup>The Abdus Salam International Centre for Theoretical Physics, SAND Group, Trieste, Italia

<sup>3</sup>IEPT, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

<sup>4</sup>Institute of Geophysics, China Earthquake Administration, Beijing, China

La metodologia per l'identificazione delle aree ad elevato potenziale sismogenetico basata sull'analisi morfostrutturale (MSZ) è stata sperimentata con successo in numerose regioni del globo, incluse l'Italia e la California, dove ha permesso di individuare aree che sono state successivamente interessate da forti terremoti e che precedentemente non erano riconosciute come sismogenetiche [Keilis-Borok e Soloviev Eds., 2003]. Ad oggi 79 forti terremoti (87%), dei 91 eventi avvenuti nelle aree precedentemente analizzate, hanno avuto epicentro nei nodi previsti. Nell'ambito di questo studio i lineamenti morfostrutturali per la Pianura Padana sono stati delineati seguendo criteri appositamente definiti per le aree pianeggianti [e.g. Gorshkov e Gaudemer, 2012], nei quali particolare attenzione viene dedicata al reticolo idrografico. L'identificazione preliminare dei nodi sismogenetici (i.e. aree con dimensioni lineari di qualche decina di chilometri) per  $M \geq 5.0$  è stata successivamente effettuata mediante la tecnica del *pattern recognition*, considerando caratteristiche geomorfologiche tipiche, analoghe a quelle definite per le pianure Iberiche [Gorshkov et al., 2010].

Le informazioni utilizzate per la definizione della zonazione morfostrutturale e dei parametri che caratterizzano i nodi morfostrutturali, includono: mappe topografiche, tettoniche e geologiche (e.g. <http://www.isprambiente.gov.it>); immagini satellitari; mappa delle anomalie di gravità di Bouguer; letteratura recente [e.g. Michetti et al., 2012].

Le informazioni ottenute sui nodi sismogenetici identificati per la Pianura Padana integrano quelle precedentemente disponibili per le Alpi [Gorshkov et al., 2004], l'Italia peninsulare e la Sicilia [Gorshkov et al., 2002]. I nodi sismogenetici forniscono indicazioni sistematiche del primo ordine, basate sull'analisi quantitativa ed omogenea dei dati morfologici e geologici, che possono contribuire significativamente alla definizione della pericolosità sismica per il territorio italiano [e.g. Zuccolo et al., 2011]. Le indicazioni sul potenziale sismogenetico fornite dall'analisi MSZ, indipendenti dalla sismicità passata, possono essere utilmente confrontate con le informazioni di dettaglio disponibili sulle faglie attive (e.g. DISS), dedicando particolare attenzione ai nodi sismogenetici che non risultano tuttora associati ad eventi storici od a faglie riconosciute attive.

### Bibliografia

- Gorshkov, A., Panza, G.F., Soloviev, A.A., Aoudia, A., (2004). *Identification of seismogenic nodes in the Alps and Dinarides*. Boll. Soc. Geol. It., 123, 3-18.
- Gorshkov, A., Panza, G.F., Soloviev, A.A., Aoudia, A., (2002). *Morphostructural zonation and preliminary recognition of seismogenic nodes around the Adria margin in peninsular Italy and Sicily*, JSEE, 4 (1), 1-24.
- Gorshkov, A.I., Soloviev, A.A., Jiménez, M.J., García-Fernández, M., and Panza, G.F., (2010). *Recognition of earthquake-prone areas ( $M \geq 5.0$ ) in the Iberian Peninsula*. Rendiconti Lincei - Scienze Fisiche e Naturali, 21(2), 131-162. doi:10.1007/s12210-010-0075-3
- Gorshkov, A.I., Gaudemer, Y., (2012). *Identification of seismogenic nodes in an area of low seismicity case of the Massif Central, France*. Abstract. 33rd General Assembly European Seismological Commission. 19-24 August. Moscow. 2012.
- Keilis-Borok, V.I. e A.A. Soloviev Editors (2003). *Non-linear Dynamics of the Lithosphere and Earthquake Prediction*. Springer, Heidelberg, 337 pp.
- Michetti, A.M., Giardina, F., Livio, F., Mueller, K., Serva, L., Sileo, G., Vittori, E., Devoti, R., Riguzzi, F., Carcano, C., Rogledi, S., Bonadeo, L., Brunamonte, F., Fioraso, G., (2012). *Active compressional tectonics, Quaternary capable faults, and the seismic landscape of the Po Plain (N Italy)*. Annals of Geophysics, 55 (5), 969-1001. doi: 10.4401/ag-5462.
- Zuccolo, E., Vaccari, F., Peresan, A., and Panza, G.F., (2011). *Neo-deterministic (NDSHA) and probabilistic seismic hazard (PSHA) assessments: A comparison over the Italian territory*, Pure Appl. Geophys., 168, 69-83, doi:10.1007/s00024-010-0151-8.

## Pericolosità sismica all'Etna: analisi di sensibilità nell'uso di sorgenti locali

L. Peruzza<sup>1</sup>, R. Azzaro<sup>2</sup>, S. D'Amico<sup>2</sup>, H. Langer<sup>2</sup>, G. Tusa<sup>2</sup>, T. Tuve<sup>2</sup>

<sup>1</sup>OGS, Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale, Sgonico Trieste, Italia

<sup>2</sup>Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione di Catania - Osservatorio Etneo, Catania, Italia

La frequente e intensa attività sismica all'Etna determina problematiche di gestione del territorio talora gravi; ciò suggerisce di analizzare la pericolosità sismica ad una scala spazio-temporale più dettagliata, rispetto agli standard del territorio nazionale. Un'area vulcanica presenta anche altre specificità, quali la scala di rappresentazione delle sorgenti sismogeniche, le assunzioni di base sul meccanismo di generazione dei terremoti, le leggi di propagazione del moto del suolo. Da alcuni anni abbiamo intrapreso studi di pericolosità sismica all'Etna, area che si sta dimostrando un laboratorio ideale per testare approcci metodologici e modelli sviluppati in contesti puramente tettonici in cui, però, la frequenza degli "osservabili" è nettamente inferiore (vedi ad esempio quanto sviluppato nei passati e attuali Progetti DPC-INGV S1 e S2).

Nell'ambito del passato progetto di ricerca DPC-INGV V4 "Flank" sono state caratterizzate energeticamente alcune strutture sismogenetiche individuali, cui applicare un modello di occorrenza *time-dependent* (BPT) che considera l'influenza del tempo trascorso dall'ultimo evento. Il tempo di ricorrenza medio dei terremoti maggiori ( $I_0 \geq VIII$ ) ed il coefficiente di aperiodicità necessari per calcolare la probabilità condizionata di accadimento, sono stati ottenuti rispettivamente dal dato macrosismico a lungo termine (~200 anni) e dal valore del coefficiente  $b$  della Gutenberg-Richter del dato strumentale (terremoti registrati dalla rete dell'Osservatorio Etneo nel 1999-2011). Nel progetto DPC-INGV V3 attualmente in corso, stiamo implementando il calcolo completo dell'hazard, considerando quindi gli aspetti geometrici delle sorgenti *fault-based*, la distribuzione della sismicità minore, e la propagazione. Per la stima dell'attenuazione dei parametri di scuotimento sono state infatti calibrate relazioni di attenuazione del moto del suolo (GMPE in PGA, PGV) dai dati registrati dalla locale rete sismica: gli eventi superficiali etnei ( $H < 5$  km) attenuano diversamente da quelli profondi, e soprattutto molto più rapidamente di quanto si otterrebbe usando GMPE di letteratura elaborate per le aree tettoniche.

I test di sensibilità finora condotti hanno riguardato: 1) rappresentazioni alternative di sorgenti areali e individuali, contemplando modelli energeticamente bilanciati; 2) l'uso di sorgenti puntuali (tipo smoothed seismicity) per rappresentare la sismicità di fondo; 3) l'influenza della relazione di attenuazione sulle mappe finali. Partendo dalla piattaforma di calcolo SEISRISK, III utilizzato da MPS04, i modelli sono attualmente implementati in CRISIS 2012 e si stanno esplorando implementazioni mediante OpenQuake ([www.openquake.org](http://www.openquake.org)); i calcoli sono stati eseguiti per periodi di esposizione di medio-breve termine (30, 20, 10 e 5 anni).

Le stime di pericolosità così ottenute possono essere considerate complementari a quelle calcolate per il territorio nazionale per un periodo di esposizione di 50 anni, ma a scala locale sono estremamente utili ai fini di Protezione Civile per stabilire, per esempio, politiche di priorità negli interventi (per es. adeguamento sismico) tra i comuni dell'area.

## Il nuovo scenario di rischio associato all'apertura di fratture eruttive al Vesuvio

C. Principe<sup>1</sup>, D. Giordano<sup>1,2</sup>, M. Bisson<sup>3</sup>, R. Gianardi<sup>4</sup>, A. Paolillo<sup>5</sup>, M. Devidze<sup>6</sup>,  
M. Le Goff<sup>7</sup>, S. La Felice<sup>1</sup>

<sup>1</sup>CNR-IGG, Istituto di Geoscienze e Georisorse, Archaeomagnetic laboratori, Viareggio (LU), Italia

<sup>2</sup>Università degli Studi di Torino, Dipartimento di Scienze della Terra, Torino, Italia

<sup>3</sup>Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione di Pisa, Pisa, Italia

<sup>4</sup>Università degli Studi di Pisa, Dipartimento di Scienze della Terra, Pisa, Italia

<sup>5</sup>Università degli Studi di Napoli, Dipartimento di Scienze della Terra, Napoli, Italia

<sup>6</sup>Ivane Javakhishvili Tbilisi State University, M. Nodia Institute of Geophysics, Tbilisi, Georgia

<sup>7</sup>Institut de Physique du Globe de Paris, Laboratoire de Geomagnetisme, Saint Maur des Fossés, Cedex, France

Il focus di questo lavoro è una migliore quantificazione del rischio al Vesuvio per l'emissione di colate laviche in rapido movimento e da fratture laterali. Principe et al. [2004] avevano già evidenziato la presenza in tutto il settore costiero di numerose bocche eccentriche e colate che hanno modellato la costa fra il X ed il XII secolo AD. Tuttavia il dettaglio cartografico finora disponibile [CNR, 1987] per queste colate mostrava evidenti carenze, ricalcando sostanzialmente le unità litologiche della seconda metà del XIX secolo [H.J. Johnston Lavis, 1886-88; H. Le Hon, 1866].

Per sopperire a queste carenze è stato eseguito un nuovo rilievo alla scala 1:5000. Il lavoro si è avvalso anche dell'analisi critica delle fonti storiche ed archeologiche e di un incremento di età archeomagnetiche di, rispetto al lavoro di Principe et al [2004]. Il risultato è il rinvenimento di numerose bocche eruttive legate ad una importante attività eccentrica, che risultano posizionate su almeno tre serie di elementi tettonici ben definiti.

L'area selezionata corrisponde quasi interamente al territorio dei comuni di Torre del Greco ed Ercolano. La scelta di questo settore del vulcano è motivata dal fatto che nel calcolo del fattore di rischio questi due comuni presentano un "fattore umano" elevatissimo, a causa: (i) della sovrappopolazione; (ii) della presenza di innumerevoli memorie storiche ed artistiche (per esempio gli Scavi di Ercolano, la Reggia di Portici, più di 200 ville vesuviane); della presenza di insediamenti industriali (Officina Grandi Opere a Santa Maria La Bruna, Opifici del corallo a Torre del Greco, Museo delle Ferrovie a Pietrarsa); e grandi vie di comunicazione (Autostrada NA-SA, Via Nazionale, Circumvesuviana, Ferrovia dello Stato, etc...). Questo alza notevolmente il rischio risultante per quest'area anche se il suo fattore di pericolosità da ricaduta di lapilli è minimo ed il suo fattore di pericolosità da apertura fratture può essere in prima approssimazione stimato analogo ad altri settori, come per esempio quello di Torre Annunziata.

### Bibliografia

- Arrighi, S., Principe, C., Rosi, M., (2001). *Violent strombolian and subplinian eruptions at Vesuvius during the post 1631 activity*. Bull Volcanol, 63,126–150.
- CNR – Progetto Finalizzato Geodinamica (1986). *Geological map of Somma-Vesuvius volcanic complex*. Roma, L. Salomone eds.
- Johnston-Lavis, H.J., (1891). *Geological map of Monte Somma and Vesuvius, 1:10.000, constructed during the years 1880–1888*. London, George Philip & Son.
- Le Hon, H.S., (1866). *Carte Topographique des laves du Vesuve, a l'échelle de 1/25.000, 1631–1861, avec la coupe géologique du Rivage Napolitan*. Bruxelles et Leipzig, C. Muquardt; Naples, A. Detken.
- Principe, C., Tanguy, J.C., Arrighi, S., Paiotti, A., Le Goff, M., Zoppi, U., (2004). *Chronology of the Vesuvius activity from A.D. 79 to 1631 based on archaeomagnetism of lavas and historical sources*. Bull Volcanol, 66, 703-724.

## **Modello ByMuR: confronto ed interazione tra pericolosità e rischio sismico e vulcanico per la città di Napoli**

J. Selva e L. Sandri

*Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione di Bologna, Bologna, Italia*

Approcci di tipo multi-rischio sono stati recentemente proposti per confrontare in modo quantitativo rischi di diverso tipo nella stessa area, al fine di proporre una gerarchizzazione che consenta una pianificazione razionale di azioni per la riduzione del rischio.

I punti fondamentali delle analisi di multi-rischio sono lo sviluppo omogeneo dei rischi e l'analisi delle interazioni. Nell'ambito del progetto /FIRB/ ByMuR ("Quantificazione del multi-rischio con approccio Bayesiano: un caso studio per i rischi naturali della città di Napoli") è in fase di sviluppo un modello per la stima dei rischi naturali (terremoti, eruzioni vulcaniche e tsunami) per la città di Napoli, combinando (i) un approccio di tipo multi-rischio e (ii) l'analisi delle incertezze di tipo epistemico attraverso metodologie Bayesiane.

In questo lavoro si intende pertanto presentare lo sviluppo preliminare del modello ByMuR attraverso un'applicazione ai rischi sismico e vulcanico di lungo termine nella città di Napoli. In particolare viene mostrato il calcolo, omogeneo, parallelo e basato su un approccio Bayesiano che tiene conto delle incertezze epistemiche in gioco, delle pericolosità relative alla caduta di cenere vulcanica e allo scuotimento sismico del terreno, e dei conseguenti rischi. Queste stime permettono un confronto quantitativo dell'impatto a lungo termine di questi eventi potenzialmente pericolosi (caduta di ceneri vulcaniche ed attività sismica) che permette una gerarchizzazione efficace dei rischi che essi implicano. Inoltre, viene calcolato l'effetto dell'interazione tra carico di cenere e fragilità sismica sulle stime di rischio a lungo termine; questo permette (i) di quantificare il bias che si introduce comunemente quando si trascurano questo tipo di interazioni, e (ii) di confrontare questo bias con le incertezze in gioco per capire quanto è significativo.

## Impatto delle incertezze epistemiche del modello di sorgenti sulla valutazione della Pericolosità sismica

F. Visini<sup>1</sup>, C. Meletti<sup>2</sup>, V. D'Amico<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione Sismologia Applicata all'Ingegneria, Milano, Italia

<sup>2</sup>Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione Sismologia Applicata all'Ingegneria, Pisa, Italia

Le valutazioni della pericolosità sismica si basano su due ingredienti fondamentali: (i) un modello di sorgenti sismogenetiche per definire la distribuzione spaziale e i tassi di occorrenza dei terremoti e, (ii) un modello predittivo del moto del suolo per quantificare lo scuotimento atteso al sito dovuta all'occorrenza di un evento di una data magnitudo e distanza. A causa delle incertezze nella distribuzione temporale della sismicità, nella modellazione della rottura sismica, nella propagazione delle onde e nell'amplificazione dello scuotimento dovuta a possibili effetti locali, generalmente le valutazioni della pericolosità sismica sono effettuate mediante approcci probabilistici. Negli ultimi anni è inoltre cresciuta l'attenzione verso l'integrazione di dati geologico-strutturali e paleosismologici di faglie attive per la caratterizzazione delle sorgenti sismogenetiche. In questo caso, le incertezze epistemiche riguardano: a) la completezza del catalogo di faglie b) la geometria, c) la massima magnitudo e, d) lo slip rate.

Nel presente lavoro abbiamo analizzato l'impatto di queste incertezze nelle valutazioni della pericolosità sismica; in particolare i primi risultati ottenuti riguardano uno studio in fase di svolgimento nell'ambito del Progetto FIRB Abruzzo. Partendo da due recentemente database di faglie attive in Abruzzo [Peruzza et al., 2011; Faure Walker et al., 2010], abbiamo creato cinque modelli virtuali di sorgenti sismogenetiche ottenuti considerando o escludendo alcune faglie, per simulare l'incertezza nella completezza del catalogo di faglie, e variandone la geometria, per considerare anche l'incertezza nella segmentazione delle strutture. A ciascuna faglia, inoltre, sono stati assegnati valori minimi, medi e massimi di magnitudo massima e tassi di occorrenza (derivati dagli slip rate).

L'impatto sulle valutazioni di pericolosità sismica è stato stimato analizzando separatamente ciascuna delle incertezze in gioco (numero di sorgenti, massima magnitudo e tasso di occorrenza) e quantificato in termini di coefficiente di variazione (CV). I primi risultati mostrano che: a) la variazione del numero di faglie (completezza del catalogo) produce i più alti valori di CV, ma gli effetti sono circoscritti alle faglie "accese o spente"; b) la variazione dei tassi di occorrenza determina i più bassi valori di CV, ma si evidenziano alcune aree caratterizzate da valori mediamente più alti, infine; c) la variazione della massima magnitudo mostra un basso impatto nelle zone dove sono concentrate le faglie, ma gli effetti crescono al crescere della distanza dei siti da tali zone.

Abbiamo inoltre verificato che l'impatto sulle valutazioni della pericolosità di queste incertezze è generalmente minore di quello legato alla scelta del modello predittivo del moto del suolo. Tuttavia riteniamo che le incertezze sulla parametrizzazione delle faglie non possa essere trascurato, ma che sia opportuno tenerne conto con un approccio ad albero logico.

### Bibliografia

- Peruzza, L., Pace, B. and Visini, F., (2011). *Fault-Based Earthquake Rupture Forecast in Central Italy: Remarks after the L'Aquila Mw 6.3 Event*. Bulletin of the Seismological Society of America, 101 (1), 404-412.
- Faure Walker, J.P., Roberts, G.P., Sammonds, P.R. and Cowie, P.A., (2010). *Comparison of earthquake strains over 10<sup>2</sup> to 10<sup>4</sup> year timescales: insights into variability in the seismic cycle in central Apennines, Italy*. Journal of Geophysical Research, 115, B10418, doi:10.1029/2009JB006462.

**Coordinamento editoriale e impaginazione**

Centro Editoriale Nazionale | INGV

**Progetto grafico e redazionale**

Daniela Riposati | Laboratorio Grafica e Immagini | INGV

© 2013 INGV Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

Via di Vigna Murata, 605

00143 Roma

Tel. +39 06518601 Fax +39 065041181

**<http://www.ingv.it>**



**Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia**