



25-26 febbraio 2021

# ABSTRACT BOOK

a cura della Società Geologica Italiana

## Quarto Convegno dei geologi marini italiani

# La geologia marina in Italia



#### GUEST EDITORS

Francesco L. Chiocci - Università Sapienza, IGAG -CNR  
Francesca Budillon - ISMAR - CNR  
Silvia Ceramicola - OGS  
Fabiano Gamberi - ISMAR - CNR  
Maria Filomena Loreto - ISMAR - CNR  
Maria Rosaria Senatore - Università del Sannio  
Federico Spagnoli - IRBIM - CNR  
Attilio Sulli - Università di Palermo



#### SEGRETERIA ORGANIZZATIVA

Ionela Pintilie- Università Sapienza  
Leone Tarozzi - ISMAR - CNR  
Giovanni Porcelli - IGAG - CNR  
Valentina De Santis - CNR  
Fabio M. Petti - SGI

Come citare gli abstract:

COGNOME, INIZIALE DEL NOME (2021) – TITOLO DEL RIASSUNTTO. In: Chiocci F.L., Budillon F., Ceramicola S., Gamberi F., Loreto M.F., Senatore M.R., Spagnoli F., Sulli A. (eds) - Abstract Book della Società Geologica Italiana, “La geologia marina in Italia, Quarto Convegno dei Geologi Marini Italiani - Roma, 25-26 febbraio 2021”, numero di pagina. <https://doi.org/10.3301/ABSGI.2021.01>

Il convegno, organizzato in collaborazione con la Sezione di Geologia Marina della SGI, si svolge sotto l’egida del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), del Consorzio Nazionale Interuniversitario per le Scienze del Mare (CoNISMa), dell’Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), dell’Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale (OGS), dell’Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA), dell’Istituto Idrografico della Marina (IIM) e della Società Geologica Italiana (SGI).

Si ringraziano Codevintec Italiana srl, Fugro Italy SpA, Mainport Med srl, TecnoIn SpA, Idrosfera snc e GBT Offshore per aver supportato il Quarto convegno dei geologi marini Italiani.



*Papers, data, figures, maps and any other material published are covered by the copyright own by the Società Geologica Italiana.*

**DISCLAIMER: The Società Geologica Italiana, the Editors are not responsible for the ideas, opinions, and contents of the papers published; the authors of each paper are responsible for the ideas opinions and contents published.**

**La Società Geologica Italiana, i curatori scientifici non sono responsabili delle opinioni espresse e delle affermazioni pubblicate negli articoli: l'autore/i è/sono il/lo/i sol/i responsabile/i.**

## INDEX

Prefazione .....	8
<b>Relazioni ad invito</b> .....	9
Cattaneo A. - Frane sottomarine e contouriti in Mediterraneo occidentale .....	10
Macelloni L. - Ocean Exploration Cooperative Institute (OECI), exploring the “New America”. Come gli Stati Uniti affrontano la geologia marina del terzo millennio. ....	11
Siani G. -Timing and climate variability of the last deglaciation .....	12
Vannucchi P. - Zone di subduzione fra passato e futuro .....	13
<b>MW 1. Banche dati e infrastrutture verso la Next Generation (EU). Potenzialità, Opportunità o Illusione?</b> .....	14
Cocco M. - Condivisione di dati e prodotti scientifici nelle scienze della Terra solida: l’esperienza dell’infrastruttura di ricerca EPOS (European Plate Observing System) .....	15
Demarte M., Ivaldi R. & Nannini M. - L’Istituto Idrografico della Marina e l’importanza del dato FAIR nel processo di standardizzazione, interoperabilità e riutilizzo del dato .....	16
Diviacco P., Busato A., Burca M., Viola A., Potleca N., Iurcev M & Carbajales R. - Sistemi collaborativi di gestione web dei datacom accentratori e motori di comunità scientifiche: la geofisica di esplorazione tra Open Science ed e-Research. ....	17
Fiorentino A. & Battaglini L. - Dalla Banca Dati CARG a EMODnetGeology .....	18
Foglini F. & Gande V. - Spatial data integration and harmonization in the Adriatic Sea – how to make data FAIR (Findable, Accessible Interoperable and Researchable) for habitat and geological mapping .....	19
Iacopini D. - Storia ed esempio del UK National Data Repository, un importante elemento dell’infrastruttura digitale britannica: cosa abbiamo da imparare? .....	20
Loreto M.F., Ferrante V., Grande V., Ligi M., Palmiotto C. & Rovere M. - Potenzialità e limiti della Banca Dati Sparker del CNR-ISMAR .....	21
Rovere M. - Il ruolo dei dati geofisici e geologici marini nello sviluppo sostenibile degli Oceani .....	22
Simoncelli S., Fratianni C., Guarnieri A., Delrosso D., Mattia G., Oliveri P. & Di Pietro P. - Dati marini rapidamente accessibili per una maggiore competitività scientifica a servizio della società .....	23
<b>MW 2. Indicatori di minimo eustatico</b> .....	24
Antonoli F., Furlani S., Montagna P. & Stocchi P. - Utilizzo di speleotemi sommersi quali indicatori di minimo eustatico:quando GIA e tettonica cambiano le carte in tavola .....	25
Chiocci F.L., Casalbone D., Falese F., Maisto F., Martorelli E., Ridente D. & Romagnoli C. - Indicatori di minimo eustatico lungo i margini continentali italiani. Stato dell’arte .....	26
Pepe F., Corradino M., Besio G., Buttò S., Casalbone D., De Leo F., Faraci C., Ferranti L. & Sacchi M. - Sviluppo e validazione di un metodo analitico per quantificare i movimenti tettonici verticali attraverso l’uso di cunei progradanti di stazionamento basso .....	27
<b>MW 3. Bioindicatori in ambienti marini estremi.</b> .....	28
Birarda G., Buosi C., Caridi F., Casu M.A., De Giudici G., Di Bella L., Medas D., Meneghini C., Pierdomenico M., Sabbatini A., Surowka A., & Vaccari L. - Effetti dell’inquinamento da plastiche sui foraminiferi bentonici .....	29
Caridi F., Sabbatini A., Birarda G., Costanzi E., De Giudici G., Galeazzi R., Medas D., Mobbili G., Ricciutelli M., Ruello M.L., Vaccari L. & Negri A. - Impatto antropico: i foraminiferi come bioindicatori della tossicità dei mozziconi di sigaretta .....	30
Di Bella L., Auriemma R., Bigi S., Conte A.M., Conti A., De Vittor C., Esposito V., Gambi M.C., Ingrassia M., Italiano F. & Longo M. - La risposta delle associazioni a foraminiferi all’acidificazione delle acque: il caso dell’isola di Panarea (Arcipelago delle Isole Eolie, Mar Tirreno) .....	31
Romano E., Bergamin L., Marassich A. & Provenzani C. - Variabilità ambientale in ambiente marino: indicazioni dai foraminiferi bentonici in grotte marine .....	32

Torricella F., Gariboldi K., Langone L., Tesi T., Colizza E., Giordano P. & Morigi C. - Diatoms assemblage in Edisto Inlet during the last 120 years .....	33
<b>MW 4. L'influenza della tettonica sull'architettura dei margini continentali.</b>	34
Aiello G. - Strutture vulcaniche sepolte nei Golfi di Napoli e Gaeta (Tirreno meridionale): dati sismo-stratigrafici sull'assetto vulcano-tettonico del margine continentale della Campania .....	35
Cocchi L., Ventura G., Passaro S. & Caratori Tontini F. - Volcanism and STEP fault mechanism in the Tyrrhenian back arc basin: the Palinuro volcanic chain .....	36
Dal Cin M., Buseti M., Böhm G., Zgur F., Brancatelli G., Civile D., Picotti S. & Zampa L. S. - Evoluzione tettonica Cenozoica e analisi neotettonica su dati geofisici nel margine continentale tra Adria ed Europa, Golfo di Trieste (Mare Adriatico Nordorientale) .....	37
Morelli D., Corradi N., Cianfarra P., Crispini L. & Federico L. - Margini alpino e appenninico del Mar Ligure: eredità strutturali, architettura morfo-stratigrafica e neotettonica .....	39
Spatola D., Sulli A., Zizzo E., Ercilla G. & Gorini, C. - Evidenze di depositi conturritici nel margine continentale nord siciliano (Tirreno meridionale) basate su dati di geologia marina ad alta risoluzione .....	40
Todaro S., Sulli A., Spatola D., Micallef A., Di Stefano P. & Basilone G. - Modello deposizionale del sistema piattaforma-scarpata nel settore occidentale del Malta Plateau durante il Pliocene superiore-Pleistocene .....	41
<b>MW 5. Geoarcheologia marina e costiera</b>	42
Antonioli F., Anzidei M. & Furlani S. - La peschiera romana di Lambousa (Cipro): un nuovo dato sulle variazioni relative di livello del Mediterraneo di 2000 anni fa .....	43
Bufalini M., Aringoli D., Materazzi M., Pallotta F., Pambianchi G., Pierantoni P.P. - Evoluzione geomorfologica ed evidenze geoarcheologiche nell'area costiera di Selinunte (Sicilia SW) .....	44
Caporizzo C., Aucelli P.P.C., Mattei G., Pappone G. & Stocchi P. - L'evoluzione del paesaggio costiero in Epoca Romana nell'area vulcanica Campi Flegrei (Napoli): nuovi vincoli da rilievi geoarcheologici subacquei .....	45
Catalano N. & Faccioli A. - L'importanza di accurate indagini OBI/UXO sott'acqua .....	46
Chiocci F.L. & Antonioli F. - Archeologia preistorica sulle piattaforme continentali. Risultati del progetto europeo "Splashcos", del Working Group EMB "Subland" e del WP "Submerged Landscape" dell'infrastruttura "EMODnet-Geology" .....	47
Deiana G., Demurtas V., Guirguis M., Mastronuzzi G., Melis R.T., Orrù P.E. & Solinas E. - Il monumentale porto punico sommerso di Malfatano e la cava di Piscinni, approccio Archeometrico e Geoarcheologico .....	49
Di Rita F., Ghilardi M., Fagel N., Warichet F., Delanghe D., Vacchi M., Sicurani J., Martinet L. & Robresco S. - Storia della vegetazione e geoarcheologia della Corsica nord-occidentale: nuovi dati dal sito costiero di Crovani .....	50
Mariani G.S., Melis R.T., Orrù P. & Deiana G. - Paesaggio costiero e dinamiche insediative nel periodo Fenicio-Punico: l'antica città di Nora (Sardegna Sud-occidentale) .....	51
Mattei G., Aucelli P.P.C., Caporizzo C., Pappone G., Peluso F. & Troisi S. - Ricostruzione ad alta risoluzione di antichi paesaggi costieri e livelli marini relativi nel Golfo di Napoli mediante tecnologie innovative ...	52
Melis R.T., Altamura F., Mussi M., Orrù P.E., Deiana G. & Chiocci F.L. - Paleo-paesaggi sommersi e dinamiche di insediamento dei gruppi mesolitici nel Mediterraneo occidentale: i siti di S'Omù e S'Orku (Sardegna) e Riparo Blanc (Lazio) .....	54
Putignano M.L. & Schiattarella M. - Ricerche geoarcheologiche nel Golfo di Napoli: esempi dalle isole di Procida e Vivara .....	55
Senatore M.R., Pinto F., Meo A. & Chiocci F.L. - Il Progetto GeoArcheo Siti Metodologie, strumenti e servizi innovativi per lo sviluppo di Geo-Archeo-Siti marini .....	56
Trocciola A., Benini A. & Somma R. - The sustainable valorization of submerged geoarchaeology in Campania ( <i>Sinuessa</i> and <i>Aenaria</i> ) .....	57

Vacchi M., Melis R.T., Ghilardi M. & Di Rita F. - Ricostruzioni geoarcheologiche e paleo ambientali del litorale Sardo-Corso. Un archivio fondamentale per definire l'evoluzione livello del mare Mediterraneo negli ultimi millenni .....	58
<b>MW 6. Crisi di salinità Messiniana: stato di avanzamento</b>	59
Aloisi G., Natalicchio M., Guibourdenche L., Caruso A. & Dela Pierre F. - Il problema del gesso evaporitico Messiniano formato a bassa salinità: deposito chimico o biologico ? .....	60
Andreotto F., Aloisi G., Raad F., Heida H., Flecker R., Agiadi K., Lofi J., Blondel S., Bulian F., Camerlenghi A., Caruso A., Ebner R., García-Castellanos D., Gaullier V., Guibourdenche L., Gvirtzman Z., Hoyle T.M., Meijer P.T., Moneron J., Siero F.J., Travan G., Tzevahirtzian A., Vasiliev I. & Krijgsman W. - Diluizione del Gigante Salino del Mediterraneo: controversie e certezze sulle fasi terminali (Gessi Superiori e Lago-Mare) della Crisi di Salinità del Mediterraneo .....	61
Bellucci M., Blondel S., Aslanian D., Moulin M., Rabineau M., Leroux E., Pellen R., Poort J., Del Ben A. & Camerlenghi A. - Tettonica salina nel Mediterraneo Occidentale: un caso studio nel margine Balearico .....	62
Bulian F., Siero F.J., Kouwenhoven T.J., Jiménez-Espejo F.J., & Krijgsman W. - Primi effetti di connessione ristretta Mediterraneo-Atlantica sul record sedimentario profondo del Mare di Alboran Occidentale ....	63
Iacopini D., Dottore Stagna M., Mainul Kabir S.M., Maselli V., Hartley A., Gorini C. & Oppo D. - Eterogeneità stratigrafiche e controllo strutturale delle successioni evaporitiche messiniane lungo la transizione piattaforma - scarpata del Bacino Levantino meridionale (Libano meridionale) .....	64
Lanzoni A., Del Ben A., Forlin E., Donda F. & Zecchin M. - Crisi di Salinità del Messiniano nel Mare Adriatico .....	65
Magliulo M., Georgiev N., Beblo-Vranesevic K., Rettberg P. & McGenity T. - Sopravvivenza a lungo termine degli alofili nelle inclusioni fluide d'alite .....	66
Mondati G., Gliozzi E., Cavinato G.P., Cipollari P., Frezza V. & Cosentino D. L'evento Lago-Mare della crisi di salinità messiniana in Appennino centrale: nuove indicazioni dal settore marsicano (Bacino del Fucino, AQ) .....	67
Pellegrino L., Dela Pierre F., Natalicchio M., Gennari R., Lozar F., Mancini A.M., Jordan R.W. & Carnevale G. - La facies diatomitica del Messiniano pre-evaporitico nell'area mediterranea: stato delle conoscenze, nuove interpretazioni e prospettive future .....	68
Pilade F., Gennari R., Mancini A.M. & Lozar F. - Sopravvivere sotto stress all'approssimarsi della Crisi di Salinità Messiniana .....	69
Sabino M., Natalicchio M., Birgel D., Dela Pierre F. & Peckmann P. - Studio dei cambiamenti ambientali all'inizio della Crisi di salinità messiniana nel Mediterraneo Settentrionale (Bacino Piemontese, Italia Nord-occidentale) .....	70
Tzevahirtzian A., Caruso A. & Scopelliti G. - L'inizio della crisi di salinità Messiniana: nuove conoscenze dalla successione del Bacino di Caltanissetta (Sicilia, IT) .....	71
<b>MW 7. Stratigrafia integrata di successioni marine quaternarie-oloceniche</b>	72
Cornacchia I. & Agostini S. - La nuova frontiera della stratigrafia integrata: cosa ci dicono gli isotopi radiogenici e stabili non convenzionali .....	73
De Giosa F., Lisco S., Mastronuzzi G., Moretti M., Rizzo A., Scardino G., Scicchitano G., Valenzano E., Velardo R., Capasso G. & Corbelli V. - La Geologia Marina di Taranto: la base fisica per lo studio dell'inquinamento antropico nel settore settentrionale del Mar Ionio .....	74
Di Donato V., Di Lorenzo H., Ferretti P., Insinga D.D., Molisso F., Petrosino P., Russo Ermolli E., Sacchi M. & Senatore M.R. - High-resolution records of climate variation over the last ka in the Tyrrhenian Sea .....	75
Distefano S., Di Stefano A. & Gamberi F. - Evoluzione quaternaria di un'area costiera in risposta alle variazioni del livello marino: un esempio dalla Sicilia sudorientale (Marzamemi, SR) .....	76
Girone A., Maiorano P., Marino M., Quivelli O., Bazzicalupo P., Trotta S., Bertini A., Bassinot F. & Rodrigues T. - Climatostratigraphic signals across MIS 20-18 from western to central Mediterranean .....	77

Incarbona A. - Le potenzialità dell'approccio ecobiostratigrafico per i nannofossili calcarei del tardo Quaternario nel Mediterraneo .....	78
Insinga D.D., Calvert A.T., Camerlenghi A., Iorio M., Lubritto C. & Budillon F. - The Late Pleistocene-Holocene tephra record along the southern Campania margin (eastern Tyrrhenian Sea): a contribution to time constrain submarine slide events .....	79
Lirer F. - Il GSSP del tardo Olocene. Nel bacino del Mediterraneo esistono bioeventi che permettono di identificare la base del Meghalayan in sedimenti marini? .....	80
Magri D., Di Rita F., Michelangeli F. & Lirer F. - Potenzialità dei diagrammi pollinici marini nello studio di eventi climatici .....	82
Michelangeli F., Di Rita F., Lirer F. & Magri D. - Analisi polliniche di sedimenti marini tardo-olocenici della Sicilia sudorientale .....	83
Petrosino P., Insinga D.D., Lirer F., Margaritelli G. & Totaro F. - The Late Pleistocene to Holocene tephra record of ND_14/Q site (southern Adriatic Sea): traceability and preservation of Neapolitan explosive products in the marine realm .....	84
<b>MW 8. Faglie attive in ambiente marino: criteri per la costituzione di un database georiferito.</b>	85
Burrato P., Bonadeo L., Blumetti A.M., Comerci V., Di Manna P., Guerrieri L., Vittori E. & Di Bucci D. - Analisi integrata delle banche dati DISS e ITHACA: casi studio in aree <i>offshore</i> .....	86
Cavallaro D., Firetto Carlino M., Coltelli M., Lipparini L., Scarfi L. & Barber G. - Approcci integrati nell'identificazione di faglie attive nell'offshore siciliano .....	87
Del Ben A. - Integrazione di metodi sismici a diversa risoluzione: approccio fondamentale per una corretta valutazione delle faglie .....	88
Gambino S., Barreca G., Gross F., Monaco C., Krastel S. & Gutscher M.A. - 3D modeling and sequential back-restoration as tools for assessing faults deformation rate in offshore setting and estimation of their seismic potential .....	89
Morelli D., Pepe F., Corradino M., Burrato P., Colizza E., Ferranti L., Monaco C. & Sacchi M. - Tettonica attiva del Margine Ionico della Calabria: stato dell'arte e prospettive della caratterizzazione di faglie attive nel Golfo di Squillace .....	91
Pepe F., Corradino M., Burrato P., Kanari M., Parrino N., Bertotti G., Bosman A., Casalbore D., Ferranti L., Martorelli E., Monaco C., Sacchi M. & Tibor G. - Metodo multiscala e multidisciplinare integrato per la caratterizzazione di faglie sismogenetiche in aree marine: il Golfo di Sant'Eufemia .....	92
<b>MW 9. Geochimica dei sedimenti: strumento per la definizione dei processi naturali e antropici in aree marine</b>	93
Cerotti C., Annibaldi A., Droghini E., Prezioso E., Tramontana M., Frapiccini E., De Marco R., Illuminati S., Truzzi C. & Spagnoli F. - Studio preliminare sul contenuto di IPA e Hg come probabili indicatori d'impatti antropici e di processi sedimentari .....	94
Frapiccini E., De Marco R., Dinelli E., Frontalini F., Giordano P. & Spagnoli F. - Approccio statistico multivariato per la determinazione delle <i>facies</i> sedimentarie dell'Adriatico Centrale (Regione Marche) .....	95
Langone L., Lopes da Rocha M., Miserocchi S., Giordano P., Pellegrini C., Tesi T. & Guerra R. - Dinamica di trasferimento del sedimento lungo il sistema di dispersione moderno del Mar Adriatico utilizzando profili di metalli in tracce .....	96
Pavoni E., Crosera M., Adami G. & Covelli S. - Presenza e distribuzione delle Terre Rare nei sedimenti superficiali dell'Alto Adriatico .....	97
Piazzolla D., Bonamano S., Madonia A., Piermattei V., Zappalà G., Scanu S. & Marcelli M. - Sviluppo di un indice predittivo a supporto della gestione sostenibile di bacini semi chiusi: il caso del Porto di Civitavecchia .....	98
Pompilio L., Tonucci L., Surrichio G., Arizzi Novelli A., Scamosci A., Marinangeli L., Tangari A.C. & d'Alessandro N. - Definizione dei valori di fondo dei metalli pesanti nei sedimenti marini della costa abruzzese .....	99
Romano E., Bergamin L., Canepa M., Ausili A., Maggi C. & Croudace I.W. - Linee guida per la definizione delle province geochimiche a mare e dei relativi valori di fondo nei sedimenti .....	100

Romano S., Loreto M.F., Capotondi L. & Vigliotti L. - Analisi sedimentologica e geochemica di due carote dalla piattaforma continentale della Calabria occidentale (Tirreno SE): implicazioni per l'indagine sismogenica .....	101
<b>MW 10. Tema Libero</b> .....	102
Aiello G., Iorio M., Molisso F. & Sacchi M. - Analisi integrata di dati morfo-batimetrici, sismo-stratigrafici e sedimentologici sul canyon Dohrn (Golfo di Napoli, Tirreno meridionale): interazioni tra vulcanismo e tettonica .....	103
Argentieri A., Cristofalo G.C., Fabiani M., Marchetti M., Martire M.L., Santoro P.C., Taliana D.M.R., Vertenzi D. & Vozzi S. - Sicurezza della navigazione e balneazione nelle acque interne: rilievi batimetrici, topografici e sismici del Lago di Martignano (area metropolitana di Roma) .....	104
Borzi L., Di Stefano A. & Chiarella D. - Approccio integrato per lo studio dell'evoluzione della linea di riva nel Golfo di Gela, Sicilia Meridionale .....	106
Caldareri F., Sulli A. & Todaro S. - Sviluppo di metodologie poco invasive utili al rinvenimento di sabbie relitte sulla piattaforma continentale, ai fini del ripascimento delle spiagge in erosione .....	107
Corradino M., Pepe F., Sacchi M., Solaro G., Duarte H., Ferranti L. & Zinno I. - Le strutture della risorgenza e la loro relazione con il reservoir magmatico: nuove conoscenze dalla caldera del Tufo Giallo Napoletano (Napoli, Italia) .....	108
Deias C., Rosso A., Serio D., Fazio E., Guido A., Apollaro C., Vespasiano G. & Sanfilippo R. - Ruolo degli habitat mediterranei a <i>Sabellaria alveolata</i> (Polychaeta) nella dinamica costiera .....	109
Di Martino G., Innangi S., Sacchi M. & Tonielli R. - Coastal seafloor morphology changes in the shelf area of the Pozzuoli Bay (Eastern Tyrrhenian Sea) revealed by bathymetric surveys .....	110
Fortelli A., Fedele A., Matano F., Sacchi M. & Somma R., - A first analysis of the 28-29 <sup>th</sup> December 2020 sea storm in the Naples Bay .....	111
Gasperini L., Polonia A. & Stanghellini G. - Il Lago di Garda, un archivio unico per paleosismologia e stratigrafia tardo-quadernaria dell'Italia settentrionale .....	112
Gauchery T., Rovere M., Pellegrini C., Asioli A., Tesi T., Cattaneo A. & Trincardi F. - Archivi sedimentari dall'ultimo massimo glaciale (LGM) per lo studio delle interazioni tra processi sedimentari governati dalla variabilità delle correnti di fondo e flussi gravitativi nel Bacino Gela (Stretto di Sicilia) .....	113
Innangi S., Di Martino G., Innangi M., Molisso F., Tonielli R. & Sacchi M. - Seafloor morphology and sedimentological mapping of Bagnoli-Coroglio site, Pozzuoli Bay, (Naples, Italy) .....	114
Lo Presti V., Antoniolli F., Casalbore D., Chiocci F.L., Lanza S., Sulli A. & Randazzo G. - Il canyon di Gioiosa Marea (Sicilia nord-orientale). Hazard presente e futuro della fascia costiera antistante .....	115
Marani M.P., Gamberi F. & Trua T. - Summit zone andesite cones and peripheral basalt seamounts of Marsili volcano .....	116
Marino C., Ferranti L., Natale J., Sacchi M. & Anzidei M. - Morphodepositional and archaeological indicators to reconstruct the ground movements in the Campi Flegrei offshore caldera .....	117
Micallef A. - Acque dolci offshore ed il loro ruolo nella geologia marina .....	118
Pernice M., Caruso A., Lirer F., Cornacchia I., Agostini S. & Foresi L.M. - Oscillazioni di CO <sub>2</sub> nel Bacino Mediterraneo del tardo Cenozoico: un progetto per utilizzare gli isotopi del boro nel guscio dei foraminiferi planctonici come indice del paleo-pH e di pCO <sub>2</sub> . .....	119
Rebesco M., Conte R., De Santis L., Colleoni F., Zgur F., Accettella D., Gales J. & Ki S. - Frana sottomarina dell'Iselin Bank (Mare di Ross, Antartide) .....	121
Ronchi L., Fontana A. & Correggiari A. - Le bocche tidali della trasgressione olocenica in Alto Adriatico .....	122
Saroni A., Ivaldi R. & Coltorti M. - Geo-hazard in acque poco profonde: indagine geochemica, petrografica e acustica di emissioni sottomarine di metano nel Mar Tirreno settentrionale, Italia .....	123
Staro A., FitzGerald D. & Hughes Z. - Change detection analysis on sand reservoir redistribution in a coupled beach-estuarine environment in the Gulf of Maine (USA) .....	124

## Prefazione

Il quarto Convegno dei Geologi Marini italiani si è tenuto nel 2021 come previsto, confermando il successo delle passate edizioni e incrementando il numero di partecipanti, le presentazioni scientifiche, gli enti patrocinatori e gli sponsor tecnici.

Le limitazioni legate dall'emergenza sanitaria ci hanno imposto un formato telematico, con una rinuncia particolarmente dolorosa della nostra formula originale, basata su presentazioni lampo e lunghe esposizioni di poster digitali. Fin dalla prima edizione questa formula è stata la chiave per coinvolgere attivamente tutti i ricercatori che lavorano nel campo delle geoscienze marine, stimolando momenti di aggregazione e di discussione scientifica approfondita, a beneficio soprattutto ai più giovani.

Abbiamo quindi dovuto reinventare ed elaborare una nuovo format che preservasse le prerogative delle passate edizioni del convegno, traendo vantaggio dalla modalità a distanza. Abbiamo quindi proposto e realizzato un convegno costituito da quattro stanze virtuali nelle quali, nel corso dei due giorni di convegno, si sono svolti workshop tematici, su nove tematiche specifiche proposte dalla comunità scientifica tramite una chiamata prima della sottomissione dei riassunti. Le tematiche sono state abbastanza ampie da coinvolgere la maggior parte dei ricercatori, ma abbastanza specifiche da favorire un reale confronto sulle idee e sui modelli interpretativi ed arrivare ad un avanzamento nelle conoscenze. Lavori che non rientravano nelle nove tematiche sono stati illustrati in una sessione a tema libero. La tematica dei workshop è sinteticamente illustrata all'inizio di ogni gruppo di riassunti.

Nell'organizzazione dei workshop è stato lasciato un ampio spazio alla discussione, con tempo circa equivalente a quello delle presentazioni, per permettere approfondite discussioni che potessero contemporaneamente avere: 1) uno scopo scientifico (far crescere la comprensione dei processi attraverso la comparazione di casi di studio); 2) uno scopo didattico (stimolare, specie nei giovani ricercatori, assegnisti e dottorandi il senso critico attraverso la definizione di modelli interpretativi originali e la messa in discussione di modelli esistenti); 3) uno scopo organizzativo (stimolare collaborazioni tra gruppi, finalizzate alla preparazione di progetti o di volumi special su riviste scientifiche indicizzate).

Il contributo degli sponsor tecnici, che nelle passate edizioni era stato utilizzato per spese vive di convegno è stato devoluto in premi a giovani ricercatori non strutturati, con quattro premi all'attività scientifica svolta nel periodo inter-convegno (2019-2021), assegnati a Elena Pavoni, Marta Corradino, Mathia Sabino e Giorgio Castellan, uno alla migliore immagine, assegnato a Luca pellegrino, e uno al miglior filmato di geologia marina, vinto da Agostino Meo. I quattro vincitori di premi all'attività scientifica hanno esposto le loro ricerche nell'ambito di quattro sessioni plenarie, nelle quali hanno affiancato ricercatori italiani che hanno svolto brillanti carriere all'estero. Abbiamo invitato ad intervenire questi quattro ricercatori, perché raccontassero il loro percorso, illustrassero una ricerca di punta ed indicassero modi organizzativi e tematiche oggi di punta in ambiente internazionale.

In tutto sono stati presentati 107 lavori scientifici e nell'ambito del convegno si è svolta l'assemblea della sezione di geologia marina della Società Geologica Italiana, con l'elezione del nuovo coordinatore.

E' stato un convegno diverso dal solito per tempi che sono diversi dal solito e la comunità scientifica dei geologi marini si è dimostrata, come sempre, vitale e desiderosa di confrontarsi, pur nel perdurare dell'incredibile situazione di carenza di mezzi navali, assolutamente non degna di un Paese economicamente sviluppato come il nostro che, per storia e collocazione geografica, dovrebbe anche avere nel mare, e soprattutto nel Mediterraneo, la sua naturale vocazione e propensione, anche di ricerca scientifica.

Il Comitato organizzatore



## **Relazioni ad invito**

## Frane sottomarine e contouriti in Mediterraneo occidentale

Cattaneo A.

IFREMER, GM, 1625, Route de S. Anne, F-29280 Plouzané, France

Corresponding author email: [antonio.cattaneo@ifremer.fr](mailto:antonio.cattaneo@ifremer.fr)

*Keywords:* fenomeni di instabilità, fattori di controllo, successioni tardo-quadernarie

Le frane sottomarine sono fenomeni molto diffusi lungo i margini continentali con possibili ricadute sul rischio delle popolazioni costiere e delle infrastrutture sul fondo. Spesso sono legate a fenomeni di instabilità indotti da eventi sismici, ma il loro sviluppo è legato a una moltitudine di fattori. Le campagne oceanografiche Prisme 2 e Prisme 3 hanno permesso di studiare la distribuzione spaziale, l'età e i possibili fattori di controllo in tre settori del Mediterraneo occidentale in contesti differenti: il margine ligure occidentale, caratterizzato da attività sismica moderata e forti pendenze, e due zone ad attività sismica molto ridotta: il canale di Corsica, in cui le frane sono legate alla presenza di depositi contouritici, e il golfo del Leone, uno dei settori del Mediterraneo con i più rilevanti accumuli sedimentari legati a processi gravitazionali nelle successioni tardoquadernarie.

In tutti i casi l'identificazione precisa dell'età delle frane sottomarine è critica per restringere il campo delle possibilità dei fattori di predisposizione all'instabilità, e dunque per identificare con maggiori probabilità le cause delle frane. Inoltre le instabilità sembrano essersi verificate in corrispondenza di strati a litologia contrastante, tipicamente sottili strati leggermente più grossolani (silt) o a volte con caratteri particolari (arricchimento in zeoliti) in successioni a dominanza pelitica. Tali livelli possono rivelarsi possibili piani di discontinuità meccanica in seguito a sollecitazioni esterne.

Più in specifico, lungo il margine ligure occidentale risultati preliminari di paleosismologia marina sembrano confermare che alcune frane possano essere legate a eventi sismici come fattori di innesco, per la creazione di sovrappressioni dei fluidi interstiziali causati dall'accelerazione dovuta a un terremoto; tuttavia, se comparati a successioni torbiditiche adiacenti, gli accumuli di frana sembrano avere una minore sensibilità, registrando solo eventi sismici maggiori e di minor frequenza rispetto a quelli ricostruiti in base alla cronologia delle possibili 'sismotorbiditi'. Nel caso del canale di Corsica, le frane in corrispondenza dei depositi contouritici, oltre a essere favoriti da contrasti litologici, possono essere causati da erosione per correnti marine presso il fondo ai piedi di zone delle contouriti più espanse stratigraficamente, con incremento locale di pendenza per escavazione. Nel golfo del Leone i depositi di frana sottomarina sono dominanti in tutta la scarpata continentale, ma il controllo stratigrafico pare evidente: la presenza di strati leggermente più grossolani alla base delle frane segue la ciclicità glaciale-interglaciale. L'innesco delle instabilità potrebbe essere legato alla riattivazione di faglie normali sepolte dovute al flusso delle evaporiti messiniane.

## **Ocean Exploration Cooperative Institute (OECI), exploring the “New America”. Come gli Stati Uniti affrontano la geologia marina del terzo millennio.**

Macelloni L.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Hydrographic Science Research Center School, The University of Southern Mississippi 1020 Balch Blvd.,  
Stennis Space Center, MS 39529-9904, US

*Corresponding author email:* [leonardo.macelloni@usm.edu](mailto:leonardo.macelloni@usm.edu)

*Keywords:* esplorazione oceani, mappatura oceani, NOAA, Gebco 2030

L'OECI è il nuovo consorzio di 4 università (University of Rhode Island, Woods Hole Oceanographic Institute, University of New Hampshire, University of Southern Mississippi) e la Fondazione no profit Ocean Exploration Trust, finanziato dal NOAA con l'obiettivo di mappare nei prossimi 10 anni l'intera Zona Economica Esclusiva degli Stati Uniti e contribuire agli obiettivi di GEBCO 2030.

A partire da questa esigenza di natura geopolitica, il comitato tecnico scientifico dell'OECI ha sviluppato un piano che ponesse al centro l'esplorazione degli oceani e individuasse le priorità tecnico scientifico della geologia marina del terzo millennio. Sono state individuate tre aree tematiche principali: Exploration Planning and Execution; Ocean Exploration Technology and Increase Utility of Ocean Exploration Information. Questa presentazione fornisce una panoramica sull'OECI e sulle sue attività e vuole offrire anche uno spunto di discussione per esaminare se l'impalcatura costruita da OECI sia adeguata a rispondere a questa ambiziosa sfida.

## Timing and climate variability of the last deglaciation

Siani G.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Géoscience Paris Saclay, Université Paris-Saclay, France

*Corresponding author email:* [giuseppe.siani@universite-paris-saclay.fr](mailto:giuseppe.siani@universite-paris-saclay.fr)

*Keywords:* bipolar seesaw, ocean CO<sub>2</sub> outgassing, marine radiocarbon reservoir ages

The last deglaciation (ca. 19 to 11 ka BP) is the most recent example of a major naturally forced global climate change. During the last deglaciation, centennial to millennial scale large climate changes occurred with a climate decoupling between the North and South poles called the bipolar seesaw. These events, expression of the complex interaction between the ocean, the atmosphere and the cryosphere, are not well understood yet. Associated with these events, CO<sub>2</sub> outgassing from the ocean to the atmosphere occurred. These increases in atmospheric CO<sub>2</sub>, preceding the Earth's global temperature increase, have been an important factor of the deglaciation.

Accuracy of timing of deglaciation recorded in marine and continental archives are crucial for a better understanding of the mechanisms, temporal frequency and the geographical repercussion that govern ocean-climate interactions. A robust benchmark to solve this issue in the marine sedimentary records bears on the knowledge of past quantitative estimates of marine radiocarbon reservoir ages (sea surface - atmosphere <sup>14</sup>C differences) that still remain poorly constrained. Here, we present a review of measures of deglacial surface reservoir <sup>14</sup>C age changes in the Ocean with a particular focus on the Southern Ocean that plays a key role in the global climate.

## Zone di subduzione fra passato e futuro

Vannucchi P.<sup>1</sup>

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

Corresponding author email: [paola.vannucchi@unifi.it](mailto:paola.vannucchi@unifi.it)

*Keywords:* Tettonica, zone di subduzione, accrezione tettonica, erosione tettonica, terremoti

A differenza delle dorsali medio-oceaniche, le zone di subduzione sono sistemi dove il record geologico viene distrutto. Per lungo tempo e fino agli anni '80, i modelli che descrivevano i processi di subduzione hanno potuto contare sul dato geofisico, rappresentato dalla zona di Wadati-Benioff, e sul dato geologico, rappresentato dagli affioramenti nelle catene che espongono complessi di deformazione riferibili ad antichi margini convergenti. In questo contesto il modello dominante per la placca superiore era rappresentato dal cosiddetto “prisma di accrezione”, cioè una serie di sovrascorrimenti embricati che scollano i sedimenti oceanici dalla placca inferiore per trasferirli all'avanarco. Questo modello consentiva di studiare zone inaccessibili all'osservazione diretta attraverso l'applicazione di sistemi analoghi a quelli dei *fold-and-thrust belt* oltre a soddisfare l'inammissibilità della subduzione di materiale poco denso come i sedimenti oceanici.

Negli ultimi decenni la conoscenza dei sistemi di subduzione si è evoluta in modo sostanziale con il progresso delle tecniche di geofisica e perforazione marina consentendo di passare da un approccio concettuale ad uno basato su osservazioni. Negli anni '90 la perforazione marina ha rivelato che in molte fosse sia la completa subduzione di materiale sia i processi di rimozione della base della placca superiore, la cosiddetta “erosione tettonica”, sono processi molto diffusi – se non più diffusi dell'accrezione tettonica. Nel caso di margini erosivi l'avanarco diminuisce di volume, anziché crescere come nel modello del prisma di accrezione, ponendo un problema sostanziale per chi, come i geologi di terreno, basa le sue conoscenze su un record fossile. Inoltre, l'erosione tettonica pone un problema di lungo periodo per la crescita della crosta continentale. Tuttavia, negli anni '10 il modello che prevede che le zone di subduzione siano caratterizzate da un singolo processo – accrezione, erosione o non subduzione - si è rivelato incongruente con le osservazioni. Inoltre, il possibile novero di modelli si è arricchito di uno nuovo: il margine “deposizionale”.

Una migliore conoscenza della dinamica dei margini convergenti è necessaria e auspicabile perché ha delle implicazioni fondamentali per terremoti e tsunami e quindi per le popolazioni che vivono nelle zone adiacenti alle zone di subduzione. La conoscenza dei margini convergenti si è evoluta nel corso di 50 anni grazie allo sviluppo di tecniche di acquisizione sismica, capacità di analisi e della continua esplorazione diretta degli avanarchi. Una grande rivoluzione già in atto in Giappone e Stati Uniti riguarda quella del monitoraggio in situ, che si svolge spesso con l'aiuto di pozzi, e quindi di infrastrutture adatte per l'esplorazione dei fondali marini e di ciò che sta sotto di essi. Queste tecniche dovrebbero essere sviluppate per risolvere le future sfide come quelle identificate dall'ONU per lo sviluppo sostenibile.

## **MW 1.**

# **Banche dati e infrastrutture verso la Next Generation (EU). Potenzialità, Opportunità o Illusione?**

*Moderatori:* Loreto M.F., Cocco M., Romano V., Diviacco P., Fiorentino A., Foglini F.,  
Rovere M., Demarte M.

La mancanza di infrastrutture per l'acquisizione di nuovi dati in mare ha reso urgente la messa a sistema e la riorganizzazione del patrimonio dati accumulato negli anni dai vari enti di ricerca. Inoltre, l'emergenza Covid ha da un lato ulteriormente acuito tali difficoltà, ma dall'altro potrebbe offrire l'opportunità di rinnovamento attraverso il piano di "digitalizzazione e innovazione" che il governo dovrebbe mettere in atto nell'ambito del Recovery Plan. Questo mini-workshop vuole creare una discussione all'interno della comunità scientifica sulle potenzialità e opportunità rappresentate dalle banche dati e infrastrutture di ricerca create dagli Enti. Inoltre, intende analizzarne il potenziale inteso come strumento di ricerca, comprendere quello che potrebbe essere il valore risorsa per gli enti e per le nuove generazioni che si avvicinano alla geologia marina. Le presentazioni di questa sezione forniscono spunti a tale discussione.

Questioni aperte: La creazione di infrastrutture e banche dati può sostituire la mancanza di reperimento di nuovi dati e divenire uno dei principali strumenti di ricerca per le nuove generazioni nel campo delle scienze marine? Il grande progetto di digitalizzazione che si intende proporre nel Recovery Plan potrebbe davvero rappresentare una opportunità per il futuro delle scienze marine?

## Condivisione di dati e prodotti scientifici nelle scienze della Terra solida: l'esperienza dell'infrastruttura di ricerca EPOS (European Plate Observing System)

Cocco M.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>EPOS ERIC, Rome, Italy

<sup>2</sup>Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Rome, Italy

Corresponding author email: [massimo.cocco@ingv.it](mailto:massimo.cocco@ingv.it)

*Keywords:* Infrastruttura di Ricerca, banche dati, interoperabilità, scienza aperta, accesso aperto.

Il progresso nella comprensione dei processi fisici e chimici che controllano terremoti, eruzioni vulcaniche e tsunami, nonché quelli che governano la tettonica e la dinamica della superficie terrestre richiede un piano a lungo termine per facilitare l'uso di dati, prodotti scientifici e servizi attraverso l'integrazione di infrastrutture di ricerca per le scienze della Terra solida. EPOS (European Plate Observing System, [www.epos-eu.org](http://www.epos-eu.org)) rappresenta questo piano di integrazione. Migliorando e facilitando l'accesso, l'interoperabilità, l'uso e il riutilizzo di dati e prodotti scientifici attraverso servizi per la loro visualizzazione, analisi e modellazione, EPOS sta sviluppando una piattaforma di ricerca olistica, sostenibile e multidisciplinare per promuovere la ricerca scientifica e l'innovazione nelle scienze della Terra.

I ricercatori delle scienze della Terra hanno una lunga tradizione nell'acquisizione, raccolta, controllo della qualità e standardizzazione dei dati e dei prodotti scientifici. Essi sono anche gli attori chiave per garantire l'implementazione di metadati e di servizi per la qualificazione, l'accessibilità e l'archiviazione dei dati. Le infrastrutture di ricerca rappresentano il contesto e forniscono le risorse per rafforzare la gestione dei dati e l'interoperabilità attraverso l'innovazione nelle scienze informatiche.

L'agenda Open Science comprendeva l'ambizione di rendere i dati FAIR (Findable, Accessible, Interoperable and Re-usable) entro il 2020. Rendere i dati FAIR è considerato un obiettivo necessario per le infrastrutture di ricerca in diversi domini. A tal fine, i principi guida FAIR per i dati scientifici sono stati recentemente proposti alle comunità come nuovo orizzonte per la condivisione dei dati. I principi FAIR creano le condizioni per promuovere la condivisione dei dati e migliorare la loro gestione, a condizione che vengano affrontate diverse questioni normative, organizzative ed etiche. In attesa della definizione di queste condizioni, le infrastrutture di ricerca hanno la responsabilità di rispondere a queste aspettative e colmare l'attuale divario esistente tra i principi FAIR e le pratiche realizzabili per consentire la gestione FAIR dei dati scientifici. Tutto questo richiede risorse umane ed economiche, competenze e risorse tecnologiche così come un contesto politico per sostenere le iniziative dedicate alla condivisione sostenibile, all'interoperabilità e al riutilizzo dei dati e dei prodotti scientifici.

È opportuno richiamare il ruolo centrale delle infrastrutture di ricerca così come il livello di consapevolezza delle comunità scientifiche coinvolte circa l'importanza di condividere i dati attraverso archivi e banche dati, sviluppate per consentire l'accesso, l'utilizzo e il riutilizzo da parte di differenti utenti, non limitati alla comunità scientifica di riferimento. L'interoperabilità dei dati è un obiettivo necessario perché la ricerca scientifica e l'innovazione per la società, particolarmente per le scienze della Terra, richiede l'uso di dati e prodotti scientifici multidisciplinari così come servizi per la loro visualizzazione, analisi e modellazione.

I dati geologici sono parte integrante del piano di integrazione di EPOS. Un servizio tematico dedicato è stato concepito e creato per la loro integrazione ed è attualmente coordinato da EuroGeoSurveys (EGS), l'associazione Europea dei servizi geologici nazionali. L'integrazione dei dati geologici è un processo tuttora in corso che richiede la condivisione della visione e della missione di EPOS e strategie di ingaggio con la comunità scientifica di riferimento che devono essere rafforzate e applicate in un contesto sostenibile e praticabile. La geologia marina rappresenta una componente importante del processo di integrazione dei dati geologici, caratterizzandolo sia per i suoi contenuti multidisciplinari (si pensi alle informazioni necessarie per la modellazione degli tsunami e alla simulazione di scenari di inondazione) sia per la possibilità di attivare collaborazioni e iniziative cross-disciplinari con diverse infrastrutture di ricerca nel campo delle scienze marine e nel campo degli ecosistemi marini.

## L'Istituto Idrografico della Marina e l'importanza del dato FAIR nel processo di standardizzazione, interoperabilità e riutilizzo del dato

Demarte M.<sup>1</sup>, Ivaldi R.<sup>1</sup> & Nannini M.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Istituto Idrografico della Marina

Corresponding author email: [maurizio.demarte@marina.difesa.it](mailto:maurizio.demarte@marina.difesa.it)

Keywords: FAIR, standard idrografici, database, open science

L'Istituto Idrografico della Marina è Organo cartografico dello Stato e da 150 anni è responsabile della produzione della cartografia e dell'aggiornamento della documentazione nautica ufficiale, secondo gli standard internazionali dell'International Hydrographic Organization (IHO, 2020) e dal 2010, ai sensi del DPR del 15.03.2010, n. 90, redige le normative tecniche e fornisce consulenza per standardizzare l'esecuzione dei rilievi idrografici, da svolgere nell'ambito della pubblica amministrazione o comunque inerenti alla sicurezza della navigazione (I.I. 3176 - Disciplinare tecnico per la standardizzazione dei rilievi idrografici).

La possibilità di poter impiegare e ottimizzare il patrimonio dei dati disponibili per lo sviluppo di nuovi studi sono necessariamente connessi alle informazioni contenute nel dato stesso ove qualità e standard sono elemento chiave per questo processo grazie all'introduzione del dato FAIR (*Findable Accessible Interoperable Reusable*).

Due dei quattro principi base di un dato FAIR, pilastro di una *open science* regolata, sono *Interoperable*, ovvero i dati possono essere integrati con altri dati, e *Reusable*, ovvero i dati garantiscono un riutilizzo in nuove ricerche essendo comparabili; entrambi strettamente legati alla bontà del dato e alla fruibilità dello stesso in contesti differenti da quello originale, contenendo in sé tutte le informazioni del metadato. Il dato acquisito secondo standard internazionali, porta con sé informazioni riferite alla metodologia di acquisizione e cioè alla strumentazione impiegata, calibrazione dei sensori e modo in cui questi interagiscono con altra strumentazione presente, ma anche alla procedura di esecuzione.

I set di dati ancillari, quali ad esempio l'errore nella misura, la qualità e la ripetibilità, dovranno costituire il minimo standard del metadato che popolerà le nuove banche dati, siano esse frutto di nuove infrastrutture, siano esse derivate da ammodernamento delle esistenti.

L'Istituto Idrografico, forte dell'esperienza e competenza specifica, elaborazione e gestione dei dati idrografici e di formazione del personale preposto alla sua acquisizione e valorizzazione è pronto a condividere le proprie capacità e specificità nel settore. Questa esigenza della comunità di poter condividere dati ed esperienze ben si coniuga con il decennio delle Nazioni Unite appena iniziato dedicato all'oceano, alla sua conoscenza e mappatura rivolgendosi anche alla formazione di una nuova generazione di ricercatori. Il settimo principio dell'*Ocean Literacy* pone l'attenzione proprio sulla mancanza di dati nella conoscenza degli oceani e l'opportunità per una "generazione oceano" di scoprire ed investigare le profondità marine con nuove tecnologie e procedure. La conoscenza dell'oceano in una politica di *governance* globale sempre più volta alla condivisione, accessibilità, standardizzazione e qualità certificata, rappresenterà non solo un valore aggiunto ma un nostro obbligo verso le generazioni future.

### References:

- International Hydrographic Organization (2020) - S-44 Standards for Hydrographic Surveys. Edition 6.0.0, 49 pp. [www.iho.int](http://www.iho.int)
- Istituto Idrografico della Marina (2016) - Disciplinare tecnico per la standardizzazione dei rilievi idrografici. II 3176, Genova, 68 pp. [www.marina.difesa.it](http://www.marina.difesa.it)



## **Sistemi collaborativi di gestione web dei datadome accentratori e motori di comunità scientifiche: la geofisica di esplorazione tra Open Science ed e-Research.**

Diviaco P.<sup>1</sup>, Busato A.<sup>1</sup>, Burca M.<sup>1</sup>, Viola A.<sup>1</sup>, Potleca N.<sup>1</sup>, Iurcev M.<sup>1</sup> & Carbajales R.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale – OGS,

*Corresponding author email:* [pdiviaco@inogs.it](mailto:pdiviaco@inogs.it)

*Keywords:* data management, open Science, FAIR, collaborative work, scientific communities

L'enorme valore dei dati acquisiti fino ad oggi nei vari campi scientifici è chiarissimo a tutti. Meno chiaro finora è stato il fatto che, per dare impulso alla ricerca, sia fondamentale promuovere l'accessibilità e la circolazione di questi dati. Fino a poco tempo fa, infatti, era possibile, e spesso comune, immaginare una filiera completa della ricerca della quale solo i prodotti finali emergessero attraverso pubblicazioni, libri o congressi, rendendo opaco il processo scientifico ed offuscandone la sua stessa credibilità.

Un cambiamento psicologico collettivo, e del mondo scientifico in particolare, è stato innescato sicuramente dall'introduzione e diffusione delle tecnologie web che consentono un facile accesso all'informazione, ma è stato, probabilmente, soltanto con l'introduzione di impianti normativi come nel caso europeo della direttiva Inspire [Inspire], con l'introduzione di una prospettiva FAIR [FAIR] ad esempio in ambito Horizon2020 e la sempre più pressante richiesta a livello di riviste scientifiche di rendere accessibili i dati, che la tradizionale diffidenza verso la condivisione dei dati è stata superata.

Ora si pone il problema di come, sulla base di questa conquistata condizione, costruire un nuovo paradigma. La nostra proposta è orientata a far leva sul meccanismo stesso della collaborazione scientifica che, innescata e spinta proprio dalla disponibilità dei dati (Diviaco et al., 2014) possa risultare motore e catalizzatore dell'attività all'interno e tra comunità scientifiche.

A tal fine specifici strumenti web sono necessari (Diviaco et al., 2016, Diviaco & Busato, 2013). Nel campo della Geofisica di Esplorazione, numerosi esempi di applicazione di questa prospettiva sono già stati realizzati (Diviaco et al., 2019, Munteanu et al, 2018, Diviaco et al., 2015a, 2015b) e stanno dando ottimi frutti. Ci proponiamo di discutere l'esperienza fatta ed i metodi sviluppati.

### *References:*

- Diviaco P., FirettoCarlino M., & Busato A. (2019) - Enhancing the value of public vintage seismic data in the italian offshore. *Geosci. Data J.*, 6(1), 6-15. doi:10.1002/gdj3.58
- Diviaco P., Leadbetter A. & Glaves H. (2016) - Oceanographic and Marine Cross-Domain Data Management for Sustainable Development. IGI-global -Hershey, PA, doi: 10.4018/978-1-5225-0700-0
- Diviaco P., Wardell N., Forlin E., Sauli C., Burca M., Busato A., Centonze J., Pelos C. (2015a) -Data rescue to extend the value of vintage seismic data: The OGS-SNAP experience. *GeoResJ*, 6, 44– 52, DOI 10.1016/j.grj.2015.01.006
- Diviaco P., Wardell N., Forlin E., ...Centonze J., Pelos C.(2015b) – Adding value to “vintage” research geophysical datasets. Offshore Mediterranean Conference and Exhibition, OMC 2015.
- Diviaco P., Fox P., Pshenicny C. & Leadbetter A. (2014) -Collaborative knowledge in scientific research networks. – IGI-global -Hershey, PA, doi:10.4018/978-1-4666-6567-5
- Diviaco P. & Busato A., (2013) - The Geo-Seas Seismic data viewer: a Tool to facilitate the control of data access. *BGTA*, 54/2.
- Munteanu I, Diviaco P., Sauli C., Dinu C., Burcă M., Panin N. & Brancatelli G. (2018) - New Insights into the Black Sea Basin, in the Light of the Reprocessing of Vintage Regional Seismic Data. In: Finkl C. & Makowski C. (eds), *Diversity in Coastal Marine Sciences*. Coastal Research Library, 23. DOI: 10.1007/978-3- 319-57577-3\_6
- [FAIR]Guidelines on FAIR data management in Horizon 2020. [https://ec.europa.eu/research/participants/data/ref/h2020/grants\\_manual/hi/oa\\_pilot/h2020-hi-oa-data-mgt\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/research/participants/data/ref/h2020/grants_manual/hi/oa_pilot/h2020-hi-oa-data-mgt_en.pdf)
- [Inspire]<https://inspire.ec.europa.eu>

## Dalla Banca Dati CARG a EMODnetGeology

Fiorentino A.<sup>1</sup> & Battaglini L.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Servizio Geologico d'Italia – ISPRA

Corresponding author email: [andrea.fiorentino@isprambiente.it](mailto:andrea.fiorentino@isprambiente.it)

*Keywords:* banca dati, CARG, EMODnet, armonizzazione

Nella prima decade degli anni 2000 l'acquisizione di nuovi dati geologici ha subito una rilevante battuta d'arresto, anche a causa dell'interruzione dei finanziamenti del Progetto CARG. Il Servizio Geologico d'Italia ha cercato allora di divulgare e rendere fruibili le informazioni accumulate negli anni precedenti e immagazzinate ordinatamente nella banca dati del CARG.

L'impegno profuso, con l'organizzazione di convegni dedicati (Progetto CARG - Cartografia geologica delle aree marine, 2009; Meeting marino, 2012) e le numerose presentazioni a congressi (GeoHab, IAS, FISST, SGI, AIQUA, IGC, AGU, EGU, ecc.), è stato indirizzato ad ampliare le banche dati disponibili, convogliando informazioni raccolte nell'ambito di diversi progetti di ricerca.

Dal 2009 il Progetto europeo EMODnet (European Marine Observation and Data Network, [www.emodnet.eu](http://www.emodnet.eu)), articolato in tematismi tra i quali la geologia, ha fornito l'opportunità per cominciare a organizzare sistematicamente i dati e a rappresentarli in maniera armonizzata in carte digitali liberamente disponibili ([www.emodnet-geology.eu](http://www.emodnet-geology.eu)). A partire dal 2013 il Servizio Geologico d'Italia partecipa al Progetto, per il quale fornisce tutti i prodotti previsti e coordina un Work Package dedicato a "Eventi geologici" che comprende terremoti, vulcani, frane, tsunami, emissioni fluide e tettonica quaternaria. Al fine di rendere il contributo italiano più completo e integrato possibile, si è cercato di coinvolgere altre istituzioni che conducono studi di geologia marina o hanno specifiche competenze riguardanti le tematiche considerate dal Progetto.

Il Progetto esclude l'acquisizione di nuovi dati ma ha stimolato inventari sistematici dei dati esistenti e la loro standardizzazione e armonizzazione a livello europeo. I dati derivanti dal Progetto CARG hanno contribuito efficacemente alla realizzazione dei dataset, in cui sono confluite tutte le conoscenze geologiche dei vari paesi europei. Questa attività ha portato risultati a volte inattesi, ampliando le conoscenze grazie alla disponibilità di dati a copertura nazionale osservabili in un quadro sinottico.

L'esperienza acquisita con EMODnet Geology ha dimostrato che la creazione di infrastrutture e banche dati non può sostituire la mancanza di reperimento di nuovi dati. Tuttavia, dato che uno degli obiettivi perseguiti è stata l'interoperabilità dei dati, al fine di fornire informazioni sempre più complete, corrette e affidabili e facilitare lo scambio e il riutilizzo dei dati anche tra sistemi non omogenei, è possibile combinare questi set di dati armonizzati e standardizzati anche per elaborare carte tematiche o specialistiche, che potrebbero supportare ulteriori ricerche, nonché la pianificazione e la gestione delle aree sommerse.

Incentivare l'incremento di competenze digitali e di risorse informatiche può contribuire alla crescita e accessibilità semplice e gratuita di banche dati che sono di grande supporto al progredire delle conoscenze nei più diversi settori.

## **Spatial data integration and harmonization in the Adriatic Sea – how to make data FAIR (Findable, Accessible Interoperable and Researchable) for habitat and geological mapping**

Foglini F.<sup>1</sup> & Gande V.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>National Research Council (CNR), Institute of Marine Sciences (ISMAR), Bologna, Italy

*Corresponding author email:* [federica.foglini@ismar.cnr.it](mailto:federica.foglini@ismar.cnr.it)

*Keywords:* FAIR, habitat mapping, e-infrastructures, Virtual-Research-Environment

The Adriatic Sea is a land-locked basin (ca. 200×800 km) of the marginal Mediterranean Sea, which has been shaped during the Cenozoic buildup of the Alpine orogens, driven by the Africa-Eurasia plate convergence. The basin is relatively shallow, almost rectangular and can be divided into three sub basins: 1) the northern Adriatic, a broad shelf with depths shallower than 100 m connected to the biggest lagoon in the Mediterranean sea (the lagoon of Venice), 2) the middle Adriatic shelf basin, (270 m depth) and 3) the Southern Adriatic basin, with a depression of about 1200 m. It is characterized by an anticlockwise oceanographic circulation and multiple geo-biological facets.

In this perspective, a substantial amount of heterogeneous data regarding geological, oceanographic, biological, and anthropogenic aspects and their interaction has been gathered through the years from different sources and for multiple scopes by the CNR ISMAR-ISP community.

To overcome challenges in data heterogeneity and fragmentation, to enable efficient data integration, and to ensure data FAIRness (FAIR: Findable, Interoperable, accessible and researchable) a ‘Spatial Relational Database Management System’ (RDBMS: Geodatabase) was created for the Adriatic Sea based on adapted INSPIRE guidelines, linked with a WebGIS (i.e. a web-based version of a geographical information system) and a metadata catalogue. This spatial data infrastructure is also accessible via a Virtual Research Environment developed within the framework of the Horizon 2020 EVER-EST project and will be integrated in the H2020 RELIANACE services. The EVER-EST/RELIANCE VRE is a multidisciplinary platform based on research objects, which aggregate information in a form that can be processed by both humans and machines and that follow FAIR data principles. Research objects provide the basis for the development of e-infrastructures for preserving, sharing and reusing scientific data and knowledge within and across communities.

The integration and harmonization of this heterogeneous data sources is also the key to further develop interoperability with European marine data management infrastructures for handling and exchanging high variety of multidisciplinary data (e.g. EMODnet, SeaDataNet).

This paper shows and discuss the main steps and challenges to make the spatial data FAIR for habitat and geological mapping.

## Storia ed esempio del UK National Data Repository, un importante elemento dell'infrastruttura digitale britannica: cosa abbiamo da imparare?

Iacopini D.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Distar, Università di Napoli Federico II

Corresponding author email: [david.iacopini@unina.it](mailto:david.iacopini@unina.it)

Keywords: UK, banche dati, digital dataset.

L'istituzione del *UK National data repository* rappresenta oggi il risultato finale di un importante strategia di investimento verso le nuove tecnologie e l'open source data sharing da parte della Gran Bretagna. E' l'ultimo atto di una lunga e silenziosa rivoluzione che ha portato a trasformare un iniziale banca dati originalmente a gestione privata (CDA UK oil and gas data, una specie di *trade association*) ed accessibile tramite associazione, sino ad un *National Data Repository* (NDR) aperto a tutte le aziende nazionali ma anche a tutti gli accademici del globo, secondo una filosofia molto simile a quella proposta dalla comunità europea e cioè di un *open source database*. Il NDR database contiene circa 130 terabyte di dati, che includono circa 5000 *seismic survey*, 265.000 dati di pozzo (well logs), 300 km di dati di carote, informazioni su circa 690 piattaforme, e 3000 installazioni sottomarine. Il sistema al momento sta per essere trasferito verso un *cloud based storage* per velocizzare l'accesso ai dati. Questo è stato possibile nonostante i dati fossero originariamente acquisiti da 35 compagnie private (servizio e petrolifere), dal servizio geologico britannico e solo in minima parte dall'autorità del governo (Oil and Gas Authority, sotto il controllo del ministero dell'energia). Diversi analisti del governo inglese stimano che dal 2015-2020 questo investimento abbia portato un beneficio alla Gran Bretagna di circa 200-240 milioni di sterline in termini di capacità di influenzare progetti, business e sviluppare nuove conoscenze che vanno al di là dell'esplorazione degli idrocarburi (*ogauthority link*). Tuttavia, il lungo processo che ha portato al suo concepimento e istituzione dal 1998 non è stato affatto semplice, ha richiesto circa 20 anni di lavoro e diplomazia ma soprattutto l'intervento del governo britannico attraverso *l'Energy Act nel 2016* (simile ad un nostro decreto) che fra le diverse cose, sancisce l'importanza di una strategia di data sharing di informazioni del sottosuolo per scopi sia minerario, di transizione energetica ma anche scientifici. Per potere imporre l'applicazione di tale Act il governo su suggerimento di molti consulenti esterni, ha creato un'agenzia quali il *UK Oil and Gas Authority*, ed una legislazione specifica che imponesse il rilascio dei dati per utilizzo pubblico. *L'Energy act 2016* chiaramente riconosce la centrale utilità dei dati di sottosuolo per aspetti che vanno ben oltre l'esplorazione ma anche lo sviluppo di energie alternative e difesa del territorio nazionale. La storia e la struttura della piattaforma NDR potrebbe in parte e per certi aspetti rappresentare un potenziale esempio per il nostro paese. Seguendo la scia della visione sulla digitalizzazione dei dati da parte del Horizon Europe o degli stessi finanziamenti del Next generation funding ci viene data l'occasione (imposizione?) di pensare ed imporci lo sviluppo ed una gestione federata di un database di dati del sottosuolo (in mano a diverse autorità, compagnie e istituzioni di ricerca fra cui OGS, CNR, INGV a gestione pubblica) a libero accesso per l'intera comunità scientifica internazionale. A differenza della gran Bretagna, in teoria, il nostro paese avrebbe dei vantaggi immensi oltre che dal punto di vista energetico (e.g. migliori screening per data storage) anche dal punto di vista della sorveglianza, del monitoraggio e mappatura delle zone a maggiore pericolosità sismica delle strutture a mare.

### References:

*Energy act 2016*: <https://www.legislation.gov.uk/ukpga/2016/20/enacted/data.pdf>

*ogauthority link*: <https://www.ogauthority.co.uk/media/5442/ndr-launch-as-presentation-25-03-19.pdf>

Si ringrazia il supporto da parte di Angela Dobbs e Andy Thompson (Oil & Gas Authority)

## Potenzialità e limiti della Banca Dati Sparker del CNR-ISMAR

Loreto M.F.<sup>1</sup>, Ferrante V.<sup>2</sup>, Grande V.<sup>1</sup>, Ligi M.<sup>1</sup>, Palmiotto C.<sup>1</sup> & Rovere M.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>CNR-ISMAR, Via P. Gobetti 1010, Bologna – Italia

<sup>2</sup>Geologa Marina, via Zanardi, 335, Bologna – Italia

Corresponding author email: [filomena.loreto@bo.ismar.cnr.it](mailto:filomena.loreto@bo.ismar.cnr.it)

**Keywords:** Banca dati, sparker, segy-format, digitalizzazione, condivisione, mari italiani

Recentemente il CNR-ISMAR di Bologna ha avviato l'attività di recupero di vecchi dati sismici rappresentati da un importante archivio di profili Sparker (1 kj e 30 kj) stampati su carta che, a causa del tempo, dell'utilizzo incauto e indebito, rischiavano di andare perduti. Considerati gli elevati costi di acquisizione di questi dati, le enormi difficoltà dovute alla carenza di finanziamenti istituzionali e le limitazioni imposte dalle leggi ambientaliste, abbiamo avviato la costruzione della Banca Dati Sparker (BDS) ispirata ai principi FAIR (*Findable, Accessible, Interoperable, Reusable*) nell'ottica di preservare e valorizzare questo patrimonio scientifico trasformandolo in una vera e propria risorsa.

La BDS, al momento, include tutti i profili Sparker acquisiti nel periodo 1970-1990 dall'ex-IGM ora ISMAR nei mari Tirreno, Canale di Sicilia, Ionio e Grecia occidentale. La procedura è consistita nel trasformare i profili cartacei in un formato digitale raster (TIFF) che successivamente è stato convertito nello standard SEG-Y georeferenziato specifico per i dati geofisici. La BDS contiene ca. 46.000 km di profili sismici di facile e veloce consultazione e, attualmente, è in fase di metadattazione. Negli ultimi anni questi dati sono stati utilizzati per sviluppare numerosi studi scientifici che vanno dal rischio sismogenico/tsunamigenico al *mass wasting*, e studi sull'evoluzione geodinamica dal *forearc* al *back-arc* nel sistema di subduzione del Mediterraneo centrale. Considerata la grande estensione areale di questo dataset e la risoluzione del dato piuttosto alta, la Banca Dati Sparker ha il potenziale per divenire una grande risorsa, un indispensabile strumento a supporto di numerose e diversificate attività in ambiente marino, e una grande opportunità di condivisione per il nostro Ente.

Attualmente, la maggior parte degli Enti di ricerca e Università, in Italia e nel mondo, hanno creato degli archivi digitali di dati sismici acquisiti nel corso degli anni. Di fatto in Italia esistono diverse banche dati consultabili o accessibili, come ad esempio: la banca dati Crop; la Antarctic SDL; o la Sismica Riconoscitiva Ministeriale (ViDEPI), le quali però non si integrano e sono soggette a diverse *data policy*. L'evoluzione del digitale che stiamo vivendo, che viaggia veloce sui binari del *big data* verso la *Next Generation* come sottolineato dall'Europa, potrebbe favorire la creazione di una *seismic data library* nazionale che integra e gestisce con una chiara *data policy* le diverse banche dati sismiche esistenti? A questa domanda non saprei rispondere viste le resistenze intrinseche alla condivisione, ma è chiaro che un archivio digitale di tale portata potrebbe favorire lo sviluppo di attività di ricerca e gestione del territorio marino ed essere una grande risorsa nel reperimento di possibili fonti di finanziamento.

## Il ruolo dei dati geofisici e geologici marini nello sviluppo sostenibile degli Oceani

Rovere M.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Istituto di Scienze Marine, Consiglio Nazionale delle Ricerche, via Gobetti 101, 40129, Bologna

Corresponding author email: [m.rovere@ismar.cnr.it](mailto:m.rovere@ismar.cnr.it)

*Keywords:* Dati geo e idroacustici, batimetria, EMODnet, NF-GEBCO Seabed2030, interoperabilità

Gli oceani si estendono per un totale di 361 milioni di km<sup>2</sup> coprendo il 71% della superficie del Pianeta e hanno ospitato le più antiche forme di vita unicellulari e pluricellulari. Con il loro volume di 1.348 milioni di km<sup>3</sup> e una profondità media di 3.730 m, gli oceani sono dunque fondamentali per sostenere la vita, regolare il clima e rappresentano una vasta fonte di risorse naturali, biodiversità ed energia.

In questo contesto, i dati geologici e geofisici marini (GGM) costituiscono un patrimonio inestimabile per la conoscenza dell'Oceano, ma sono spesso messi in relazione con la ricerca e il depauperamento delle risorse fossili e percepiti come essenziali per il bene comune prevalentemente per la valutazione dei rischi geologici marini e l'ingegneria costiera e offshore. Questo è dovuto anche alla complessità delle operazioni di acquisizione dei dati GGM, specie se di elevate profondità, ai costi sottostanti, al fatto che in larga parte appartengono all'industria oil & gas e che la loro elaborazione e interpretazione richiedono un alto grado di specializzazione.

Tra i dati GGM, il modello batimetrico è quello che viene considerato maggiormente interoperabile e riutilizzabile come base dati per diverse applicazioni. Ad esempio, la direttiva quadro sulla strategia per l'ambiente marino (MSFD, 2008/56/EC) definisce alcuni obblighi per gli Stati membri per l'attuazione di strategie volte a raggiungere o mantenere un buono stato dell'ambiente marino entro il 2020. Uno di questi obblighi, prescrive che i dati risultanti dall'articolo 8 (valutazione sui dati esistenti) e 11 (monitoraggio) siano resi disponibili secondo la Direttiva 2007/2/CE (INSPIRE). Lo European Marine Observation and Data Network (EMODnet) è stato concepito come strumento integrato di supporto e base dati alla MSFD e dei suoi 11 descrittori, tra cui spicca "integrità del fondo". Per questi motivi, grandi progetti per la collazione e integrazione di dati batimetrici sia a livello regionale (e.g. EMODnet Bathymetry) che globale (NF-GEBCO Seabed2030) hanno avuto negli ultimi anni grandi riscontri e finanziamenti. La sistematizzazione dei rimanenti dati GGM al contrario risente di una notevole frammentazione e scarsa accessibilità sia alla scala nazionale che a livello globale, con la prevalenza di database gestiti dal settore privato in vece e per le amministrazioni pubbliche competenti.

Alcune iniziative, a livello europeo, per l'integrazione dei dati GGM hanno avuto l'obiettivo di fornire servizi integrati e infrastrutture elettroniche e virtuali per l'accesso ai dati GMM, ma non sono state ulteriormente sviluppate. Quali sono i motivi che hanno determinato questa situazione? Esiste il rischio di oblio per una certa tipologia di dati marini? Può la Decade of Ocean Science for Sustainable Development, che si propone di migliorare in modo sostanziale la digitalizzazione, l'accesso e lo scambio di dati, tecnologie e conoscenze sull'Oceano essere una occasione per invertire questa tendenza?

## **Dati marini rapidamente accessibili per una maggiore competitività scientifica a servizio della società**

Simoncelli S.<sup>1</sup>, Fratianni C.<sup>1</sup>, Guarnieri A.<sup>1</sup>, Delrosso D.<sup>1</sup>, Mattia G.<sup>1</sup>, Oliveri P.<sup>1</sup> & Di Pietro P.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), Sezione di Bologna

*Corresponding author email:* [simona.simoncelli@ingv.it](mailto:simona.simoncelli@ingv.it)

*Keywords:* dati marini, monitoraggio, gestione dati, libero accesso

Tutelare e controllare costantemente la salute dei nostri mari è essenziale per comprenderne le dinamiche e adottare strategie per sfruttarne le molteplici risorse. Il monitoraggio dell'ambiente marino è un'attività complessa e multidisciplinare che implica la misurazione, valutazione e determinazione di vari parametri fisici e biogeochimici. Coordinare la raccolta dei dati marini è una priorità, poiché è attraverso il loro studio che siamo in grado di conoscere l'andamento dello stato passato e presente dei mari e degli oceani, di predirne la loro evoluzione, e di comprendere le conseguenze della pressione antropica e del cambiamento climatico, anche per mitigarne gli effetti.

Oggi pertanto è indispensabile rivoluzionare il modo in cui i dati marini vengono gestiti. Una volta raccolti ed analizzati per uno scopo preciso infatti, devono essere resi disponibili alla comunità scientifica e alla società affinché possano essere più volte riutilizzati. La condivisione ed il libero accesso al dato sono molto importanti poiché ne massimizzano l'utilizzo e contemporaneamente ne riducono i costi, consentendo così di convogliare alcuni dei finanziamenti sulle reali ed emergenti esigenze scientifiche e pubbliche. Affinché questa rivoluzione possa compiersi occorre che vengano definiti ed adottati standard, formati e metadati comuni, che permettano un rapido accesso e utilizzo del dato, la sua tracciabilità, la sua completa descrizione, e la sua integrazione con altre tipologie di dati.

L'implementazione di una banca dati marini per la condivisione di dati ottenuti con finanziamento pubblico, è dunque strategica per mantenere competitività nella ricerca marina in ambito europeo e internazionale. Al tal fine si propone la creazione di un centro dati marini in grado di distribuire ed integrare i propri dati nelle esistenti infrastrutture dati europee EMODnet, SeaDataNet e Copernicus (Martin Miguez et al., 2019). L'esperienza maturata all'interno di queste infrastrutture e servizi da parte del gruppo di oceanografia di Bologna è indispensabile per condividere i dati marini INGV inerenti a diverse tematiche (oceanografia fisica, geologia marina, evoluzione costiera, chimica marina), insieme al fondamentale supporto dell'ufficio gestione dati INGV e la sua politica dei dati. Questo obiettivo è perfettamente in linea con l'accordo siglato tra i membri della Commissione Oceanografica Italiana (COI), sottoscritto da INGV, per la condivisione dei dati marini, oltre che con le sfide del Decennio del Mare 2021-2030 indetto dall'UNESCO.

La conseguente gestione/analisi integrata e multi-disciplinare di dati in situ, da satellite e da modelli in ambito marino e provenienti anche da diverse infrastrutture dati europee e internazionali è finalizzata ad attività di ricerca e sviluppo di nuove tecniche di validazione di modelli di previsione e di rianalisi, nuove tecniche di controllo di qualità dei dati per studi di tipo climatico; indicatori per il monitoraggio a breve e lungo termine dello stato dell'oceano e degli effetti del cambiamento climatico sull'ambiente marino; nuovi prodotti e nuove applicazioni per la società, quali ad esempio sistemi di allertamento precoce derivanti dalla ottimale integrazione dei dati rapidamente accessibili.

### *References:*

Martín Míguez B., et al. (2019) - The European Marine Observation and Data Network (EMODnet): Visions and Roles of the Gateway to Marine Data in Europe. *Front. Mar. Sci.* 6:313. doi: 10.3389/fmars.2019.00313.

## **MW 2.**

### **Indicatori di minimo eustatico**

*Moderatori:* Chiocci F.L., Stocchi P., Pepe F.

La ricostruzione delle variazioni del livello del mare avviene tramite il riconoscimento di indicatori geologici di paleolivello marino (terrazzi costieri, solchi di battente, paleo-linee di riva, faune ad ospiti caldi), normalmente in regioni caratterizzate da sollevamento tettonico. La geologia marina è in grado di arricchire questa linea di ricerca (con significative implicazioni neotettoniche), con il riconoscimento e la mappatura di indicatori di minimo livello eustatico affioranti sui fondali o incorporati nella stratigrafia delle piattaforme continentali, normalmente in regioni caratterizzate da stabilità o abbassamento tettonico. Non potendosi basare su riconoscimenti faunistici o morfologie di dettaglio quali i solchi di battente, il riconoscimento degli indicatori consiste principalmente in ricostruzioni sismostratigrafiche e batimorfologiche di corpi deposizionali prodotti al ciglio delle piattaforme continentali o di lineamenti erosivo-deposizionali quali paleocigli di scarpata continentale. Numerose sono le ricadute scientifiche e applicative, quali la definizione dei tassi di subsidenza della piattaforma continentale, l'individuazione di settori di margine continentale a differente mobilità verticale, un contributo per l'affinamento delle curve eustatiche nella loro (predominante) parte al di sotto dell'attuale livello del mare.

Questioni aperte: Quali sono gli indicatori di minimo eustatico e quale è la loro affidabilità e range di errore? In assenza di datazioni dirette, si possono usare gli indicatori di minimo eustatico per attribuire un'età alle sequenze quaternarie?



## Utilizzo di speleotemi sommersi quali indicatori di minimo eustatico: quando GIA e tettonica cambiano le carte in tavola

Antonioli F.<sup>1</sup>, Furlani S.<sup>2</sup>, Montagna P.<sup>3</sup> & Stocchi P.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ricercatore associato INGV, Roma, Italy

<sup>2</sup>Dipartimento di Matematica e Geoscienze, Università di Trieste, Trieste, Italy

<sup>3</sup>Istituto di Scienze Polari (ISP-CNR), Bologna, Italy

<sup>4</sup>NIOZ Royal Netherlands Institute for Sea Research, The Netherlands

Corresponding author email: [fabrizioantonioli2@gmail.com](mailto:fabrizioantonioli2@gmail.com)

Keywords: speleotemi sommersi, minimo eustatico

L'utilizzo di speleotemi sommersi quali precisi indicatori di variazione del livello del mare, è iniziato a fine anni '70 quando le tecniche di datazione U-Th hanno fornito risultati molto precisi ed accurati. Per il Mediterraneo, i dati relativi agli speleotemi sommersi prelevati lungo le coste italiane, croate e di Mallorca, che costituiscono il 95 % di quanto attualmente pubblicato, sono riportati nel lavoro di Antonioli et al. (2020). Altri siti particolarmente ricchi di dati si trovano nei Caraibi (Bermuda, Bahamas, Yucatan, Cuba). Gli speleotemi sommersi, soprattutto in presenza di fori prodotti da bivalvi del genere *Lithophaga* o di depositi (*overgrowth*) di Serpulidi, permettono di ricostruire il livello marino con un errore di quota inferiore a 40 cm e possono essere datati con una precisione dell'ordine di 1-2% (circa 80-100 anni ogni 10.000). Per esempio il minimo stazionamento del livello marino durante il MIS 7.2 nella grotta dell'Argentarola è stato datato a  $203 \pm 2$  ka, compreso tra -21 e -18.5 m. Tale precisione non si trova con altri *marker* geologici (ad es. coralli). Enormi complessi carsici mediterranei o caraibici mostrano la presenza di speleotemi ad oltre 130 metri di profondità. La loro ottima affidabilità dovrebbe essere presa seriamente in considerazione nel prossimo futuro.

Evidenze di questo tipo sono fondamentali per calibrare la massa totale dei ghiacci continentali (ossia il valore eustatico) durante gli stadiali. Tuttavia, trattandosi di evidenze locali di variazione di livello marino relativo, queste vanno corrette per la glacio-idro-isostasia (GIA). Il Mediterraneo, infatti, si trova ad una distanza intermedia rispetto alle calotte nord europee. Queste, durante i massimi glaciali e gli stadiali, generano forti gradienti regionali di variazione del livello marino relativo. I modelli numerici per la GIA necessitano della forzante glaciale e della risposta reologica della terra solida. Quindi, l'abbinamento di modelli di ghiaccio a modelli reologici, consente di generare diversi scenari RSL. Gli speleotemi, dunque, consentono di selezionare gli scenari più plausibili, riducendo l'incertezza sulla massa totale dei ghiacci.

### References:

Antonioli F., Furlani S. Montagna P. & Stocchi P. (2021) - The use of submerged speleothems for sea level research in the Mediterranean sea: a new perspective using Glacial Isostatic Adjustment (GIA). *Geosciences*2021010052 (doi: 10.20944/preprints202101.0052.v1).

## Indicatori di minimo eustatico lungo i margini continentali italiani. Stato dell'arte

Chiocci F.L.<sup>1,2</sup>, Casalbore D.<sup>1,2</sup>, Falese F.<sup>2</sup>, Maisto F., Martorelli E.<sup>2</sup>, Ridente D.<sup>2</sup> & Romagnoli C.<sup>3</sup>

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

<sup>2</sup>Istituto di Geologia Ambientale e Geoingegneria, CNR Roma

<sup>3</sup>Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche e Ambientali, Università di Bologna Alma Mater Studiorum

*Corresponding author email:* [francesco.chiocci@uniroma1.it](mailto:francesco.chiocci@uniroma1.it)

*Keywords:* Terrazzi deposizionali sommersi, variazioni eustatiche, sismostratigrafia, multibeam, neotettonica

Le prospezioni sismiche ad alta risoluzione ed i rilievi con ecoscandaglio multifascio permettono di identificare corpi deposizionali con struttura interna progradante formati al di sotto del livello di base del moto ondoso durante le fasi di basso stazionamento del livello marino. Tali corpi sono stati oggetto di un censimento che ha coinvolto buona parte della comunità dei geologi marini (Chiocci et al., 2004) che ha dimostrato come essi, definiti “terrazzi deposizionali sommersi”, siano presenti in molti margini continentali della penisola e delle isole maggiori. Nel dettaglio, nel caso di margini molto acclivi (fianchi di isole vulcaniche, margini continentali controllati tettonicamente) i TDS si trovano sovrapposti tra loro dove i margini sono stabili, e distribuiti a diverse profondità nel caso di margini subsidenti. Nel caso delle piattaforme continentali ben alimentate tali corpi compaiono a volte in corrispondenza di paleocigli di piattaforma, esattamente in corrispondenza del passaggio tra erosional unconformity e correlative conformity dei limiti delle sequenze deposizionali quaternarie di quarto ordine.

L'utilizzo di questi corpi come indicatori di basso livello eustatico per evidenziare movimenti verticali recenti è stato applicato in diversi contesti lungo le coste italiane (Chiocci & Orlando 1996, Fraccascia et al, 2013, Sulli et al., 2013, Pepe et al, 2014, Casalbore et al, 2018) ma diversi problemi e fonti di errore ancora permangono (Casalbore et al., 2017). La loro risoluzione probabilmente necessita di un nuovo sforzo comparativo della comunità dei geologi marini, che possa a venti anni di distanza dal primo censimento trarre vantaggio delle prospezioni ecometriche multifascio (che permettono di meglio comprendere quali fattori influenzano la variabilità dei parametri morfometrici dei corpi affioranti sui fondali) e della modellazione della mobilità verticale dei margini (che tenga conto dei fattori glacio-eustatici e glacio-idrostatici).

Una volta che il modello di formazione ed il significato dei parametri morfometrici sarà affinato, esso potrà essere applicato allo studio della variabilità nel tempo (attraverso i diversi cicli quaternari) e nello spazio della mobilità verticale dei margini, consentendo anche di validare la ricostruzione delle variazioni del livello del mare con un confronto tra i modelli e gli indicatori geologici di paleolivello marino, come effettuato classicamente per gli indicatori di massimo eustatico nei margini sottoposti a sollevamento tettonico.

### References:

- Casalbore D., Falese F., Martorelli E., Romagnoli C. & Chiocci F.L. (2017) – Depositional terraces in the Tyrrhenian Sea as a proxy for paleo-sea level reconstruction: problems and perspective. *Quat. Int.*, 439, 169-180.
- Casalbore D., Romagnoli C., Adami C., Bosman A., Falese F., Ricchi A. & Chiocci F. L. (2018) - Submarine depositional terraces at Salina island (Southern Tyrrhenian Sea) and implications on the late-quaternary evolution of the insular shelf. *Geosciences*, 8(1), 20.
- Chiocci F.L. & Orlando L. (1996) - Lowstand terraces on Tyrrhenian Sea steep continental slopes. *Mar. Geol.*, 134, 127-143.
- Chiocci FL, D'Angelo S, Romagnoli C eds. (2004) - Atlante dei terrazzi deposizionali sommersi lungo le coste italiane. *Memorie Descrittive della Carta Geologica d'Italia*, 58, 187-194.
- Fraccascia S., Chiocci F.L., Scrocca D. & Falese F. (2013) - Very high-resolution seismic stratigraphy of Pleistocene eustatic minima markers as a tool to reconstruct the tectonic evolution of the northern Latium shelf (Tyrrhenian Sea, Italy). *Geology*, 41 (3), 375-378.
- Pepe F., Bertotti G., Ferranti L., Sacchi M., Collura A.M., Passaro S., Sulli A. (2014) - Pattern and rate of post-20 ka vertical tectonic motion around the Capo Vaticano Promontory (W Calabria, Italy) based on offshore geomorphological indicators. *Quat. Int.*, 33, 85-98.
- Sulli A., Presti V. L., Morticelli M. G. & Antonioli F. (2013) - Vertical movements in NE Sicily and its offshore: Outcome of tectonic uplift during the last 125 ky. *Quaternary International*, 288, 168-182.

## Sviluppo e validazione di un metodo analitico per quantificare i movimenti tettonici verticali attraverso l'uso di cunei progradanti di stazionamento basso

Pepe F.<sup>1</sup>, Corradino M.<sup>1</sup>, Besio G.<sup>2</sup>, Buttò S.<sup>1</sup>, Casalbone D.<sup>3</sup>, De Leo F.<sup>4</sup>, Faraci C.<sup>5</sup>, Ferranti L.<sup>6</sup> & Sacchi M.<sup>7</sup>

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

<sup>2</sup> Dipartimento di Ingegneria Civile, Chimica ed Ambientale, Università degli studi di Genova, Genova, Italy

<sup>3</sup> Dipartimento Scienze della Terra, Università Sapienza di Roma, Roma, Italy

<sup>4</sup> Department of Civil and Environmental Engineering, California Polytechnic State University, San Luis Obispo, CA

<sup>5</sup> Dipartimento di Ingegneria, Università degli Studi di Messina, Messina, Italy

<sup>6</sup> Dipartimento di Scienze della Terra, dell'Ambiente e delle Risorse, Università di Napoli "Federico II", Napoli, Italy

<sup>7</sup> Istituto di Scienze Marine (ISMAR- CNR), Sezione di Napoli, Napoli, Italy

Corresponding author email: [fabrizio.pepe@unipa.it](mailto:fabrizio.pepe@unipa.it)

*Keywords:* Cunei progradanti di stazionamento basso, movimenti verticali, onde marine.

I cunei progradanti, che si sono formati durante l'ultima fase di caduta e stazionamento basso del livello del mare (LSTs), sono indicatori paleo-batimetrici utilizzati per calcolare i tassi dei movimenti verticali di aree offshore negli ultimi 20.000 anni. Studi precedenti hanno usato metodi empirici differenti per stimare la paleo-profondità di formazione dei LSTs. Ne consegue che i tassi dei movimenti verticali non sono confrontabili tra loro.

Questo lavoro presenta i risultati di una ricerca multidisciplinare finalizzata allo sviluppo e alla validazione di un metodo analitico per quantificare i movimenti tettonici verticali di aree offshore. Gli obiettivi sono 1) la stima della profondità di formazione dei LSTs e 2) l'identificazione del punto morfologico dei LSTs da utilizzare come indicatore di paleo-batimetria. Per raggiungere gli obiettivi, è stato analizzato un grid di 65 profili sismici a riflessione ad alta risoluzione, acquisiti lungo il settore offshore tirrenico della Calabria. Inoltre, sono stati utilizzati i parametri delle onde marine, calcolati nel settore offshore di Capo Vaticano (Calabria centro-occidentale), ed i vincoli derivanti dalla profondità di chiusura (DoC). Quest'ultima è una soglia al di sotto della quale termina l'interazione tra le onde e i sedimenti del LST, ed è funzione del clima ondoso dell'area. Pertanto, sono stati stimati i valori dell'altezza d'onda significativa ( $H_s$ ), del periodo ( $T_s$ ), e le relative deviazioni standard, per l'intervallo di tempo 1979-2018 nel settore offshore di Capo Vaticano, usando specifici dati di re-analisi ("hindcast"). Per calcolare la DoC è stato adottato il modello proposto da Hallermeier (1981), secondo cui la DoC rappresenta il settore di raccordo tra la zona di transizione e l'offshore.

I risultati ottenuti indicano che nell'area di Capo Vaticano il valore medio della DoC è di 8,2 ( $\pm 1,5$ ) m. I movimenti verticali dell'area di Capo Vaticano negli ultimi 20.000 anni sono stati calcolati utilizzando il valore della DoC e la curva di variazione del livello del mare proposta da Lambeck et al. (2011). I valori ottenuti suggeriscono il verificarsi di movimenti differenziali tra diversi settori dell'area in studio. La comparazione tra i valori dei movimenti verticali ottenuti con il metodo proposto in questo lavoro e quelli presenti in letteratura evidenzia delle differenze legate ad una diversa stima della profondità di formazione del LST.

Il metodo sviluppato in questo lavoro fornisce nuovi vincoli per stimare la profondità di formazione dei LSTs, necessaria per quantificare i movimenti verticali di aree offshore negli ultimi 20.000 anni.

### References:

Hallermeier R. (1981) – A profile zonation for seasonal sand beaches from wave climate. *Coastal Eng.*, 4, 253-277.

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 projections for the future. *Quat. Int.*, 232, 250–257.

## **MW 3.**

### **Bioindicatori in ambienti marini estremi**

*Moderatori:* Di Bella L., Romano E., Bergamin L., Mazzini I.

I sistemi marini, a causa della sovrapposizione di diversi fattori antropogenici alla variabilità naturale, hanno subito importanti cambiamenti nel secolo scorso. Il riscaldamento globale, l'innalzamento del livello del mare e l'acidificazione degli oceani sono tra le principali questioni da studiare e monitorare, a causa delle loro forti conseguenze sociali su scala globale. Lo sviluppo di metodi innovativi per evidenziare la variabilità temporale di questi fenomeni e i loro effetti sugli ecosistemi marini è di grande importanza. Gli ambienti estremi del sistema marino sono caratterizzati da condizioni ostili che richiedono strategie di adattamento specifiche agli organismi che li popolano.

Diversi habitat possono essere considerati tali: dalla zona di transizione al mare profondo, compresa la fascia intertidale, paludi e/o lagune, hydrothermal vents, blue holes, ma anche aree estremamente oligotrofiche, anossiche o altamente contaminate. Questi ambienti, rappresentano laboratori ideali dove studiare le associazioni bentoniche e le loro risposte alle condizioni ambientali di questi habitat, riconoscendole affidabili come indicatori ambientali. Qualsiasi ricerca che evidenzi questi aspetti è benvenuta.

Questioni aperte: Quali sono i record di applicabilità di specifici indicatori ambientali? Quale è il potenziale utilizzo nello studio dei cambiamenti globali?

## Effetti dell'inquinamento da plastiche sui foraminiferi bentonici

Birarda G.<sup>1</sup>, Buosi C.<sup>2</sup>, Caridi F.<sup>3</sup>, Casu M.A.<sup>4</sup>, De Giudici G.<sup>2</sup>, Di Bella L.<sup>5</sup>, Medas D.<sup>2</sup>, Meneghini C.<sup>6</sup>, Pierdomenico M.<sup>7</sup>, Sabbatini A.<sup>3</sup>, Surowka A.<sup>1,8</sup> & Vaccari L.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Elettra-Sincrotrone Trieste S.C.p.A., SS 14, km 163.5, 34149 Basovizza (TS), Italy

<sup>2</sup>Dipartimento di Scienze Chimiche e Geologiche, Università degli Studi di Cagliari, 09042 Monserrato (CA), Italy

<sup>3</sup>Dipartimento di Scienze della Vita e dell'Ambiente, Università Politecnica delle Marche, 60131 Ancona, Italy

<sup>4</sup>Istituto di Farmacologia Traslazionale (IFT-CNR), UOS di Cagliari, 09010 Pula (CA), Italy

<sup>5</sup>Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi di Roma "La Sapienza", 00185 Roma, Italy

<sup>6</sup>Dipartimento di Scienze, Università Roma Tre, 00146 Roma, Italy

<sup>7</sup>Istituto per lo studio degli impatti Antropici e Sostenibilità in ambiente marino (IAS-CNR), 00146 Roma, Italy

<sup>8</sup>AGH Univ. of Science and Technology, Faculty of Physics and Applied Computer Science, 30-059 Kraków, Poland

Corresponding author email: [cbuosi@unica.it](mailto:cbuosi@unica.it)

Keywords: plastica, inquinamento marino, foraminiferi, FTIR

Le plastiche sono divenuti contaminanti ubiquitari negli ecosistemi marini, d'acqua dolce e terrestri che producono rilevanti impatti sulle specie che in essi vivono. Dal 1950 ad oggi sono stati accumulati nell'ambiente circa 5 miliardi di tonnellate di plastica (Geyer et al., 2017). I meccanismi di interazione tra microplastiche e biosfera nonché gli effetti biochimici delle molecole sintetiche, specialmente sugli organismi eucariotici unicellulari marini, sono scarsamente studiati. In particolare, i foraminiferi bentonici costituiscono una componente fondamentale delle comunità marine e svolgono un ruolo chiave nel funzionamento dell'ecosistema e nei cicli biogeochimici. La loro sensibilità e la rapida risposta allo stress ambientale li rendono efficienti indicatori dei cambiamenti climatici e ambientali attuali e del passato (Schönfeld et al., 2012). Per comprendere meglio l'effetto delle plastiche negli oceani e negli organismi marini, abbiamo valutato l'incorporazione di (bio)polimeri e microplastiche in foraminiferi bentonici utilizzando tecniche di spettromicroscopia ad infrarossi in trasformata di Fourier ( $\mu$ FTIR).

In questo studio, abbiamo raccolto ed analizzato spettri ed immagini  $\mu$ FTIR da una selezione di specie di foraminiferi bentonici: *Rosalina globularis* cresciuta in colture inquinate con la plastica e *Cibicides lobatulus*, *Rosalina bradyi* e *Textularia bocki* raccolti su un frammento di plastica trovato sepolto in un sedimento del fondale del Mar Mediterraneo. In particolare, i foraminiferi provenienti dalle colture sono stati intossicati con molecole di di-2-etilossilftalato (DEHP) allo scopo di valutarne l'incorporazione nel citoplasma.

Questo studio ha permesso di documentare: (1) la presenza di microplastiche nel citoplasma e nel guscio agglutinante di *T. bocki*; (2) segnali di stress ossidativo e di aggregazione proteica nella componente cellulare di *C. lobatulus*, *R. bradyi* e *T. bocki*, ancorati alla busta di plastica; (3) l'incorporazione del DEHP nel citoplasma di *R. globularis*.

Questo studio ha confermato il ruolo chiave svolto dai foraminiferi bentonici come proxy per la valutazione degli effetti dell'inquinamento da microplastiche sia a livello cellulare che di biomineralizzazione confermando l'ingresso delle microplastiche e DEHP nei cicli biogeochimici.

Questa indagine ha inoltre dimostrato che la microscopia FTIR è uno strumento efficace per studiare, senza l'utilizzo di marcatori specifici, l'interazione su scala molecolare tra plastica, citoplasma e guscio dei foraminiferi.

### References:

- Geyer R., Jambeck J.R. & Law K.L. (2017) - Production, use, and fate of all plastics ever made. *Sci. Adv.*, 3, e1700782.  
 Schönfeld J., Alve E., Geslin E., Jorissen F., Korsun S., Spezzaferri S. & Members of the FOBIMO group (2012) - The FOBIMO (FORaminiferalBio-MONitoring) initiative – towards a standardized protocol for soft-bottom benthic foraminiferal monitoring studies. *Mar. Micropaleontol.*, 94–95, 1–13.

## Impatto antropico: i foraminiferi come bioindicatori della tossicità dei mozziconi di sigaretta

Caridi F.<sup>1</sup>, Sabbatini A.<sup>1</sup>, Birarda G.<sup>2</sup>, Costanzi E.<sup>1</sup>, De Giudici G.<sup>3</sup>, Galeazzi R.<sup>1</sup>, Medas D.<sup>4</sup>, Mobbili G.<sup>1</sup>, Ricciutelli M.<sup>5</sup>, Ruello M.L.<sup>1</sup>, Vaccari L.<sup>2</sup> & Negri A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Scienze della Vita e dell'Ambiente, Univ. Politecnica delle Marche, 60131 Ancona, Italy

<sup>2</sup>Elettra - Sincrotrone Trieste S.C.p.A.S.S. 14 km 163,5 in Area Science Park, 34149 Basovizza, Trieste, Italy

<sup>3</sup>Dipartimento di Scienze Chimiche e Geologiche, Università di Cagliari, 09042 Monserrato (CA), Italy

<sup>4</sup>Dipartimento di Scienze Chimiche e Geologiche, Università degli Studi di Cagliari, 09042 Monserrato (CA), Italy

<sup>5</sup>Dipartimento di Scienze Chimiche, Università di Camerino, 62032 Camerino (MC), Italy

Corresponding author email: [f.caridi@pm.univpm.it](mailto:f.caridi@pm.univpm.it)

**Keywords:** Foraminiferi, bioindicatori, mozziconi di sigaretta, inquinamento antropico.

Da secoli l'attività dell'uomo causa radicali processi di trasformazione sull'ambiente, condizione recentemente accelerata con l'aumento della popolazione mondiale. Stoppani (1873) scrisse: "siamo diventati un agente geologico, una forza tellurica capace di modificare l'evoluzione del pianeta".

Risentono di queste attività anche i sistemi marini, fortemente minacciati, tra l'altro, dalla continua immissione diretta o indiretta di sostanze capaci di produrre effetti negativi sulle risorse biologiche e sulla qualità delle acque.

Per questo motivo, nel presente lavoro ci concentriamo su quello che viene definito il più grande agente inquinante di tutti i mari e oceani, cioè i mozziconi di sigaretta. Circa 5,6 trilioni di sigarette vengono fumate ogni anno in tutto il mondo (Parker e Rayburn, 2017) e l'impatto sulla salute umana, legato alla loro persistenza nell'ambiente e alla presenza di composti chimici contaminanti è stato ampiamente descritto in letteratura (e.g. Ji et al. 2017). Rimane ancora poco esplorato il loro effetto sugli organismi marini, in particolare quelli biocalcificanti, i quali potrebbero essere utilizzati in un programma di biomonitoraggio dello stato di salute degli ambienti marini costieri.

Abbiamo quindi indagato il potenziale tossico del percolato a diverse concentrazioni di mozziconi, su tre specie di foraminiferi, con l'obiettivo di: 1. Valutare la risposta di questi organismi eucariotici microbici, anello importante della catena trofica marina; 2. Dimostrare che i foraminiferi sono ottimi bioindicatori per tracciare, nella cellula e nel guscio, le sostanze legate all'impatto antropico; 3. Dimostrare l'effettivo problema rappresentato da questi inquinanti nell'ambiente marino.

I risultati evidenziano come il percolato influisca sulla vitalità e sulla struttura del guscio delle tre specie. In particolare, a partire da 8 mozziconi di sigaretta/L, si osserva la decalcificazione dei gusci per tutte le specie considerate e la morte dei foraminiferi calcarei *Rosalina globularis* e *Quinqueloculina* spp. Inoltre, per *R. globularis* alla massima concentrazione (16 mozziconi di sigaretta/L), si osserva la morte di tutti gli individui mentre *Textularia agglutinans* appare più resistente. Abbiamo ipotizzato che i due effetti non siano correlati ma possano dipendere entrambi dalla riduzione del pH misurata nel percolato e dalla tossicità di altre sostanze disciolte, che causano l'alterazione fisiologica e in molti casi la morte.

Quindi, i mozziconi di sigaretta possono causare la dissoluzione dei gusci carbonatici dei foraminiferi, effetto che si sommerebbe a quello dell'acidificazione dell'acqua marina, con gravi conseguenze sul ciclo del carbonio e sui cambiamenti climatici (aumento della CO<sub>2</sub>), essendo i foraminiferi un serbatoio di carbonio biologico.

Ulteriori studi saranno necessari per approfondire l'argomento; ma i risultati preliminari evidenziano l'importanza del nostro approccio sperimentale per la comprensione della problematica.

### References:

- Ji M., Zhang Y., Li N., Wang C., Xia R., Zhang Z. & Wang S. L. (2017) - Nicotine component of cigarette smoke extract (CSE) decreases the cytotoxicity of CSE in BEAS-2B cells stably expressing human cytochrome P450 2A13. *Int. J. Environ. Res. and Public Health*, 14(10), 1221.
- Parker T.T. & Rayburn J. (2017) - A comparison of electronic and traditional cigarette butt leachate on the development of *Xenopus laevis* embryos. *Toxicol. Rep.*, 4, 77-82.

## La risposta delle associazioni a foraminiferi all'acidificazione delle acque: il caso dell'isola di Panarea (Arcipelago delle Isole Eolie, Mar Tirreno)

Di Bella L.<sup>1</sup>, Auriemma R.<sup>3</sup>, Bigi S.<sup>1</sup>, Conte A.M.<sup>2</sup>, Conti A.<sup>1</sup>, De Vittor C.<sup>3</sup>, Esposito V.<sup>3</sup>, Gambi M.C.<sup>4</sup>, Ingrassia M.<sup>2</sup>, Italiano F.<sup>5</sup> & Longo M.<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Scienze della Terra, Sapienza Università di Roma, Roma, Italy

<sup>2</sup>Istituto di Geologia Ambientale e Geoingegneria (IGAG-CNR), Sede di Roma c/o Dip. Scienze della Terra, Sapienza Università, Roma, Italy

<sup>3</sup>Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale, Sezione di Oceanografia OGS, Trieste, Italy

<sup>4</sup>Stazione Zoologica Anton Dohrn, Napoli, Dept. Integrative Marine Ecology  
Villa Dohrn- Benthic Ecology Center, Ischia

<sup>5</sup>Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Palermo, Italy

Corresponding author email: [letizia.dibella@uniroma1.it](mailto:letizia.dibella@uniroma1.it)

Keywords: foraminiferi bentonici, idrotermalismo, posidonieto, Panarea.

Acidificazione e riscaldamento globale degli oceani rappresentano i drivers dei maggiori cambiamenti negli ecosistemi marini (Sabine et al. 2004), a danno soprattutto degli organismi calcificatori (Fabry et al. 2008). Le Isole Eolie rappresentano un laboratorio naturale idoneo per elaborare modelli e scenari per lo studio della *Carbon Capture and Storage*, degli effetti dell'acidificazione sull'ecosistema bentonico e della composizione chimica dei fluidi idrotermali. Nel 2019, nel corso della *Scientific Diving Summer School* presso l'*ECCSEL NatLab-Italy* di Panarea è stata svolta una campionatura mirata ad implementare i dati raccolti nel 2018 sulle associazioni foraminiferi bentonici (Louvari et al. 2019), ripetendo la campionatura nei siti campionati nel 2018 con l'aggiunta di 3 nuove stazioni. I vecchi dati avevano evidenziato un effetto buffering da parte del posidonieto, offrendo alle forme generalmente viventi sui fondali un microhabitat rifugio. La campagna del 2019 si è focalizzata sulle relazioni simbiotiche tra le associazioni epifite e la *Posidonia oceanica* in differenti contesti di pH e temperatura. Sono stati raccolti più di 45 fasci (240 foglie) e 27 rizomidi *Posidonia*. Il sedimento, prelevato con siringhe (3 repliche per sito), si presenta grossolano e caratterizzato da una prevalenza di plagioclasio ed anfibolo, fasi legate al vulcanismo eoliano a carattere dacitico. Le associazioni nel sedimento non presentano particolari cambiamenti rispetto al 2018. Le analisi effettuate sulle foglie di *Posidonia* evidenziano come la maggior parte delle forme epifite preferiscono la parte matura delle foglie. Le forme più frequenti ed abbondanti sono *Neoconorbina posidonicola*, *Planorbulina mediterraneensis* e *Rosalina bradyi*. Nei siti con bassi valori di pH, l'associazione è costituita esclusivamente da forme agglutinanti con dominanza di *Daitrona* sp. Nei rizomi l'associazione è più diversificata e caratterizzata da miliolidi e nei siti con basso valore di pH si registra una riduzione della diversità specifica ed un'associazione prevalentemente agglutinante (*Ammoglobigerina globigeriniformis*, *Eggerelloides scabrus* e *Daitrona* sp.) Tra le specie ialine *Rosalina bradyi* è la più frequente e facilmente adattabile a condizioni di stress. Nel sito "hot" l'associazione dei rizomi è caratterizzata da frequenze significative di *Spirillina vivipara*, rara o totalmente assente negli altri siti. Osservazioni al SEM rivelano anomalie sui gusci, provenienti dai siti con intensa attività idrotermale, relative ad avvolgimento e spessore del guscio, morfologia delle camere, densità e grandezza dei pori.

Questo studio conferma come gli effetti dell'idrotermalismo si traducano in associazioni a foraminiferi bentonici caratterizzate da riduzione della biodiversità, densità faunistica, cambiamenti nella composizione dell'associazione a vantaggio delle forme agglutinanti, ed alterazione dei meccanismi di biomineralizzazione.

### References:

- Fabry V.J. (2008) - Marine calcifiers in a high-CO<sub>2</sub> ocean. *Science*, 320 (5879), 1020–1022.  
 Louvari M.A., Auriemma R., Bigi S., Caruso C., Conti A., De Vittor C., Esposito V., Frezza V., Gaglioti M., Gambi M.C., Italiano F., Longo M., Munari M., Ruggiero L. & Di Bella L. (2019) - Preliminary data on recent benthic foraminiferal assemblages from the shallow-water hydrothermal system of the Aeolian Arc (Tyrrhenian Sea). 3° CGMI Abstract book.  
 Sabine C.L., Feely R.A., Gruber N., Key R.M., Lee K., Bullister J.L., Wanninkhof R., Wong C., Wallace D.W. & Tilbrook, B. (2004) - The oceanic sink for anthropogenic CO<sub>2</sub>. *Science*, 305, 367-371.

## Variabilità ambientale in ambiente marino: indicazioni dai foraminiferi bentonici in grotte marine

Romano E.<sup>1</sup>, Bergamin L.<sup>1</sup>, Marassich A.<sup>2,3</sup> & Provenzani C.<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup>GUE, Global Underwater Explorers, High Springs, USA

<sup>3</sup>Phreatic ASD, Via Besenghi 33, 34100 Trieste, Italy

Corresponding author email: [elena.romano@isprambiente.it](mailto:elena.romano@isprambiente.it)

*Keywords:* foraminiferi bentonici, grotte marine, acidificazione, gusci calcarei e agglutinati

Negli ultimi decenni, i cambiamenti globali determinati dall'emissione antropica di CO<sub>2</sub>, come il riscaldamento e l'acidificazione delle acque marine, hanno causato la perdita di habitat marini e di biodiversità. La risposta dei foraminiferi bentonici ai cambiamenti globali è di grande importanza perché rappresentano un totale di 2140 specie, con quelle calcaree che costituiscono la grande maggioranza (1538) e svolgono un ruolo importante nel ciclo del carbonio e nel sequestro di CO<sub>2</sub> (38 % di carbonio inorganico nei sedimenti).

Poiché la distribuzione dei foraminiferi è limitata da fattori ambientali prossimi alle loro soglie critiche, gli ambienti estremi costituiscono dei laboratori naturali straordinari dove studiare gli effetti di questa variabilità. Tra questi, le grotte marine sono caratterizzate da un'ampia variabilità spaziale e temporale di alcuni parametri (es. salinità, temperatura, pH e ossigeno disciolto) a causa del diverso contributo delle acque marine e continentali.

I foraminiferi bentonici sono stati studiati sin dal 2014 nelle grotte marine del Golfo di Orosei (Sardegna, Italia), al fine di valutarne l'affidabilità come indicatori ambientali di questi habitat poco conosciuti. I risultati hanno dimostrato come questi organismi rispondano a un crescente gradiente di stress ambientale dall'esterno verso l'interno delle grotte con una differenziazione crescente dalla tipica associazione di acque marine poco profonde di questa regione, costituita quasi esclusivamente da taxa calcarei, a un'associazione prevalentemente agglutinante. Questo studio ha considerato due campagne, effettuate nel Ramo Nord della grotta del Bue Marino nell'estate 2014 e 2016 sulle stesse stazioni, analizzando le variazioni dell'abbondanza dei taxa porcellanacei, ialini e agglutinanti, in relazione alla variabilità temporale e spaziale dei parametri di acqua e sedimenti. I risultati hanno indicato che si sono verificati cambiamenti importanti nella composizione dell'associazione, nonostante variazioni limitate dei singoli parametri.

L'analisi statistica ha evidenziato che le associazioni a guscio calcareo, con i taxa ialini come componente principale, si sviluppavano in acque più salate, più calde, meno ossigenate e più alcaline, mentre le associazioni a guscio agglutinante risultano associate ad acque meno salate e meno calde, ma anche più ossigenate e acide. Tutti i parametri dell'acqua sono risultati fortemente correlati tra loro, con il pH correlato positivamente alla temperatura e all'ossigeno disciolto e negativamente alla salinità; tuttavia, non è stata riconosciuta una forte correlazione per i 3 gruppi con i parametri dell'acqua ad eccezione dell'ossigeno disciolto. Questi risultati hanno indicato che il turnover faunistico da associazioni a guscio calcareo verso quelle a guscio agglutinante può verificarsi anche con una variabilità limitata di più di uno dei parametri dell'acqua correlati tra loro. Questo risultato è importante in quanto fornisce elementi utili per valutazioni degli effetti relativi ai cambiamenti climatici a scala più ampia.



## Diatoms assemblage in Edisto Inlet during the last 120 years

Torricella F.<sup>1</sup>, Gariboldi K.<sup>1</sup>, Langone L.<sup>2</sup>, Tesi T.<sup>2</sup>, Colizza E.<sup>3</sup>, Giordano P.<sup>2</sup> & Morigi C.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Dipartimento di scienze della Terra, Via Santa Maria 53, Pisa, Italy

<sup>2</sup> Istituto di Scienze Polari (ISP-CNR), Via Gobetti, Bologna, Italia

<sup>3</sup> Dipartimento di Matematica e Geoscienze, Università di Trieste, Via Weiss 2, Trieste, Italy.

Corresponding author email: [fiorenza.torricella@phd.unipi.it](mailto:fiorenza.torricella@phd.unipi.it)

Keywords: Marine sediments, diatoms ooze, micropaleontology.

The aim of the PNRA project HOLOFERNE was to study the Holocene sea ice variations at high-resolution. With this objective, some sediment cores and box cores were collected during the 2016/2017 Italian Antarctic Expedition in the Edisto Inlet (North-western Ross Sea, Antarctica).

Here, the Holocene sediments are mainly laminated diatomaceous ooze, characterised by a high sedimentation rate; the sedimentary succession is therefore very expanded and allows recognising even temporally short environmental variations (Finocchiaro et al., 2005; Tesi et al., 2020). The study of recent sedimentary record in the Edisto Inlet offered also the possibility of coupling the micropaleontological and sedimentological data of the recent record.

By means of <sup>210</sup>Pb dating the expanded record was dated back to the last ca. 120 years indicating an average sedimentation rate of ca. 0.5 cm y<sup>-1</sup>. X-ray images and macroscopic observations highlighted the presence of two dominant facies: laminated sediments identified by the alternation of dark- and light-brown diatomaceous oozes dominated the bottom of the box core (from 58,5 to 50 cm) and from 32 cm to 6 cm. Previous studies indicate that the dark laminae are more terrigenous while the light laminae are more biogenic (Finocchiaro et al., 2005; Tesi et al., 2020). The second facies, present between 50 and 32 cm and in from 6 cm to the top, is characterised by denser, non-laminated dark brown sandy-silt sediments.

Studies on diatoms show that the most important species in the laminated facies are *Fragilariopsis curta* and *Corethron pennatum*. The former, present along the entire studied sediments, indicates the constant presence of winter sea ice; the latter flourishes in stratified and ice-free surface water, indicating prolonged ice-free condition in the bay (e.g. Armand et al., 2005; Alley et al., 2018). The appearance of *Proboscia* spp. characterises the second facies, this diatoms species indicates the intrusion of oceanic water (e.g. Stickley et al., 2005; Campagne et al., 2016).

This preliminary study indicates that the facies 1, that characterised the time period 1901-1918 and 1954-2006, is deposited under seasonal sea ice with alternates periods during which the bay remains open for a prolonged time probably driven by global atmospheric anomalies (e.g. SAM, ENSO), whereas facies 2, that characterised the time interval 1918-1954 and 2006-2017 is probably related to oceanic water intrusion.

Preliminary results based on micropaleontological and lithological analyses indicate changes in the environmental setting of the Edisto Inlet during the last 120 year. The next step of this study will be the comparison of the data with geochemical and biomarker analyses.

### References:

- Alley K., Patacca K., Pike J., Dunbar R. & Leventer A. (2018) - Iceberg Alley. East Antarctic Margin: Continuously Laminated Diatomaceous Sediments From The Late Holocene. *Marine Micropaleontology*, 140, 56-68.
- Armand L. K., Crosta X., Romero O. & Pichon J. J. (2005) - The Biogeography of Major Diatom Taxa in Southern Ocean sediments: 1. Sea ice related species. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 223, 93-126.
- Campagne P., Crosta X., Schmidt S., Houssais M.N., Ther O. & Masse G. (2016) - Sedimentary response to sea ice and atmospheric variability over the instrumental period off Adélie Land, East Antarctica. *Biogeosciences*, 13, 4205-4218.
- Finocchiaro F., Langone L., Colizza E., Fontolan G., Giglio F. & Tuzzi E. (2005) - Record of the early Holocene warming in a laminated sediment core from Cape Hallett Bay (Northern Victoria Land, Antarctica). *Global and Planetary Change*, 45, 193-206.

## **MW 4.**

# **L'influenza della tettonica sull'architettura dei margini continentali**

*Moderatori: Agate M., Passaro S., Morelli D., Buseti M.*

La tettonica riveste un ruolo fondamentale nel controllare l'architettura deposizionale dei margini continentali attraverso: i) i processi di subsidenza che, insieme all'eustatismo, regolano la quantità ed i tassi di formazione dello spazio disponibile per l'accumulo sedimentario; ii) la deformazione sin-sedimentaria che può modificare l'assetto delle successioni in via di deposizione; iii) l'attività sismica che influenza l'intensità e la periodicità dei fenomeni di risedimentazione gravitativa; iv) l'elevazione e l'inclinazione delle scarpate sottomarine che, insieme a quantità e tipo di apporto sedimentario, influenza le caratteristiche idrauliche dei sistemi di canyon; v) la risalita di fluidi di varia natura veicolati attraverso i sistemi di faglie. In aree vulcaniche inoltre l'assetto morfo-stratigrafico del margine può essere ulteriormente modificato da collassi gravitativi anche imponenti e da inarcamenti del substrato. Al fine di individuare il contributo di specifici fattori sull'evoluzione morfo-sedimentaria di un margine continentale, l'applicazione di metodi analitici ispirati alla stratigrafia sequenziale consente di separare il contributo delle fluttuazioni eustatiche da quello dei processi tettonici: quest'ultimo può essere ben definito grazie alle indagini sismiche ad alta risoluzione, ai dati sismologici, alle misure geodetiche, ai rilievi interferometrici. In tal modo i margini attuali possono rappresentare degli utili riferimenti nelle ricostruzioni dei processi tettonici attivi durante l'evoluzione di antichi margini continentali. La sessione mira ad ospitare contributi provenienti dallo studio di margini continentali afferenti a differenti contesti strutturali al fine di poter confrontare l'influenza che specifici processi tettonici e vulcanici hanno sull'evoluzione morfo-deposizionale del sistema piattaforma-scarpata.

Questioni aperte: Quale ruolo ha avuto la tettonica sui processi morfo-deposizionali nei sistemi piattaforma-scarpata del Plio-Quaternario? Qual è stata l'interazione tra processi tettonici e vulcanici nell'evoluzione dei margini continentali attuali?

## Strutture vulcaniche sepolte nei Golfi di Napoli e Gaeta (Tirreno meridionale): dati sismo-stratigrafici sull'assetto vulcano-tettonico del margine continentale della Campania

Aiello G.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Istituto di Scienze Marine (ISMAR - CNR), Sezione Secondaria di Napoli, 80133, Napoli, Italy

Corresponding author email: [gemma.aiello@cnr.it](mailto:gemma.aiello@cnr.it); [gemmaiello@virgilio.it](mailto:gemmaiello@virgilio.it)

Keywords: strutture vulcaniche; margine campano-laziale; tettonica estensionale.

Durante il Plio-Quaternario il margine continentale dell'Italia centro-meridionale ha subito alcune fasi estensionali, che sono state controllate dalla presenza di faglie dirette, con andamento sia NW-SE che NE-SW. Questi ultimi lineamenti mostrano una componente trascorrente significativa e sono stati interpretati come *transverse systems* (Acocella et al., 1999). L'attività vulcanica è geneticamente collegata ai *transverse systems*, che hanno controllato la messa in posto degli edifici vulcanici principali, inclusi i Campi Flegrei ed Ischia. Durante il Quaternario superiore faglie regionali con andamento NE-SW hanno controllato l'assetto stratigrafico del Golfo di Napoli. In particolare, le faglie regionali Acerra-canyon Dohrn e Capri-Sorrento hanno ribassato il basamento acustico carbonatico meso-cenozoico, affiorante nell'alto strutturale Capri-Sorrento. Ad una scala regionale, l'assetto strutturale del margine campano-laziale è caratterizzato da alti strutturali interposti a bacini sedimentari. Viene qui presentata un'analisi integrata delle strutture vulcaniche localizzate nel sottosuolo dei Golfi di Napoli e Gaeta, localizzati sul margine tirrenico orientale, in Italia meridionale, in base all'interpretazione geologica di profili sismici multicanale e monocanale. In particolare, sono stati analizzati il vulcano *Pithecusca*, localizzato nell'offshore settentrionale della Campania (De Alteriis et al., 2006), le strutture vulcaniche sepolte localizzate nel Canale di Procida ed il Banco d'Ischia, un ampio edificio vulcanico relitto localizzato nell'offshore sud-orientale di Ischia. In base ai dati sismo-stratigrafici il vulcano *Pithecusca* è collegato alle faglie dirette della struttura del M.te Massico, con andamento NE-SW, che rappresentano lineamenti tettonici principali sia a terra che a mare, che ribassano il basamento acustico vulcanico. Un ampio edificio vulcanico sepolto, precedentemente non noto, è stato identificato nell'offshore della cittadina di Miliscola, mentre un edificio vulcanico sepolto di dimensioni minori è stato identificato nel Canale di Procida. Mentre il controllo tettonico su questi due edifici non è chiaro, è ipotizzabile che il Banco d'Ischia sia collegato con faglie dirette con andamento NE-SW paralleli alle faglie regionali Maronti-Carta Romana in base al quadro tettonico regionale di Ischia. I dati sismo-stratigrafici suggeriscono che alcune strutture vulcaniche sepolte dei Golfi di Napoli e Gaeta sono state controllate da faglie dirette con andamento NE-SW ricollegabili ai *transverse systems*.

### References:

- Acocella V., Salvini F., Funicello R. & Faccenna C. (1999) - The role of transfer structures on volcanic activity at Campi Flegrei (Southern Italy). *Journ. of Volcanol. and Geoth. Res.*, 91, 121-139.
- de Alteriis G., Fedi M., Passaro S. & Siniscalchi A. (2006) - Magneto-seismic interpretation of subsurface volcanism in the Gulf of Gaeta (Italy, Tyrrhenian sea). *Ann. of Geophysics*, 49 (4/5), 929-943.

## Volcanism and STEP fault mechanism in the Tyrrhenian back arc basin: the Palinuro volcanic chain

Cocchi L.<sup>1</sup>, Ventura G.<sup>1,2</sup>, Passaro S.<sup>2</sup> & Caratori Tontini F.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Roma, Italy

<sup>2</sup> Istituto di Scienze Marine (ISMAR- CNR), , Napoli, Italy

<sup>3</sup> GNS Science, Wellington, New Zealand

Corresponding author email: [luca.cocchi@ingv.it](mailto:luca.cocchi@ingv.it)

*Keywords:* Subduction system, submarine volcanism, Palinuro Seamount, marine magnetic anomalies, inverse modelling

In the last 5 million years, the geodynamic evolution of Southern Tyrrhenian Sea was dominated by the eastward roll-back of west-dipping Apennines-Maghrebides subduction system which triggered thinning and stretching of European upper crust with in depth tectonic deformation and asynchronous basin formation (Malinverno and Ryan, 1986; Gvirtzman and Nur, 1999). Here, the back arc related volcanism manifests itself as arc –island volcanoes, swollen ridge seamounts and spreading-like volcanic structures. As in the case of Southern Sandwich, Tonga and Lesser Antille subduction system (Gover and Wortel, 2005), the Tyrrhenian Sea is characterized by a lateral Tear fault of the retreating subduction plate with formation of a well developed STEP-Like (Subduction-transform edge propagator) system. A shallow manifestation of volcanism related to a E-W STEP fault is represented by Palinuro volcanic chain, a 60 km long and 30 km wide seamount placed between Marsili basin at west and Calabrian arc at east and bordered to the south by Aeolian Arc. In this work, we present new integrated interpretation of geophysical and seafloor morphologic data of Palinuro area which reveals the presence of more than 10 unknown volcanic structures most of those showing float top and spreading like feature as confirming that the volcanism occurred in concomitance in a E-W sinistral deformation (Cocchi et al., 2017). Forward and inverse magnetic models and direct ROV investigations of newly discovered volcanic structures allowed us to provide an interpretation of E-W STEP volcanic structure highlighting also the high budget that tear fault counts in the global back arc related volcanism.

### *References:*

- Cocchi L., Passaro S., CaratoriTontini F. & Ventura G. (2017) - Volcanism in slab tear faults is larger than in island-arcs and back-arcs. *Nat Commun.* 8, 1451.
- Govers R. & Wortel M.J.R. (2005) - Lithosphere tearing at STEP faults: response to edges of subduction zones. *Earth Planet. Sci. Lett.* 236, 505–523.
- Gvirtzman Z. & Nur A.(1999) - Formation of Mount Etna as a consequence of slab rollback. *Nature* 401, 782–785.
- Malinverno A. & Ryan, W. B. F. (1986) - Extension of the Tyrrhenian Sea and shortening in the Apennines as a result of arc migration driven by sinking of the lithosphere. *Tectonics* 5, 227–245.

## **Evoluzione tettonica Cenozoica e analisi neotettonica su dati geofisici nel margine continentale tra Adria ed Europa, Golfo di Trieste (Mare Adriatico Nordorientale)**

Dal Cin M.<sup>1</sup>, Busetti M.<sup>1</sup>, Böhm G.<sup>1</sup>, Zgur F.<sup>1</sup>, Brancatelli G.<sup>1</sup>, Civile D.<sup>1</sup>, Picotti S.<sup>1</sup> & Zampa L. S.<sup>1,2</sup>

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

<sup>2</sup>Dipartimento di Matematica e Geoscienze- Università di Trieste, Trieste, Italy

*Corresponding author email:* mdalcin@inogs.it

*Keywords:* Golfo di Trieste; collisione Dinarica e Alpina; dati geofisici; neotettonica; geodatabase delle faglie.

Il Golfo di Trieste (GT, NE Adriatico) si trova in corrispondenza del margine collisionale continentale attivo tra Adria ed Europa. La collisione ha generato le catene meso-cenozoiche delle Dinaridi Esterne (SO-vergente) e delle Alpi Sudorientali (S-vergente), per le quali il GT costituisce rispettivamente l'avanfossa e parte del bacino di avampaese (Nicolich et al., 2004; Busetti et al., 2010a, 2010b, 2013). Un esteso dataset di dati geofisici ad alta risoluzione e ad alta penetrazione, acquisito dall'OGS nell'ultimo decennio, ha permesso di ricostruire l'evoluzione polifasica tettonica e sedimentaria del GT. Il regime estensionale mesozoico ha interessato la piattaforma della Dolomia Principale (Triassico superiore) generando faglie transtensive e normali (orientate NO-SE), favorendo l'aggradazione della Piattaforma Carbonatica Dinarico-Friulana (PCDF) mesozoica-paleogenica (Cati et al. 1987; Fantoni et al., 2002). Nel Cretacico superiore-Paleogene, le Dinaridi Esterne si sono sviluppate verso SO, inclinando la PCDF verso E, colmando l'avanfossa con i sedimenti torbiditici del flysch Eocenico e generando il rialzo periferico nel GT orientale. Nell'ultima fase orogena, l'avanfossa è stata sezionata da sovrascorrimenti. Il principale è il Sovrascorrimento del Carso, orientato NO-SE, che separa il golfo (letto) dall'altopiano del Carso (tetto) che si eleva ad alcune centinaia di metri di quota. Questo sovrascorrimento rappresenta la prosecuzione meridionale del sovrascorrimento di Panzano, sepolto sotto la Pianura Friulana (Busetti et al., 2010a,b). L'inversione tomografica dei tempi di percorso e l'*imaging* in profondità, su dati sismici multicanale nel GT orientale, hanno rivelato uno spessore massimo del flysch di 1300-1400 m e 1600 m di rigetto verticale minimo nei carbonati (Dal Cin, 2018). Nella fase Apina dell'Oligocene-Miocene, il golfo, essendo la parte distale dell'avampaese Alpino, ha subito una flessione tettonica verso N. L'abbassamento eustatico nel Messiniano ha provocato erosione in tutto il GT (Fantoni et al., 2002, Busetti et al., 2010a,b). Le deformazioni successive al Messiniano sono maggiormente rappresentate da faglie transpressive subverticali che dislocano la superficie erosiva e i sedimenti Quaternari continentali e marini che la ricoprono. Esse sono dovute al movimento verso NNO di Adria (Busetti et al., 2010a,b, 2013).

I principali elementi strutturali nel GT sono stati recentemente catalogati dall'OGS in un geodatabase georeferenziato sviluppato nel contesto del progetto "Faglie Attive", promosso dal Servizio Geologico della Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia e in collaborazione con le Università di Trieste e Udine. La superficie di erosione diacrona del Messiniano-Pleistocene medio rappresenta un riferimento regionale per datare l'attività tettonica. Analisi su diversi tipi di dati geologici e geofisici a terra e a mare hanno permesso di definire geometrie, dislocazioni e cronologia delle deformazioni neotettoniche.

### *References:*

- Busetti M., Volpi V., Barison E., Giustiniani M., Marchi M., Ramella R. & Zanolla, C. (2010a) - Cenozoic seismic stratigraphy and tectonic evolution of the Gulf of Trieste (Northern Adriatic). *GeoActa*, SP3, 1-14.
- Busetti M., Volpi V., Nicolich R., Barison E., Romeo R., Baradello L. & Ramella R. (2010b) - Dinaric tectonic features in the Gulf of Trieste (Northern Adriatic). In: D. Slejko (Ed.), *Novelties in Geophysics, Select paper from the 27th Annual Conference of the Italian Group for Solid Earth Geophysics*, Trieste. *Bollettino di Geofisica Teorica e Applicata*, 51(2-3), 117-128.
- Busetti M., Zgur F., Vrabec M., Facchin L., Pelos C., Romeo R. & Zerial A. (2013) - Neotectonic reactivation of Meso-Cenozoic structures in the Gulf of Trieste and its relationship with fluid seepings. *Proceedings of the 32nd Gruppo Nazionale di Geofisica della Terra Solida (GNGTS) Congress, Trieste 19-21 November 2013, 3-Applied Geophysics*, 29-34.
- Cati A., Sartorio D. & Venturini S. (1987) - Carbonate Platforms in the Subsurface of the Northern Adriatic Area. *Mem. Soc. Geol. It.*, 295-308.

- Dal Cin M. (2018) - 3D velocity depth model in the Gulf of Trieste by means of tomographic analysis from multichannel seismic reflection data. PhD thesis, course Earth Science and Fluid Mechanics. University of Trieste, OGS and ICTP, Trieste, March 2018, 212 pp. Supervisor: A. Camerlenghi; advisors: M. Buseti, G. Böhm, S. Picotti and F. Zgur. <http://hdl.handle.net/11368/2922569>
- Fantoni R., Catellani D., Merlini S., Rogledi S. & Venturini S. (2002) - La registrazione degli eventi deformativi cenozoici nell'avampese Veneto-Friulano. Mem. Soc. Geol. It., 57, 301-313.

## **Margini alpino e appenninico del Mar Ligure: eredità strutturali, architettura morfo-stratigrafica e neotettonica.**

Morelli D.<sup>1</sup>, Corradi N.<sup>1</sup>, Cianfarra P.<sup>1</sup>, Crispini L.<sup>1</sup> & Federico L.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Università di Genova, Dipartimento di Scienze della Terra dell'Ambiente e della Vita, Genova, Italy

*Corresponding author email:* [daniilo.morelli@unige.it](mailto:daniilo.morelli@unige.it)

**Keywords:** margine continentale, evoluzione polifasica, dinamica morfo-sedimentaria, Bacino Ligure-provenzale, Mar Ligure.

I dati raccolti in varie campagne offshore, e i risultati della cartografia integrata terra-mare condotta nell'ambito dei Progetti CARG delineano un quadro più dettagliato dell'assetto morfo-strutturale dei margini del Mar Ligure, affiancato da una migliore definizione del ruolo della tettonica attiva sulla dinamica morfo-sedimentaria. Sul piano cartografico si evidenziano avanzamenti sulle conoscenze sia sotto il profilo della struttura dei margini che sotto quello dei raccordi terra-mare.

La sovrapposizione delle ricostruzioni tettonico-stratigrafiche e morfo-batimetriche, realizzata nell'ambito di progetti europei (EMODNET) e alla redazione di una nuova carta strutturale marina italiana, ha evidenziato come la morfo-dinamica dei due margini sia condizionata da lineamenti tettonici ereditati ben distinti nei vari settori crostali (margine alpino e appenninico, blocco sardo-corso, crosta oceanica neoformata), caratterizzati da una evoluzione polifasica e soprattutto, in parte, ancora attivi.

L'identificazione e ricostruzione dettagliata di tali lineamenti appare compatibile con limiti e meccanismi di formazione della nuova crosta oceanica. Le strutture che hanno accompagnato tale processo si localizzano, a ponente lungo la base della scarpata di San Remo-Imperia (WSW-ENE) e nel settore di levante, proseguendo in direzione circa WSW-ENE, tagliano trasversalmente tutto il margine settentrionale del Blocco Corso e i lineamenti appenninici NNW-SSE. Il loro andamento discontinuo e per lunghi tratti arcuato è compatibile con la morfologia del settore alpino ligure, notoriamente connesso alle fasi compressive del Miocene Medio-Superiore.

La tettonica estensionale plio-pleistocenica che interessa tutto il margine ligure è interrotta da riattivazioni in compressione pleistoceniche. Queste al largo di Imperia producono una serie continua di segmenti di faglie inverse ad andamento WSW-ENE, arrivando ad interessare il limite con il settore di Levante (Valle di Genova). Larroque et al. (2009) correlano queste riattivazioni con l'evoluzione del gradiente topografico tra il massiccio dell'Argentera e il bacino ligure-provenzale oppure alla convergenza Africa-Europa. Recenti ricostruzioni (Fanucci & Morelli, 2013) mostrano come le deformazioni compressive pleistoceniche hanno interessato anche alcuni settori di levante.

A prescindere dal modello geodinamico da adottare resta confermata l'evoluzione polifasica del bacino in cui la tettonica estensionale appare in alcuni episodi interrotta da eventi di chiusura del bacino.

### *References:*

- Fanucci, F. & Morelli, D. (2013). Rapporti tra morfologia e tettonica sul margine continentale ligure. In Meeting Marino 2012 (pp. 53-57). ISPRA Atti 2012.
- Larroque, C., Delouis B., Godel B. & Nocquet, J.-M. (2009). Active deformation at the southwestern Alps-Ligurian basin junction (France-Italy boundary): Evidence for recent change from compression to extension in the Argentera massif. *Tectonophysics*, 467, 22-34.

## Evidenze di depositi conturritici nel margine continentale nord siciliano (Tirreno meridionale) basate su dati di geologia marina ad alta risoluzione

Spatola D.<sup>1,2</sup>, Sulli A.<sup>1,3</sup>, Zizzo E.<sup>1</sup>, Ercilla G.<sup>4</sup> & Gorini C.<sup>5</sup>

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

<sup>2</sup> Department of Geosciences, University of Malta, Msida, Malta.

<sup>3</sup> Consorzio Nazionale Interuniversitario per le Scienze del Mare (CoNISMa), Roma, Italy

<sup>4</sup> CSIC, Instituto Ciencias del Mar, Paseo Marítimo de la Barceloneta, Barcelona, Spain

<sup>5</sup> Sorbonne Université-ISTeP UMR 7193, F7500 Paris, France

Corresponding author email: [daniele.spatola@um.edu.mt](mailto:daniele.spatola@um.edu.mt)

**Keywords:** Depositi Conturritici, Sismica a riflessione, Margine Continentale Siciliano, Correnti di fondo, Tirreno Meridionale.

Vengono presentati i principali risultati di una analisi geomorfologica basata su un dataset costituito da profili sismici ad alta risoluzione, quali sub-bottom profiler (CHIRP) e Sparker, profili sismici multicanale e dati multibeam acquisiti lungo il margine continentale della Sicilia nord-occidentale in diverse spedizioni scientifiche tra il 1991 e il 2009. Questi dati sono stati acquisiti a bordo della nave oceanografica “Minerva 1” nell’ambito dei progetti di ricerca CARG e MAGIC.

Il margine continentale nord siciliano è un esempio di margine attivo che si trova nell’area di transizione tra la porzione siciliana della catena appenninico-maghrebide a sud e il bacino tirrenico a nord. Quest’area è il risultato di una complessa interazione di eventi compressivi, assottigliamento crostale e deformazione strike-slip.

Lo studio è focalizzato principalmente sul riconoscimento di depositi conturritici e sulla interazione tra processi sedimentari e oceanografici che ne hanno determinato la formazione. Sono stati identificati e mappati, per la prima volta in quest’area, tre depositi conturritici, variamente distribuiti a differenti intervalli di batimetria, sia nella scarpata superiore che in quella inferiore del margine continentale nord siciliano. Abbiamo confrontato questi depositi con i principali depositi conturritici riconosciuti nel Mediterraneo e sulla base delle caratteristiche morfologiche e sismiche sono stati classificati, in accordo con la classificazione proposta da Faugères et al. (1999), come (i) “elongated mounded drift” and (ii) “plastered drift”. Due elongated mounded drift, localizzati sulla scarpata continentale ad una profondità compresa tra 450 e 1400 m, sono formati da sedimenti emipelagici olocenici che poggiano su una superficie erosiva datata a 11,5 ka. Il deposito interpretato come plastered drift si è depositato al di sopra della superficie erosiva messiniana nella parte più distale della scarpata continentale.

L’interazione tra la circolazione termoalina del Mediterraneo su larga scala (LIW e MAW), le correnti superficiali “wind-driven”, che influenzano la piattaforma continentale, e le correnti stagionali dà vita a correnti di fondo lungo il margine continentale settentrionale siciliano. La distribuzione temporale e spaziale dei depositi conturritici mappati suggerisce che queste correnti di fondo giocano un ruolo importante nell’evoluzione morfologica del margine a partire dal Pleistocene sup. - Olocene, influenzando la distribuzione dei sedimenti, principalmente composti da sabbie e fanghi, e permettendo la formazione di depositi conturritici.

### References:

Faugères J.C., Stow D.A.V., Imbert P. & Viana A. (1999) - Seismic features diagnostic of contourite drifts. *Mar. Geol.*, 162, 1–38.



## Modello deposizionale del sistema piattaforma-scarpata nel settore occidentale del Malta Plateau durante il Pliocene superiore-Pleistocene

Todaro S.<sup>1</sup>, Sulli A.<sup>1</sup>, Spatola D.<sup>2</sup>, Micallef A.<sup>2</sup>, Di Stefano P.<sup>1</sup> & Basilone G.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Department of Earth and Marine Sciences, University of Palermo, Via Archirafi 20, 90123, Palermo

<sup>2</sup>Department of Geosciences, University of Malta, Msida MSD 2080, Malta

<sup>3</sup> Istituto per lo Studio degli Impatti Antropici e Sostenibilità in Ambiente Marino (IAS-CNR), C. di Mazara del Vallo, Italy

Corresponding author email: [simona.todaro@unipa.it](mailto:simona.todaro@unipa.it)

**Keywords:** Malta Plateau, piattaforma continentale, Pliocene-Quaternario, Sicilia

Il settore occidentale del Malta Plateau è stato indagato al fine di ricostruire i meccanismi deposizionali del sistema piattaforma-scarpata a partire dalla fine della crisi di salinità del Messiniano. L'interpretazione di un ampio grid di profili sismici ad alta risoluzione ha permesso di identificare e mappare la sequenza sedimentaria del Pliocene superiore-Quaternario, che poggia in discordanza sulle evaporiti messiniane. La configurazione interna dei riflettori descrive un sistema di clinoforni progradanti verso il bacino e classificati come "shelf-edge clinoforns" (*sensu* Patruno and Helland-hansen, 2018). Questo sistema di clinoforni si è sviluppato su una rampa con inclinazione massima di 2° e batimetrie non superiori ai 200 m. I caratteri fisiografici di questa rampa differiscono dalla classica definizione di piattaforma continentale, che si sviluppa normalmente in un margine continentale, in cui si raggiungono batimetrie superiori a 800 m.

La successione del Pliocene superiore-Pleistocene del settore occidentale del Malta Plateau non mostra deformazioni tettoniche, suggerendo meccanismi deposizionali controllati dalle variazioni del livello del mare e dalla subsidenza. In questo contesto morfodinamico sembra che l'avanzamento della catena siciliano-maghrebide non abbia influenzato la sedimentazione nel Malta Plateau, contrariamente a quanto avviene nell'adiacente Bacino di Gela. In quest'ultimo, infatti, la tettonica compressiva è rimasta attiva fino al Pleistocene inf., come testimoniato dalle geometrie dei limiti di sequenza della successione plio-pleistocenica.

Facendo riferimento alla classificazione dei bacini sedimentari, l'architettura del Malta Plateau è tipica della zona di back-bulge, un'area di sedimentazione che si crea a causa del flexural uplift della zona di avampaese (DeCelles and Giles, 1996). In dettaglio, l'uplift dell'avampaese, rappresentato dall'altopiano Ibleo, avrebbe creato un bacino poco profondo caratterizzato da un ambiente di piattaforma con batimetrie non superiori ai 200 m. In questo ambiente si sono sviluppate associazioni di facies, da neritiche a litorali, le cui sequenze sono controllate dalla subsidenza e dalle variazioni relative del livello del mare.

### References:

- DeCelles P.G. & Giles K.A. (1996) - Foreland basin systems. *Basin Res.* 8, 105–123. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2117.1996.01491.x>.
- Patruno S. & Helland-Hansen W. (2018) - Clinoforns and clinoforn systems: Review and dynamic classification scheme for shorelines, subaqueous deltas, shelf edges and continental margins. *Earth-Science Rev.* 185, 202–233. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2018.05.016>.

## **MW 5.**

# **Geoarcheologia marina e costiera**

*Moderatori:* Senatore M.R., Aucelli P.P.C., Orrù P.E., Melis R.T.

Negli ultimi anni l'attenzione del panorama scientifico internazionale si è focalizzata sullo studio multidisciplinare dei siti archeologici sommersi sia in ambiente costiero che marino, nonché sull'impatto delle attività umane sull'ambiente naturale, al fine di valutare quanto tali attività abbiano modificato il paesaggio trasformandolo in ambiente antropizzato, ovvero quale sia il risultato della combinazione di forzanti naturali e umane sull'evoluzione dei paesaggi costieri a scala sia Mediterranea che globale. Notevole rilevanza in tale panorama hanno inoltre avuto le tematiche riguardanti i cambiamenti climatici, anche a scala centennale, e il loro contributo sull'evoluzione paesaggi antropizzati del Pleistocene superiore - Olocene, situati oggi in aree marine e costiere. La sessione proposta ha l'obiettivo di promuovere una discussione scientifica riguardante sia l'efficacia delle nuove tecnologie per lo studio di siti archeologici indentificati in ambiente costiero e marino che la rilevanza di un approccio geologico e geomorfologico integrato per il loro studio e la loro valorizzazione. Sono ben venute ricerche riguardanti ricostruzioni paleo-paesaggistiche anche finalizzate alla valutazione di antichi livelli marini, mediante lo studio delle strutture archeologiche oggi sommerse quali testimonianze di antichi paesaggi antropici, al fine di valutare tra l'altro l'impatto sulle coste della futura risalita del livello marino a causa del riscaldamento globale in atto.

Questioni aperte: Quali contributi può dare la geologia e la geomorfologia per lo studio e valorizzazione dei siti archeologici costieri e sottomarini? Quali sono i nuovi approcci tecnologici utili a fini geoarcheologici?

## La peschiera romana di Lambousa (Cipro): un nuovo dato sulle variazioni relative di livello del Mediterraneo di 2000 anni fa

Antonoli F.<sup>1</sup>, Anzidei M.<sup>2</sup> & Furlani S.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Ricercatore associato INGV, Roma, Italy;

<sup>2</sup>Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Roma, Italy;

<sup>3</sup>Dipartimento di Matematica e Geoscienze Università di Trieste; Italy;

Corresponding author email: [fabrizioantonoli2@gmail.com](mailto:fabrizioantonoli2@gmail.com)

*Keywords:* peschiere romane, Cipro, erosione costiera, sollevamento relativo del livello del mare

La peschiera di Lambousa è stata segnalata da Galili et al., 2015, e studiata in situ nell'ambito del progetto europeo C3S European Tourism CLIMTOUR di ENEA. Si tratta di una peschiera interamente scavata nella roccia (una calcarenite depositata nel Pleistocene superiore a *Persistrombus Latus*) che presenta una conservazione eccellente visti i tempi di esposizione. L'età della Piscina non è ancora definita con precisione ma, sulla base delle caratteristiche architettoniche simili a quelle della costa tirrenica, si può ritenere che sia stata costruita tra il I e il II secolo d.C. (1900 -1800 anni fa). Le particolarità costruttive dell'impianto, che mostrano un livello di crepidine molto evidente ed un canale esterno per lo scambio dell'acqua marina con questa ben correlato, consentono di stabilire con una certa precisione il livello del mare al momento del suo funzionamento.

Per questa zona del Mediterraneo, Anzidei et al., 2014, stimano un livello del mare più basso di circa 75 cm a 2 ka BP. Questa osservazione è in accordo con la quota misurata della peschiera e con l'assenza di altri movimenti verticali visto che il vicino deposito costiero del Tirreniano si trova alla massima quota di 5 metri.

### References:

- Anzidei M., Lambeck K., Antonoli F., Furlani S., Mastronuzzi G., Serpelloni E. & Vannucci G. (2014) - Coastal Structure, Sea-Level Changes and Vertical Motion of the Land in the Mediterranean. *Geol. Soc., Lond., Spec. Publ.* 388, 453–479, <https://doi.org/10.1144/SP388.20>.
- Galili E., Sevketoglu M., Salamon A., Zviely D., Mienis H.K., Rosen B. & Moshkovitz S. (2015) - Late Quaternary beach deposits and archaeological relicts on the coasts of Cyprus, and the possible implications of sea-level changes and tectonics on the early populations. *Geol. Soc. Lond. Spec. Publ.* 411, 179–218.
- Lambeck K., Anzidei M., Antonoli F., Benini A. & Verrubbi V. (2018) - Tyrrhenian sea level at 2000 BP: evidence from Roman age fish tanks and their geological calibration. *Rend. Lincei-Sc. Fis. e Nat.*, 1-12 <https://doi.org/10.1007/s12210-018-0715-6>.

## **Evoluzione geomorfologica ed evidenze geoarcheologiche nell'area costiera di Selinunte (Sicilia SW)**

Bufalini M.<sup>1</sup>, Aringoli D.<sup>1</sup>, Materazzi M.<sup>1</sup>, Pallotta F.<sup>1</sup>, Pambianchi G.<sup>1</sup>, Pierantoni P. P.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Università di Camerino, Scuola di Scienze e Tecnologie-Sezione di Geologia, Via Gentile III da Varano, Camerino (MC) 62032, Italy.

*Corresponding author email:* [margherita.bufalini@unicam.it](mailto:margherita.bufalini@unicam.it)

*Keywords:* Selinunte, Geo-archaeology, Climate change, Societal changes, Empedocle's work

In questo lavoro vengono descritti i risultati di un'indagine di dettaglio condotta a Selinunte (Sicilia SW, Italia), importante sito archeologico greco e attualmente il più grande parco archeologico d'Europa. Attraverso rilievi geomorfologici e geo-archeologici, prospezioni geofisiche (tomografie elettriche), sondaggi stratigrafici, immagini aeree analizzate mediante UAV (Unmanned Aerial Vehicles) e rilievi paleoclimatici e paleoidrologici, è stata evidenziata una stretta correlazione tra gli eventi climatici e l'antropizzazione nei periodi precedenti e contemporanei allo sviluppo della città, avvenuto in gran parte tra il VI e il IV secolo a.C..

Lo studio ha in generale permesso di ricostruire l'evoluzione geomorfologica occorsa nell'area costiera a partire dall'"optimum climatico" quando furono definiti i principali elementi fisiografici del paesaggio recente. Più in particolare è stato possibile verificare come gli effetti conseguenti alla "trasgressione Flandriana" e le iniziali condizioni climatiche caldo-umide che persistettero fino a circa 3500-3000 yrs B.P. avevano consentito la formazione di due golfi naturali, ideali per la costruzione di porti commerciali e militari di conseguenza lo sviluppo di una fiorente città, adatta al commercio; a questo si univa la presenza di fiumi navigabili che consentivano lo scambio di merci tra le aree interne e la costa. I rilievi condotti hanno anche permesso di verificare come in età ellenistica fosse fondamentale la disponibilità di georisorse di base, come l'acqua, utilizzata sia per scopi civili che religiosi, nonché di materiali da costruzione.

La successiva fase di decadenza della città, culminata con i conflitti bellici, particolarmente frequenti a partire dal V sec. a.C, avvenne in concomitanza con una "crisi ambientale" e fu accompagnata da importanti trasformazioni antropiche del paesaggio citate in letteratura (Calò et al., 2012) e verificate sul terreno. I processi che possono essere sintetizzati:

- diminuzione delle risorse idriche, legata anche al sovrasfruttamento di pozzi e sorgenti, che rese necessari lavori di raccolta e drenaggio delle acque;

- incremento dei processi di erosione sui versanti, legati a cambiamenti climatici verso condizioni decisamente più aride e a pratiche di deforestazione per l'estrazione del legname e l'espansione di aree adatte all'agricoltura. La principale conseguenza fu la progressiva perdita delle condizioni di navigabilità dei fiumi e la formazione di zone paludose lungo le foci fluviali, che crearono anche le condizioni per la diffusione di malattie ed epidemie, portarono alla progressiva distruzione della città greca in un contesto socio-ambientale già molto degradato.

### *References:*

Calò, C., Henne, P.D., Curry, B., Magny, M., Vescovi, E., La Mantia, T., Pasta, S., Vanniere, B., Tinner, W. (2012) - Spatio-temporal patterns of Holocene environmental change in southern Sicily. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.*, 323-325, 110-122.

## L'evoluzione del paesaggio costiero in Epoca Romana nell'area vulcanica Campi Flegrei (Napoli): nuovi vincoli da rilievi geoarcheologici subacquei

Caporizzo C.<sup>1</sup>, Aucelli P.P.C.<sup>1</sup>, Mattei G.<sup>1</sup>, Pappone G.<sup>1</sup> & Stocchi P.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Università degli Studi di Napoli Parthenope, Dipartimento di Scienze e Tecnologie, Napoli, Italia

<sup>2</sup>Royal Netherlands Institute for Sea Research, Coastal System Department, Den Burg, Texel, Paesi Bassi

Corresponding author email: [caporizzo.claudia@gmail.com](mailto:caporizzo.claudia@gmail.com)

**Keywords:** Campi Flegrei, geoarcheologia marina, paesaggio costiero, indicatori del livello del mare, ricostruzioni paleoambientali.

L'area vulcanica dei Campi Flegrei è una delle zone più interessanti al mondo dal punto di vista geodinamico e delle continue modificazioni del paesaggio legate all'incessante attività vulcano-tettonica. Questo aspetto è particolarmente rilevante lungo le aree costiere, le quali conservano ancora i segni di occupazione antropica testimoniando il progressivo adattamento dell'uomo alle particolari condizioni ambientali.

A partire dal XIX secolo, numerosi autori hanno tentato di ricostruire i movimenti verticali del suolo che hanno caratterizzato quest'area dal Tardo Olocene (Cinque et al., 1985; 1991; Morhange et al., 2006; Bellucci et al., 2006; Aucelli et al., 2018b; 2019; 2020) ma i dati ottenuti sono risultati spesso contrastanti a causa della diversa natura degli indicatori utilizzati e della loro accuratezza.

L'analisi proposta in questa ricerca è finalizzata alla ricostruzione dell'evoluzione geomorfologica in Epoca Romana del settore costiero dei Campi Flegrei, attraverso la realizzazione di diversi rilievi subacquei diretti, talora supportati da rilievi geofisici o fotogrammetrici.

Lungo l'intero litorale flegreo sono stati individuati numerosi indicatori archeologici del livello del mare all'interno di siti sommersi di Età Romana, cronologicamente ben vincolati da fonti storiche tra l'inizio del I secolo a.C. e la fine del I secolo d.C.

Sulla base della loro precisione ed affidabilità, tali indicatori sono stati suddivisi in *sea-level index points* (SLIPs; es. peschiere ed opera di difesa costiera) ed in *terrestrial limiting points* (TLPs; es. resti di pavimentazioni). Successivamente, in base alla tipologia, per ogni indicatore è stato calcolato il valore del livello del mare relativo (RSL).

I RSL ottenuti sono stati confrontati con dei modelli GIA appositamente prodotti per l'area di studio al fine di isolare, attraverso un approccio statistico di tipo bayesiano, la componente di movimento verticale del suolo legata alla sola variabile vulcano-tettonica.

Sulla base dei dati ottenuti, le variazioni del RSL di Epoca Romana sono state ricostruite identificando i principali movimenti verticali della superficie terrestre avvenuti nell'area di studio a partire dal I secolo a.C.

Dall'inizio del I secolo a.C. il settore costiero dei Campi Flegrei è stato interessato da una prevalente subsidenza che ha causato un innalzamento del RSL di diversi metri entro la seconda metà dello stesso secolo. Successivamente, a partire dal 37 a.C., l'area ha attraversato un periodo di stabilità vulcano-tettonica, protrattosi fino agli inizi del I secolo d.C. e seguito da una successiva fase di sollevamento che ha causato un nuovo allontanamento della linea di costa.

Da questo momento, l'area è stata interessata da un'ulteriore accelerazione della risalita del RSL che ha prodotto la ripetuta sommersione del Tempio di Serapide (1.8-0.8 ka BP; Morhange et al., 2006), seguita da un'inversione del trend che ha successivamente prodotto la riemersione dello stesso.

## L'importanza di accurate indagini OBI/UXO sott'acqua

Catalano N.<sup>1</sup> & Faccioli A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Codevintec Italiana, Milano

*Corresponding author email:* [nicola.catalano@codevintec.it](mailto:nicola.catalano@codevintec.it)

*Keywords:* OBI, UXO, Indagini magnetiche sottomarine, Geometrics, Seequent

Il fatto che un ordigno sia rimasto sul o nel fondale, inesplosivo per anche 100 anni, non lo rende meno pericoloso. Conoscere il pericolo causato dalla presenza di Ordigni Bellici Inesplosivi (OBI, o Unexploded Ordnance UXO) nell'area di indagine vuol dire ridurre drasticamente il rischio di incidenti. Elaborare uno studio del rischio, specifico per il sito di indagine, è dunque di primaria importanza e da anteporre a qualsiasi indagine intrusiva. Diventa fondamentale familiarizzare con il concetto di rischio mitigato e rischio residuo, capire cosa può e cosa non può essere individuato e scegliere in base agli obiettivi gli strumenti adatti per poter eseguire questi tipi di indagine. Qualora a seguito della valutazione del rischio e dello studio elaborato emergesse che il rischio OBI non può essere escluso, pianificare e condurre un'indagine magnetometrica mirata rappresenta il mezzo più efficiente per mitigare il rischio.

Il magnetometro marino di casa Geometrics G-882, è l'unico che soddisfa gli standard richiesti per la bonifica degli OBI nel Mare del Nord. Si tratta di un magnetometro ai vapori di Cesio ad altissima risoluzione, adatto all'utilizzo in acque profonde e superficiali e capace di interfacciarsi con i Side Scan Sonar più diffusi per il traino. Può essere utilizzato singolarmente per la misurazione del campo magnetico totale o in serie per la misurazione dei gradienti.

Un'altra componente fondamentale per le indagini OBI è rappresentata dal software per il processamento e l'analisi dei dati magnetometrici acquisiti. Oasis Montaj, con i suoi moduli UXO Marine Mag e UXO Marine Grad appositamente sviluppati, ad oggi è il software di riferimento per le indagini magnetometriche marine e non solo. Software completo, sviluppato grazie alla conoscenza delle problematiche relative agli OBI e migliorato grazie all'attenzione che Seequent presta ai riscontri ricevuti dai clienti, ottimizza e snellisce il processamento dei dati, dall'import, al picking dei target, fino al calcolo di dimensione e profondità degli stessi per arrivare alla creazione di liste di mappe e liste di target con relative coordinate.

**Archeologia preistorica sulle piattaforme continentali.  
Risultati del progetto europeo “Splashcos”, del Working Group EMB “Subland” e del WP  
“Submerged Landscape” dell’infrastruttura “EMODnet-Geology”**

Chiocci F.L.<sup>1</sup> & Antonioli F.<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup>Associate Researcher, INGV Roma

*Corresponding author email:* [francesco.chiocci@uniroma1.it](mailto:francesco.chiocci@uniroma1.it)

*Keywords:* Paleopaesaggi, siti preistorici sommersi, risalita del livello del mare, progetti europei

Durante i minimi glacio-eustatici pleistocenici si è avuta una periodica aggiunta e sottrazione di circa un 40% alla superficie dell’ Europa; la vegetazione, gli animali e le persone hanno occupato questo territorio e lasciato informazioni preziose per l’archeologia pre-neolitica.

Su questi temi negli anni 2009-2013, nell’ambito del programma europeo COST, si è svolto un progetto denominato “Splashcos” (<https://www.splashcos.org>) che ha riunito un centinaio di ricercatori di diversi paesi europei. Oltre a far da volano per la pubblicazione di due volumi (Flemming et al., 2017, Bailey et al., 2020), il progetto ha originato un working group dell’European Marine Board, denominato “Subland” che ha prodotto un position paper sull’argomento (Flemming et al., 2014).

Nello svolgimento delle iniziative, si sono venuti enucleando due filoni di ricerca, tra loro complementari ma anche abbastanza indipendenti: uno riguarda la ricerca di insediamenti, manufatti o tracce di archeologia preistorica presenti sui fondali ed uno è relativo alla ricostruzione dei paleo-paesaggi oggi sommersi in cui si muovevano le popolazioni umane nel Paleolitico e nel Mesolitico.

Per quanto riguarda il primo filone, sono stati censiti circa 2.500 siti in 16 paesi (<http://splashcos.maris2.nl>), con estrema disomogeneità nelle profondità (la maggior parte sono concentrati in acque inferiori a 2m), nei contesti deposizionali (prevalentemente i resti sono imballati in sedimenti tidali o trasgressivo-lagunari) e nella distribuzione geografica (prevalentemente nei Mari del Nord e Baltico). I fattori di controllo primari per la sopravvivenza di siti alla erosione trasgressiva sembrano essere la l’ambiente di sedimentazione, una paleotopografia articolata che riduca l’azione del moto ondoso e la velocità della trasgressione, prodotta dalla combinazione tra gradienti della curva eustatica e pendenza della piattaforma continentale (Chiocci et al., 2017).

Il secondo filone di ricerca consiste nella ricostruzione dei paleo-paesaggi e degli elementi fisiografici che possano aver condizionato la distribuzione degli insediamenti e le attività umane (sorgenti, corsi d’acqua, caverne, alti morfologici, lagune). A tal fine, nell’ambito dell’iniziativa EMODnet-Geology (<https://www.emodnet-geology.eu>), un’infrastruttura di dati che raccoglie ed armonizza a scala europea i dati di geologia marina, è stato creato un WP su “submerged landscapes”.

Ultimo ma non meno importante contributo che la geologia marina può fornire all’archeologia preistorica sulle piattaforme continentali viene dalle ricostruzioni paleogeografiche per comprendere la formazione/scomparsa di corridoi per la migrazione delle popolazioni umane, dalla via costiera alternativa al Clovis nel nord America (Erlandson, 2017), all’arrivo delle prime popolazioni umane e faune tardo-pleistoceniche in Sicilia o nelle isole (Antonioli et al., 2016; Lo Presti et al., 2019).

*References:*

- Antonioli, F., Presti, V. L., Morticelli, M. G., Bonfiglio, L., Mannino, M. A., Palombo, M. R., ... & Tonielli, R. (2016). Timing of the emergence of the Europe–Sicily bridge (40–17 calka BP) and its simplifications for the spread of modern humans. *Geol. Soc, London, Spec. Publ.*, 411(1), 111-144.
- Bailey, G., Jöns, H., Galanidou, N., Peeters, H., & Mennenga, M. (Eds.). (2020). *The Archaeology of Europe’s Drowned Landscapes* (Vol. 35). Springer Nature
- Chiocci, F. L., Casalbore, D., Marra, F., Antonioli, F., & Romagnoli, C. (2017). Relative sealevel rise, palaeotopography and transgression velocity on the continental shelf. In: *Under the Sea: Archaeology and Palaeolandscapes of the Continental Shelf* (pp. 39-51). Springer, Cham.

- Erlandson, J. M. (2013). After Clovis-first collapsed: Reimagining the peopling of the Americas. *Paleoamerican Odyssey*, 127-131.
- Flemming, N. C., Harff, J., Moura, D., Burgess, A., & Bailey, G. N. (Eds.). (2017). *Submerged landscapes of the European continental shelf: Quaternary paleoenvironments (Vol. 1)*. John Wiley&Sons.
- Lo Presti, V., Antonioli, F., Palombo, M. R., Agnesi, V., Biolchi, S., Calcagnile, L., Di Patti, C. Donati, S., Furlani, S., Merizzi, J. & Tusa, S. (2019). Palaeogeographical evolution of the Egadi Islands (western Sicily, Italy). Implications for late Pleistocene and early Holocene sea crossings by humans and other mammals in the western Mediterranean. *Earth-Sci. Rev.*, 194, 160-181.



## **Il monumentale porto punico sommerso di Malfatano e la cava di Piscinnì, approccio Archeometrico e Geoarcheologico**

Deiana G.<sup>1</sup>, Demurtas V.<sup>1</sup>, Guirguis M.<sup>2</sup>, Mastronuzzi G.<sup>3</sup>, Melis R.T.<sup>1</sup>, Orrù P.E.<sup>1</sup> & Solinas E.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Scienze Chimiche e Geologiche, Università di Cagliari

<sup>2</sup>Dipartimento di Storia, Scienze dell'Uomo e della Formazione – Università di Sassari

<sup>3</sup>Dipartimento di Scienze della Terra e Geoambientali – Università di Bari

*Corresponding author email:* [giacomo.deiana@unica.it](mailto:giacomo.deiana@unica.it)

*Keywords:* geomorfologia sottomarina, geoarcheologia, archeologia fenicio-punica.

La Ria di Malfatano (Sardegna sud-occidentale) ospita una delle più importanti strutture marittime di epoca punica nel Mediterraneo, due strutture monumentali contrapposte della baia si sono conservate tra - 7 e - 2 metri, i rilevamenti subacquei di dettaglio hanno consentito di identificare il paleo livello marino funzionale di riferimento ponendo in relazione la componente eustatica con le deformazioni glacio-idro-isostatiche. (Orrù & Lofty 2003). Tenendo conto degli eventi meteomarinari estremi da SE è stata ipotizzata la deformazione che l'opera ha subito, disperdendo gli elementi del coronamento sommitale fino all'assetto attuale. Indagini stratigrafiche, paleontologiche e isotopiche, su carota hanno consentito di approfondire le conoscenze sulla evoluzione della Ria di Malfatano in relazione alla risalita del livello marino a partire da 3 ky BP, ricostruendo le fasi di annegamento e di colmata sedimentaria dell'antica valle fluviale (Orrù et al., 2014). I due antemurali si presentano radicati alla parete della baia con scogliera a massi eterometrici in roccia metamorfica di forma irregolare sormontata da blocchi di coronamento. Questi hanno una sezione rettangolare di cm. 50x70. Recentemente sono state riconosciute cave di Piscinnì insieme ad altri reperti archeologici di età punica e tarda antichità, questi sono stati costruiti con arenarie litorali e di alta spiaggia a cemento carbonatico dell'ultimo Interglaciale (MIS 5,5). Le cave di Piscinnì hanno fornito una qualità estremamente selettiva di materiale da costruzione, arenarie e microconglomerati a forte cementazione carbonatica, un litotipo facilmente e rapidamente lavorabile e dotato di buone caratteristiche geomeccaniche sia in termini di carichi di rottura che di resistenza all'alterazione. Utilizzando un modello del terreno ad alta risoluzione è stato possibile stimare il volume totale estratto di circa 120.000 m<sup>3</sup>, per le cave costiere e di circa 30.000 m<sup>3</sup> per l'area delle cave sommerse; solo una piccola parte, stimata in 25.000 m<sup>3</sup>. L'analisi delle rocce e le misure ad alto dettaglio hanno coinvolto sia piattaforme di abrasione sommerse, i frangiflutti e i piazzali di cava attualmente sommersi un sonar a scansione laterale Simrad (800 kHz), mentre per le aree costiere indagini aerofotogrammetriche e fotobatimetriche per marine poco profonde (- 1 m) sono state eseguite utilizzando un AUV.

Sulla piattaforma continentale antistante, utilizzando dati sismici, ecografici a scansione laterale e rilevamenti geomorfologici subacquei, sono state ricostruite le paleolinee di riva relative e i paleo-paesaggi attualmente sommersi relativi ai vari momenti di insediamento umano a partire dall'Età del bronzo.

### *References:*

- Orrù, P. & Lofty M.F. (2003) – Paleo-linee di riva in epoca classica: indicatori geomorfologici ed archeologici (Sardegna meridionale – Egitto mediterraneo) – Ren. Fac. Sc. Univ. Ca., 2003, 111-117.
- Orrù P., Mastronuzzi G., Deiana G., Pignatelli C., Piscitelli A., Solinas E., Spanu Pg. & Zucca R. (2014). Sea level changes and geoarchaeology between the bay of Capo Malfatano and Piscinnì Bay (SW Sardinia) in the last 4 kys. ). Quater. Int., vol.336 (2014) 180–189.

## Storia della vegetazione e geoarcheologia della Corsica nord-occidentale: nuovi dati dal sito costiero di Crovani

Di Rita F.<sup>1</sup>, Ghilardi M.<sup>2</sup>, Fagel N.<sup>3</sup>, Warichet F.<sup>3</sup>, Delanghe D.<sup>2</sup>, Vacchi M.<sup>4</sup>, Sicurani J.<sup>5</sup>, Martinet L.<sup>6</sup> & Robresco S.<sup>7</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Biologia Ambientale, Sapienza Università di Roma, piazzale Aldo Moro, 5, Roma

<sup>2</sup>CEREGE (CNRS UMR 7330-AMU-IRD-Collège de France-INRAE), Europôle de l'Arbois BP 80 13545 Aix-en-Provence CEDEX 04 France

<sup>3</sup>University of Liege, Belgium

<sup>4</sup>University of Pisa, Italy

<sup>5</sup>Association pour la Recherche Préhistorique et Protohistorique en Corse, Moncale, Corsica, France.

<sup>6</sup> CEPAM, CNRS UMR 7264-University of Nice Sophia Antipolis, Pôle Universitaire Saint Jean d'Angély, Nice, France

<sup>7</sup>SIGOSPHERE, Lyon, France

Corresponding author email: [federico.dirita@uniroma1.it](mailto:federico.dirita@uniroma1.it)

**Keywords:** polline, Olocene, impatto antropico, cambiamenti climatici, ambienti costieri

L'evoluzione del paesaggio nell'area circostante lo stagno costiero di Crovani, in Corsica nord-occidentale, dall'Olocene Medio fino al presente viene ricostruita attraverso analisi polliniche, sedimentologiche e geochimiche. Lo stagno di Crovani è un piccolo bacino lacustre retrodunale di ca. 0,3 km<sup>2</sup>, caratterizzato da disseccamento estivo e assenza di un accesso diretto al mare. Attualmente sia lo specchio d'acqua che l'area circostante, che formano il ricettacolo di un piccolo bacino idrografico locale, sono protetti da una riserva naturale di notevole interesse ecologico, faunistico e floristico. Le prime evidenze di occupazione umana dell'area risalgono al Neolitico finale nel sito di Teghja di Linu. Tuttavia, la presenza di suoli acidi, derivati dall'erosione del substrato roccioso granitico, ha determinato una cattiva conservazione dei resti organici e del materiale archeologico nel suo contesto stratigrafico, che non ha permesso di ricostruire il tipo di attività sviluppato nel sito neolitico. Testimonianze di occupazione dell'area dall'età del Bronzo all'epoca romana sono molto scarse. Una ripresa significativa di attività antropiche locali si evidenzia solo durante l'ultimo millennio ed è collegata allo sfruttamento di risorse naturali, specialmente all'estrazione e al commercio di galena argentifera dalle vicine miniere di Argentella.

L'approccio metodologico multidisciplinare ha permesso di definire l'azione delle forzanti climatiche, dei processi geomorfologici e dell'uso del suolo sulle modificazioni del paesaggio vegetazionale durante gli ultimi 6000 anni. In particolare, i nostri risultati evidenziano:

- un paesaggio caratterizzato da una fitta macchia mediterranea dominata da *Erica*, lecci e taxa legnosi sempreverdi, il cui notevole sviluppo durante l'Olocene Medio fu favorito principalmente da incendi naturali e di origine antropica.
- un ambiente lacustre prevalentemente di acqua dolce, ma con evidenti fasi salmastre (soprattutto fino a ca. 3350 anni fa) da ricondurre a fenomeni di intrusione di acqua salata all'interno della falda acquifera o a intense mareggiate, visti i limitati collegamenti superficiali tra stagno e mare.
- attività agro-silvo-pastorali presenti durante tutto il periodo registrato, ma con fasi che denotano un maggior sfruttamento locale del suolo nella parte finale del periodo Neolitico e nell'ultimo millennio. Una degradazione antropogenica della copertura arbustiva è invece evidente durante gli ultimi 3000 anni, con un'apertura del paesaggio forestale tra 1000 e 500 anni fa.
- un'influenza del clima sulle modificazioni di composizione e struttura della vegetazione, da mettere in relazione all'azione di forzanti climatiche sovra-regionali e planetarie, nonostante la notevole resistenza e resilienza degli ecosistemi forestali della Corsica ai rapidi cambiamenti del clima.

## **Paesaggio costiero e dinamiche insediative nel periodo Fenicio-Punico: l'antica città di Nora (Sardegna Sud-occidentale)**

Mariani G.S.<sup>1</sup>, Melis R.T.<sup>1</sup>, Orrù P.<sup>1</sup> & Deiana G.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Scienze Chimiche e Geologiche, Università di Cagliari

*Corresponding author email:* [guidos.mariani@unica.it](mailto:guidos.mariani@unica.it)

*Keywords:* Geomorfologia costiera, civiltà fenicio-punica, paesaggio antropico, paleomorfologie.

A partire dal XII secolo a.C., le coste sud-occidentali del Mediterraneo sono state soggette alla progressiva espansione della civiltà Fenicia e poi Punica, attraverso la fondazione di una rete di porti e centri di scambio. Da un punto di vista morfologico, queste città costiere hanno in comune una serie di elementi che possono evidenziare natura delle strategie di insediamento e di gestione del territorio. Lo studio di questi contesti geomorfologici in senso geoarcheologico può fornire numerose informazioni sull'interazione tra le attività antropiche e l'ambiente naturale nel passato, portando in luce quanto uno sfruttamento ottimale delle forme del paesaggio sia fortemente legato alle esigenze delle società umane.

Molte delle principali città fenicio-puniche nel Mediterraneo sono caratterizzate dalla loro costruzione in zone di promontorio associate a stagni, lagune e baie protette per gli eventi meteo-marini da quadranti opposti. La presenza di queste morfologie ha costituito un vantaggio logistico che ha permesso nel tempo una continuità di insediamento durata molti secoli, a volte fino ai giorni nostri come le città di Marsala, Malta e Cadice.

In Sardegna i maggiori insediamenti sono localizzati lungo la costa Sud-occidentale. Tra questi, la città di Nora è uno dei siti più studiati e meglio conservati. Prima città fenicia in Sardegna (VIII secolo a.C.), assunse un ruolo dominante a partire dal IV secolo a.C. sotto i punici per poi essere integrata nelle provincie romane dopo la sua conquista nel 238 a.C.

Le caratteristiche morfologiche dell'ambiente naturale su cui la città è situata rappresentano un fattore determinante nella scelta e nello sviluppo del sito stesso: il promontorio di Nora offriva un substrato stabile che ha consentito un insediamento più sicuro rispetto ai depositi fluviali e costieri circostanti. In particolare, i paleocordoni litorali dell'ultimo interglaciale davano luogo a paleotomboli di raccordo tra due paleoisole a litologia andesitica con la piana costiera retrostante. Simile è il contesto geomorfologico evolutivo del sito ove fu fondata la città fenicio-punica di Tharros lungo la costa della Sardegna centro-occidentale.

Le due baie ai lati del promontorio, associate a spiagge basse ed approdi potenziali da tre lati permettevano di adattarsi a molteplici condizioni di vento e di correnti ampliando le capacità di resilienza della comunità. Lo sfruttamento delle morfologie è avvenuto anche in modo più diretto: i cordoni di spiaggia cementati (MIS 5) che chiudono la Laguna di Fradis Minoris sono stati sfruttati per lungo tempo come cave di materiale da costruzione per la città stessa, che traeva vantaggio nella prossimità di queste formazioni.

## Ricostruzione ad alta risoluzione di antichi paesaggi costieri e livelli marini relativi nel Golfo di Napoli mediante tecnologie innovative

Mattei G.<sup>1</sup>, Aucelli P.P.C.<sup>1</sup>, Caporizzo C.<sup>1</sup>, Pappone G.<sup>1</sup>, Peluso F.<sup>1</sup> & Troisi S.<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Università degli Studi di Napoli Parthenope, Dipartimento di Scienze e Tecnologie, Napoli, Italia

Corresponding author mail: [gaia.mattei@uniparthenope.com](mailto:gaia.mattei@uniparthenope.com)

Keywords: geoarcheologia costiera, USV, indicatori del livello del mare, rilievi marini integrati.

Le coste del Mediterraneo sono disseminate di siti archeologici sommersi, che rappresentano importanti testimonianze di insediamenti costieri passati, oggi sommersi soprattutto a causa dell'innalzamento post-glaciale del livello del mare. Lo studio di tali aree da un punto di vista geoarcheologico consente di vincolare l'età di questi antichi paesaggi, ricostruendo le paleo-linee di riva e la posizione dell'antico livello marino (Stern 2008; Micallef et al., 2013; Aucelli et al., 2017). In passato, le indagini geoarcheologiche di siti sommersi venivano svolte principalmente da subacquei specializzati. Tuttavia, negli ultimi anni, grazie alle innovazioni tecnologiche applicate alle strumentazioni marine, l'utilizzo dell'USV per indagini marino-costiere ha avuto un importante impulso (ElMahrad et al., 2020; Giordano et al., 2016).

In questa ricerca sono presentati i risultati di diverse indagini marine nel Golfo di Napoli svolte mediante l'utilizzo di un prototipo di drone marino progettato e ingegnerizzato dal gruppo di ricerca GEAC (Geologia degli Ambienti Costieri) dell'Università Parthenope di Napoli, ottimizzato per navigare in settori di acque molto basse, in prossimità della linea di costa e in presenza di resti archeologici sommersi (Pappone et al., 2019). Il progetto tecnologico ARGO è concepito anche nell'ambito del progetto PO-FESR PAUN – Parco Archeologico Urbano di Napoli, per ottenere una ricostruzione tridimensionale ad alta risoluzione del paesaggio archeologico sottomarino mediante l'utilizzo integrato di sensori sia acustici che ottici durante rilievi di tipo multi-modal mapping. In particolare, le indagini marine svolte hanno fornito due principali risultati per ciascun sito indagato: mappatura estensiva settore sottomarino mediante dati morfo-acustici; ricostruzione tridimensionale ad alta risoluzione delle strutture archeologiche sommerse da dati fotogrammetrici (Mattei et al., 2020).

L'approccio transdisciplinare qui proposto è stato applicato ad alcuni siti archeologici del Golfo di Napoli (Mattei et al., 2018; Aucelli et al., 2018a,b; 2019; 2020), le cui coste sono state densamente urbanizzate sin dall'epoca Greco-Romana e quindi oggi risultano disseminate di resti archeologici sommersi. I siti rilevati sono stati scelti per la presenza di strutture archeologiche la cui funzionalità originaria era direttamente collegati al livello del mare antico, come strutture portuali come il molo Nisida a Napoli, peschiere quali quelle della villa del Castello Aragonese e Portus Julius a Baia o resti di ville marittime come la Villa di Lucullo a Napoli. Quest'ultima in particolare rientra nell'area di studio del progetto "PAUN-Parco Archeologico di Napoli".

Tale approccio sta dimostrando che l'utilizzo strumentazione robotica ottimizzata per i rilievi integrati multi-sensore in acque basse consente ricostruzioni ad alta risoluzione di fondali marino- costieri antropizzati. Inoltre, l'integrazione fra dati ottici e dati acustici georeferenziati, rende possibile l'identificazione univoca della posizione, forma e natura dei reperti archeologici identificati. Tali target d'altronde rappresentano vincoli di alta precisione per valutare il livello relativo del mare e di conseguenza dei moti del suolo che hanno interessato negli ultimi millenni settori costieri studiati, nonché di scoprire gli adattamenti antropici alle modificazioni naturali del paesaggio, principalmente causate all'innalzamento relativo del livello del mare dal tardo Olocene.

Quindi la sfida delle ricerche geoarcheologiche costiere presentate, svolte mediante l'implementazione e l'utilizzo di nuove tecnologie robotiche è quella di studiare il patrimonio culturale sommerso al fine di comprendere gli impatti dei cambiamenti climatici in atto sulle comunità costiere.

### References:

Aucelli, P. P., Cinque, A., Mattei, G., & Pappone, G. (2017). Late Holocene landscape evolution of the gulf of Naples (Italy) inferred from geoarchaeological data. *J. of Maps*, 13(2), 300-310.

- Aucelli, P., Cinque, A., Mattei, G., Pappone, G., & Stefanile, M. (2018a). Coastal landscape evolution of Naples (Southern Italy) since the Roman period from archaeological and geomorphological data at Palazzo degli Spiriti site. *Quater. Int.*, 483, 23-38.
- Aucelli, P. P., Cinque, A., Mattei, G., Pappone, G., & Stefanile, M. (2018b). First results on the coastal changes related to local sea level variations along the Puteoli sector (Campi Flegrei, Italy) during the historical times. *Alp. Mediterr. Quat.*, 31(1), 3-16.
- Aucelli, P. P., Mattei, G., Caporizzo, C., Cinque, A., Troisi, S., Peluso, F., ... & Pappone, G. (2020). Ancient coastal changes due to ground movements and human interventions in the Roman Portus Julius (Pozzuoli Gulf, Italy): Results from photogrammetric and direct surveys. *Water*, 12(3), 658.
- Aucelli, P. P., Caporizzo, C., Cinque, A., Mattei, G., Pappone, G., & Stefanile, M. (2019). New insight on the 1st century BC paleo-sea level and related vertical ground movements along the Baia-Miseno coastal sector (Campi Flegrei, Southern Italy). In *IMEKO TC4 International Conference on Metrology for Archaeology and Cultural Heritage, MetroArchaeo* (pp. 474-477).
- El Mahrab, B., Newton, A., Icely, J. D., Kacimi, I., Abalansa, S., & Snoussi, M. (2020). Contribution of remote sensing technologies to a holistic coastal and marine environmental management framework: A review. *Remote Sens.*, 12(14), 2313.
- Giordano, F., Mattei, G., Parente, C., Peluso, F., & Santamaria, R. (2016). Integrating sensors into a marine drone for bathymetric 3D surveys in shallow waters. *Sensors*, 16(1), 41.
- Mattei, G., Aucelli, P. P. C., Caporizzo, C., Peluso, F., Pappone, G., & Troisi, S. (2020). Innovative Technologies for Coastal Paleo-Landscape Reconstruction and Paleo-Sea Level Measuring. In *International Workshop on R3 in Geomatics: Research, Results and Review* (pp. 244-255). Springer, Cham.
- Mattei, G., Troisi, S., Aucelli, P. P., Pappone, G., Peluso, F., & Stefanile, M. (2018). Sensing the submerged landscape of Nisida Roman Harbour in the Gulf of Naples from integrated measurements on a USV. *Water*, 10(11), 1686.
- Micallef, A., Foglini, F., Le Bas, T., Angeletti, L., Maselli, V., Pasuto, A., & Taviani, M. (2013). The submerged paleolandscape of the Maltese Islands: Morphology, evolution and relation to Quaternary environmental change. *Mar. Geol.*, 335, 129-147.
- Pappone, G., Aucelli, P. P., Mattei, G., Peluso, F., Stefanile, M., & Carola, A. (2019). A detailed reconstruction of the Roman landscape and the submerged archaeological structure at "Castel dell'Ovo islet"(Naples, Southern Italy). *Geosci.*, 9(4), 170.
- Stern, N. (2008). Stratigraphy, depositional environments, and paleolandscape reconstruction in landscape archaeology. *Handbook of landscape archaeology*, 365-378.

## **Paleo-paesaggi sommersi e dinamiche di insediamento dei gruppi mesolitici nel Mediterraneo occidentale: i siti di S'Orku e S'Orku (Sardegna) e Riparo Blanc (Lazio)**

Melis R.T.<sup>1</sup>, Altamura F.<sup>2</sup>, Mussi M.<sup>2</sup>, Orrù P.E.<sup>1</sup>, Deiana G.<sup>1</sup> & Chiocci F.L.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Scienze Chimiche e Geologiche, Università di Cagliari

<sup>2</sup>Dipartimento di Scienze dell'Antichità, Università di Roma Sapienza

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

*Corresponding author email:* [flavioaltamura@libero.it](mailto:flavioaltamura@libero.it)

*Keywords:* Variazione del livello del mare, Olocene antico, Mesolitico, Geoarcheologia.

Durante l'Olocene i cambiamenti climatici e le variazioni del livello del mare hanno avuto un rapido impatto sulle coste e sugli insediamenti umani. Questo è ben evidenziato nel bacino del Mediterraneo durante i periodi storici, dove la fascia costiera appare come un facile percorso per gli spostamenti. Poco invece si sa sull'adattamento dei gruppi umani dell'Olocene antico alle modificazioni della linea costa, sugli spostamenti sia per navigazione che lungo la costa, sul ruolo delle isole come destinazione temporanea o finale. Le aree costiere del Mediterraneo hanno caratteristiche geologiche e morfologiche diverse e sono emerse in modi differenti, con siti costieri preistorici parzialmente o completamente sommersi o preservati sulla terra emersa. Negli ultimi decenni le ricerche sulle variazioni del livello del mare durante l'Olocene antico nel Mediterraneo occidentale hanno dato particolare importanza all'interazione tra ambiente naturale e società umane. Le ricerche geoarcheologiche nei siti mesolitici costieri di Riparo Blanc e S'Orku e S'Orku, pur localizzati in contesti costieri diversi, hanno rilevato similitudini nello sfruttamento delle risorse lì specificatamente disponibili.

Il sito archeologico di Riparo Blanc si trova ai piedi di un alto strutturale calcareo, a 20 m s.l.m. sulle propaggini sud-occidentali del promontorio del Circeo (Lazio), a brevissima distanza dal mare. L'alto strutturale rappresentava probabilmente un punto cospicuo nel paleopaesaggio, specialmente alla fine della trasgressione olocenica, quando le aree palustri e lagunari erano estremamente più estese di quelle presenti nel XX secolo.

Il sito archeologico di S'Orku e S'Orku è localizzato nella paleofalesia sulle eolianiti pleistoceniche in località Portu Maga (Sardegna Sud-occidentale) a poche decine di metri dalla linea di costa attuale. Lo studio dettagliato della ricostruzione della linea di riva e del rilievo ad alta risoluzione della piattaforma continentale ha consentito di ricostruire i caratteri geomorfologici del paleopaesaggio (di circa 9.000 anni fa) attualmente sommerso: lunghe estese spiagge falcate con retrostanti deserti costieri interrotte da lagune e foci fluviali.

I dati geomorfologici correlati con le sequenze archeologiche dei due siti hanno evidenziato lo stretto rapporto con il mare di questi gruppi umani mesolitici. Quest'ultimo non si esauriva solo nello sfruttamento di risorse marine, ma comportava anche l'esplorazione delle coste e delle isole, presumibilmente tramite semplici mezzi di navigazione. I movimenti di questi gruppi di cacciatori raccoglitori erano incoraggiati dalla configurazione costiera, che offriva le giuste condizioni per la navigazione e gli spostamenti. Questa relazione ha portato al primo popolamento della Sardegna a partire dal continente e, a quanto desumibile dalla presenza di ossidiana proveniente dall'arcipelago pontino nel Riparo Blanc, anche al raggiungimento delle Isole.

## Ricerche geoarcheologiche nel Golfo di Napoli: esempi dalle isole di Procida e Vivara

Putignano M.L.<sup>1</sup> & Schiattarella M.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto di Geologia Ambientale e Geoingegneria (CNR-IGAG) - Montelibretti, Via Salaria Km 29.3, 00165, Monterotondo St., Roma (Italy).

<sup>2</sup>Dipartimento delle Culture Europee e del Mediterraneo (DiCEM), Università degli Studi della Basilicata, Matera.

Corresponding author email: [marialuisa.putignano@cnr.it](mailto:marialuisa.putignano@cnr.it)

**Keywords:** Geologia dell'Olocene, superfici di abrasione marina, variazioni relative del livello del mare, Campi Flegrei insulari (Italia)

La fascia costiera della Piana Campana ospita le morfostrutture vulcaniche del complesso del Somma-Vesuvio e dei Campi Flegrei; quest'ultimo è un distretto policroterico articolato in un'area continentale ed in un'area insulare, rappresentata dalle isole di Ischia e Procida-Vivara. Il distretto vulcanico dei Campi Flegrei offre numerose testimonianze relative a movimenti verticali vulcano-tettonici e bradisismici. Degna di nota è anche la storia bimillenaria di movimenti registrati nel Golfo di Pozzuoli da una ricca serie di testimonianze geoarcheologiche, come le rovine sommerse del *Portus Julius* (risalenti al 36-37 a.C. e oggi osservabili a profondità tra -5 e -10 m) e i fori di *Lythophaga* del 400-530 d.C. sulle colonne del cosiddetto tempio di Serapide (o, più comunemente, Serapeo), ora posizionato a +7 m s.l.m.

Fenomeni vulcano-tettonici (Aiello *et al.*, 2007) sono stati innescati fin dall'inizio della costruzione degli apparati vulcanici (> di 75 ka fino a circa 22 ka, in Fedele *et al.*, 2017). La ricostruzione degli eventi morfoevolutivi dei settori sommersi circostanti Procida e Vivara degli ultimi 4.000 anni si deve a Putignano *et al.* (2014, *cum bibl.*), a partire dalle ben documentate frequentazioni dell'età del Bronzo.

Le superfici erosive sommerse poste tra i -18 m e -14 m sono state attribuite, su base geoarcheologica, al Bronzo Antico - Bronzo Medio italiano, coeve con le prime occupazioni umane dell'area, quando i porti craterici di Vivara e Procida attirarono i commercianti Egeo-Micenei che si muovevano tra il Mediterraneo orientale e occidentale. Le paleolinee di riva meno profonde sono state invece correlate alle epoche romana e medievale e connesse a periodi di sommersione registrati in parte anche nell'area continentale flegrea. La curva del livello del mare rivela alcune differenze rispetto a curve simili dall'area continentale, sia nella quantità di subsidenza in singoli intervalli di tempo che per l'assenza di movimento positivo durante il Periodo romano. La curva relativa ai tassi di subsidenza è caratterizzata da un'alternanza ciclica di periodi con velocità differenti, con una frequenza di circa 2 ka.

### References:

- Aiello G., Barra D., De Pippo T., Donadio C. & Petrosino C. (2007) - Geomorphological evolution of Phlegrean volcanic islands near Naples, southern Italy. *Z. Geomorph. N. F.*, 51, 165-190.
- Fedele L., Morra V., Perrotta A., Scarpati C., Putignano M.L., Orrù P., Schiattarella M., Aiello G., D'Argenio B. & Conforti A. (2017) - Note illustrative della Carta geologica d'Italia alla scala 1:50000 - Foglio 465 Isola di Procida, ISPRA, Servizio Geologico d'Italia, 204 pp., SystemCart, Roma.
- Putignano M.L., Orrù P.E & Schiattarella M. (2014) - Holocene coastline evolution of Procida Island, Bay of Naples, Italy. *Quarter. Int.*, 332, 115-125.

## **Il Progetto GeoArcheo Siti**

### **Metodologie, strumenti e servizi innovativi per lo sviluppo di Geo-Archeo-Siti marini**

Senatore M.R.<sup>1</sup>, Pinto F.<sup>1</sup>, Meo A.<sup>1</sup> & Chiocci F.L.<sup>2</sup>

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

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

*Corresponding author email:* [senatore@unisannio.it](mailto:senatore@unisannio.it)

*Keywords:* evoluzione geologica, paleopaesaggio, patrimonio culturale, GeoArcheo siti marini, Pleistocene superiore-Olocene

Il progetto PON Geo-Archeo siti (G.A.S.), che proprio in questi giorni prende l'avvio, intende porre in essere attività di ricerca pianificata e indagini critiche orientate ad acquisire nuove conoscenze integrate geologiche e archeologiche in quei settori marini a forte rilevanza culturale geologica e archeologica. Ulteriore scopo è di indirizzare le nuove conoscenze verso lo sviluppo di modelli di descrizione dei G.A.S. e delle reti in cui possono essere collocati. Le attività di Sviluppo Sperimentale saranno infatti orientate a generare prodotti innovativi prototipali per la diffusione della conoscenza e per lo sfruttamento ai fini turistici, scientifici ed educazionali dei G.A.S. Italiani (ad es. piattaforme web, mobile APP, produzioni 3D, etc.).

Particolare attenzione è rivolta ad evidenziare, tramite ricostruzioni paleoambientali, la veloce evoluzione del paesaggio negli ultimi 20 mila anni, quando il livello del mare si trovava al minimo eustatico di circa 120 m, per cui si poteva andare a piedi da Napoli ad Ischia o dal Circeo alle Isole Pontine, passare dalla Calabria alla Sicilia e dalla Sardegna alla Corsica. Nel corso di 10.000 anni, da 18.000 a 8.000 anni fa, la rapida risalita del livello del mare ha sommerso le piattaforme continentali e le aree costiere. Queste ultime aree hanno quindi sperimentato variazioni ambientali e paleogeografiche significative, considerando che esse erano foreste percorse da corsi d'acqua popolate da grandi mammiferi oggi scomparsi e soprattutto dove si sono sviluppate le prime civiltà umane durante il Paleolitico e il Mesolitico.

Si punta quindi alla valorizzazione del patrimonio geoarcheologico marino ed alla promozione del turismo ad esso connesso in una logica sistemica di aggiornamento della conoscenza scientifica finalizzata anche a specializzare e qualificare l'offerta turistica culturale, anche attraverso l'attivazione di partnership territoriali, per promuovere un posizionamento competitivo distintivo del geo-archeo-heritage con connotati di esperienza, inclusività e partecipazione.

Un modello di catalogazione, di informazione scientifica e di informazione visiva permetterà di valorizzare i risultati della ricerca in un contesto divulgativo particolarmente rivolto ai visitatori interessati (turista identitario) sulle tematiche ambientali e sui rapporti tra la natura, l'uomo e la storia. Questo modello permetterà di editare l'Atlante "virtuale" geo-archeologico che rappresenterà il prodotto standard della promozione del comparto dei G.A.S. ed una utile base di informazioni per altri progetti più strutturalmente promozionali.



## The sustainable valorization of submerged geoarchaeology in Campania (*Sinuessa* and *Aenaria*)

Trocciola A.<sup>1</sup>, Benini A.<sup>2</sup> & Somma R.<sup>3,4</sup>

<sup>1</sup>ENEA-Agenzia nazionale nuove tecnologie, energia e sviluppo economico sostenibile, Portici (Na)

<sup>2</sup>M.EDU.S.A s.r.l.u.

<sup>3</sup>INGV, Osservatorio Vesuviano

<sup>4</sup>CNR IRISS, Napoli

Corresponding author email: [alfredo.trocciola@enea.it](mailto:alfredo.trocciola@enea.it)

**Keywords:** Underwater geoarcheology, geo-archaeological itinerary, sustainable tourism.

The sustainable enhancement of underwater geoarchaeology in Campania represents an evaluable tool for understanding sea level fluctuations and preserving environmental resources. This especially in coastal marine segments characterized by high anthropogenic pressures, often related to mass tourism concentrated in limited periods of the year. As part of scientific agreements between ENEA and the Municipalities of Sessa Aurunca and Mondragone (CE), multidisciplinary researches have been conducted for a territorial enhancement and promotion of the marine archaeological area of *Sinuessa*. The ancient Roman colony founded in III B.C., was situated on the southern edge of the Gulf of Gaeta, on the left side of the Garigliano river, and was an important maritime junction of commercial nature. The site has unique geological characteristics due to the existence of a large bank of Campania Grey Tuff outcropping from the sandy seabed, on which have settled biological organisms present at greater depths in the Mediterranean. The investigations have allowed to elaborate an underwater geo-archaeological itinerary in collaboration with the Italian Archaeological Superintendence settling down diving points where it is possible to observe the natural beauties and the archaeological remains of the *pilae* (24 cubes of 3 meters of side in conglomerate concrete), the ancient structures of maritime defense used during the Roman era. At the same time the Ischia island, a Mediterranean crossroads of peoples and cultures, preserves a valuable submerged geo-archaeological heritage to be exploited in a more sustainable way. The coastal inlet, in the bay of Cartaromana, located east of the Ischia and near the volcanic islet where is the Aragonese Castle. It preserves important evidence of history and volcanic evolution of the territory and peculiar features of human activities, such as the ancient structures of the Roman port of *Aenaria* now located between the five- and seven-meters depth. The bay of Cartaromana within the Marine Protected Area “Kingdom of Neptune” thanks to the wealth of archaeological and historical evidence is a unique place in the world, where the succession and the occurrence of volcanic and seismic processes and their influence on the human activity must be represented by itineraries of appreciation and dissemination of knowledge. The archaeological excavations of *Aenaria*, currently in concession to the M.EDU.S.A under the direction of the Superintendence, have highlighted the presence of a Roman settlement such as the port area (consisting of docks) and the remains of a maritime villa. In order to promote the protection and sustainable enhancement of the submerged cultural heritage of the bay, underwater geoarchaeological itineraries have been developed for snorkeling or diving, which twenty years after the 2001 UNESCO Convention will ensure the enjoyment of the sites for future generations.

## Ricostruzioni geoarcheologiche e paleo ambientali del litorale Sardo-Corso. Un archivio fondamentale per definire l'evoluzione livello del mare Mediterraneo negli ultimi millenni

Vacchi M.<sup>1</sup>, Melis R.T.<sup>2</sup>, Ghilardi M.<sup>3</sup> & Di Rita F.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Pisa, Via Santa Maria 53, Pisa

<sup>2</sup> Dipartimento Scienze Chimiche e Geologiche, Università degli Studi di Cagliari, 09042 Monserrato

<sup>3</sup> Aix-Marseille Université, CNRS CEREGE, UMR 7330 Europe de l'Arbois BP80  
13545 Aix en Provence CEDEX 04

<sup>4</sup> Dipartimento di Biologia Ambientale, Sapienza Università di Roma, Piazzale Aldo Moro 5, 00185 Roma

Corresponding author email: [matteo.vacchi@unipi.it](mailto:matteo.vacchi@unipi.it)

*Keywords:* Geoarcheologia; Paleoambienti costieri; Variazione del livello del mare; Olocene;

Le ricostruzioni delle interazioni millenarie tra uomo e ambiente nelle aree costiere ricoprono una fondamentale importanza nello studio del paleoclima. Infatti, tali ricostruzioni costituiscono un'informazione chiave per definire gli impatti dell'era industriale (post 1850 CE) sulle aree litorali e comprendere i potenziali impatti futuri nel contesto del cambiamento climatico. Negli ultimi anni, una serie di nuove analisi geoarcheologiche e paleoambientali sono state portate a termine in Corsica e Sardegna, posizionate nel centro del bacino occidentale del Mediterraneo e sulle cui coste si ritrovano tracce di frequentazione a partire dal mesolitico. Le nuove indagini si sono basate sulle analisi multiproxy di carotaggi effettuati in aree umide litorali, corredate da un sostanzioso numero di nuove datazioni C<sup>14</sup> che hanno permesso di analizzare l'evoluzione del paesaggio litorale negli ultimi circa 7500 anni. In particolare, questi studi hanno definito l'evoluzione morfologica della linea di riva, le dinamiche paleoambientali e il loro impatto sulle popolazioni in epoca storica e preistorica. Inoltre, hanno fornito un quadro più chiaro sull'evoluzione del livello del mare nel centro del bacino occidentale del Mediterraneo (Vacchi et al., 2018). Il nuovo set di dati di paleo livelli marini derivati dai carotaggi, uniti ai dati precedentemente disponibili (beachrocks campionate in ambiente sommerso), offrono la possibilità di valutare i tassi di variazione del livello del mare in questa porzione del bacino mediterraneo oltre che tarare i modelli geofisici di risalita del livello del mare attualmente disponibili. Tra 10000 e 8000 BP i tassi medi di risalita sono nell'ordine degli  $8.5 \pm 1$  mm/a mentre, a partire da 7000 anni fa, i tassi si riducono a  $2.0 \pm 0.9$  mm/a per poi ridursi in modo ancora più significativo ( $\leq 0.5 \pm 0.6$  mm/a) negli ultimi 4000 anni.

Un sostanziale misfit tra i dati di terreno e i diversi modelli è osservabile nell'Olocene antico mentre una progressiva riconciliazione tra i dati e alcuni dei modelli geofisici disponibili è osservabile solo negli ultimi 7500 anni (Vacchi et al., 2020). Questi dati indicano che tutti i modelli geofisici attualmente disponibili per il Mediterraneo occidentale devono essere trattati con cautela, soprattutto per definire l'evoluzione del livello del mare in periodi precedenti a 8000 BP. Ulteriori campagne di acquisizione dati, attualmente in corso, aiuteranno ad irrobustire il dataset in questa zona chiave del bacino mediterraneo.

### References:

- Vacchi, M., Ghilardi, M., Melis, R.T., Spada, G., Giaime, M., Marriner, N., Morhange, C. & Rovere, A., (2018) - New relative sea-level insights into the isostatic history of the Western Mediterranean. *Quat. Sci. Rev.* 201, 396–408.
- Vacchi, M., Ghilardi, M., Stocchi, P., Furlani, S., Rossi, V., Buosi, C. & De Muro, S. (2020) - Driving mechanisms of Holocene coastal evolution in the Bonifacio Strait (Western Mediterranean). *Mar. Geol.*, 427, 106265.

## **MW 6.**

### **Crisi di salinità Messiniana: stato di avanzamento**

*Moderatori:* Iacopini D., Camerlenghi A., Zecchin M., Maniscalco R., Bertini A., Polonia A.

La sessione mira a promuovere la discussione fra modelli e correnti di pensiero nonché la conversazione scientifica sull'evento di estrema complessità ed interesse quale la crisi di salinità del Messiniano. A fronte dei recenti nuovi dati (offshore) dal Bacino Levantino, ionico e dei futuri proposal IODP in corso di preparazione, fare il punto sullo stato dell'arte potrebbe stimolare su nuove idee

Questioni aperte: Record sedimentario mio-pliocenico da dati onshore ed offshore. Quale è il controllo strutturale (salt vs tectonic) sui depositi syn- messiniani?

## **Il problema del gesso evaporitico Messiniano formato a bassa salinità: deposito chimico o biologico?**

Aloisi G.<sup>1</sup>, Natalicchio M.<sup>2</sup>, Guibourdenche L.<sup>1</sup>, Caruso A.<sup>3</sup> & Dela Pierre F.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Université de Paris, Institut de Physique du Globe de Paris, CNRS, F-75005, Parigi, Francia

<sup>2</sup> Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Torino, 10125 Torino, Italia

<sup>3</sup> Dipartimento di Scienze della Terra e del Mare, Università degli Studi di Palermo, 90123 Palermo, Italia

*Corresponding author email:* [aloisi@ipgp.fr](mailto:aloisi@ipgp.fr)

*Keywords:* Crisi di Salinità Messiniana, Gesso evaporitico, Apporti fluviali di calcio e solfato, Ciclo biogeochimico dello Zolfo

Successioni gessose di notevole spessore si sono deposte nei bacini marginali del Mar Mediterraneo durante la Crisi di Salinità Messiniana. Queste successioni costituiscono le porzioni marginali del Gigante Salino Mediterraneo (GSM) che occupa gran parte dei bacini Mediterranei profondi. Sebbene l'origine marina ed evaporitica del GSM sia indiscussa, l'analisi della salinità delle inclusioni fluide del gesso e della sua acqua di cristallizzazione ( $d^{18}O_{H_2O}$  e  $\delta D_{H_2O}$ ) suggeriscono che il gesso dei bacini marginali si sia formato a partire da masse d'acqua a salinità da bassa a moderata (5 - 60 g kg<sup>-1</sup>), piuttosto che da salamoie ad alta salinità (110 - 320 g kg<sup>-1</sup>), come ci si aspetta durante l'evaporazione dell'acqua marina. Queste successioni sono l'oggetto di uno studio geochemico dettagliato svolto nell'ambito del progetto europeo ETN Salt Giant. Presentiamo una nuova serie di dati di composizione isotopica dell'acqua di cristallizzazione del gesso e di salinità delle inclusioni fluide che suggeriscono, assieme ai dati già presenti in letteratura, un processo di formazione del gesso a bassa salinità in cinque bacini marginali del Mar Mediterraneo: il Bacino di Caltanissetta (Sicilia), il Bacino di Sorbas (Spagna), il Bacino del Piemonte, il Bacino della Vena del Gesso (Italia settentrionale) e il Bacino di Catanzaro (Italia meridionale). Con un semplice modello geochemico esploriamo l'evoluzione della salinità, della composizione isotopica dell'acqua ( $d^{18}O_{H_2O}$  -  $\delta D_{H_2O}$ ) e della composizione isotopica dello stronzio ( $^{87/86}Sr$ ) e del solfato ( $d^{34}S_{SO_4}$ ) del Mar Mediterraneo soggetto ad una varietà di condizioni di evaporazione e di rapporti di miscelazione con il deflusso continentale. Questo approccio suggerisce che l'evaporazione e la miscelazione con il deflusso continentale - compresa l'acqua dolce che transita attraverso la Paratetide - non sono gli unici processi responsabili della formazione dei depositi di gesso del GSM. Proponiamo che il ciclo biogeochimico dello zolfo crei le condizioni di sovrasaturazione del gesso, localizzate nello spazio e nel tempo, producendo ione solfato ( $SO_4^{2-}$ ) attraverso l'ossidazione e la disproporzione dei composti ridotti dello zolfo (ad esempio lo zolfo elementare,  $S^0$ ). Questo processo ci sembra l'unico capace di disaccoppiare lo stato di saturazione del gesso dalla salinità dell'acqua, condizione necessaria per arrivare alla composizione geochemica osservata nei campioni di gesso studiati.

## **Diluizione del Gigante Salino del Mediterraneo: controversie e certezze sulle fasi terminali (Gessi Superiori e Lago-Mare) della Crisi di Salinità del Mediterraneo**

Andreetto F.<sup>1</sup>, Aloisi G.<sup>2</sup>, Raad F.<sup>3</sup>, Heida H.<sup>4</sup>, Flecker R.<sup>5</sup>, Agiadi K.<sup>6</sup>, Lofi J.<sup>3</sup>, Blondel S.<sup>7</sup>, Bulian F.<sup>8</sup>, Camerlenghi A.<sup>7</sup>, Caruso A.<sup>9</sup>, Ebner R.<sup>10</sup>, García-Castellanos D.<sup>4</sup>, Gaullier V.<sup>11</sup>, Guibourdenche L.<sup>2</sup>, Gvirtzman Z.<sup>12,13</sup>, Hoyle T.M.<sup>1,14</sup>, Meijer P.T.<sup>10</sup>, Moneron J.<sup>12,13</sup>, Sierro F.J.<sup>8</sup>, Travan G.<sup>11</sup>, Tzevahirtzian A.<sup>9</sup>, Vasiliev I.<sup>15</sup> & Krijgsman W.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Paleomagnetic Laboratory “Fort Hoofddijk”, Dept. of Earth Sciences, Utrecht University, Budapestlaan 17, 3584 CD Utrecht, The Netherlands

<sup>2</sup>Université de Paris, Institut de physique du globe de Paris, CNRS, F-75005 Paris, France

<sup>3</sup>Géosciences Montpellier, CNRS, Université de Montpellier, Montpellier, France.

<sup>4</sup>Geosciences Barcelona, GEO3BCN, CSIC, SoléiSabaris s/n, Barcelona, Spain.

<sup>5</sup>BRIDGE, School of Geographical Sciences and Cabot Institute, University of Bristol, University Road, Bristol BS8 1SS, UK

<sup>6</sup>Department of Palaeontology, University of Vienna, Althanstraße 14 (UZA II), 1090 Vienna, Austria

<sup>7</sup>Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale (OGS), Trieste, Italy

<sup>8</sup>Department of Geology, University of Salamanca, Salamanca, Spain.

<sup>9</sup>Dipartimento di Scienze della Terra e del Mare, Università degli studi di Palermo, via Archirafi 20-22 90123 Palermo, Italy

<sup>10</sup>Department of Earth Sciences, Utrecht University, Utrecht, The Netherlands.

<sup>11</sup>Univ. Lille, CNRS, Univ. Littoral Côte d’Opale, UMR 8187, LOG, Laboratoire d’Océanologie et de Géosciences, F 59000, Lille, France

<sup>12</sup>Geological Survey of Israel, Jerusalem 95501, Israel

<sup>13</sup>Institute of Earth Sciences, The Hebrew University of Jerusalem, Israel

<sup>14</sup>CASP, West Building, Madingley Rise, Madingley Road, Cambridge, CB3 0UD, United Kingdom

<sup>15</sup>Senckenberg Research Biodiversity and Climate Research Centre, Senckenberganlage 25 60325, Frankfurt am Main, Germany.

*Corresponding author email:* [f.andreetto@uu.nl](mailto:f.andreetto@uu.nl)

*Keywords:* Crisi di Salinità del Messiniano, Stratigrafia Mediterranea, Paleogeografia, Paratetide, Lago-Mare

L’evoluzione del Mediterraneo durante il tardo Miocene è caratterizzata da cambiamenti climatici, tettonici e di connettività che hanno dato luogo a sconvolgimenti ambientali ed ecologici senza precedenti. Questo ha portato, durante la Crisi di Salinità del Messiniano (MSC, 5.97-5.33 Ma), in prima istanza alla precipitazione di gesso lungo i margini del Mediterraneo (Fase 1, 5.97-5.60 Ma) e successivamente alla deposizione di più di 2 km di salgemma sul fondo del bacino, formando il cosiddetto Gigante Salino del Mediterraneo (Fase 2, 5.60-5.55 Ma). Viceversa, la Fase 3 conclusiva della MSC è stata contraddistinta da una “crisi di bassa salinità” durante la quale una seconda unità ricca di gesso primario (Gessi Superiori, sottofase 3.1, 5.55-5.42 Ma) con evidenze (bio)geochimiche di una sostanziale diluizione delle salamoie e sedimenti terrigeni contenenti organismi di acque dulcicolo-salmastre (sottofase 3.2 o fase Lago-Mare, 5.42-5.33 Ma) si sono depositati in un Mediterraneo che riceveva ingenti quantità di acqua dolce dai fiumi e dalla Paratetide orientale. La transizione da facies evaporitiche iperaline (salgemma) a facies dulcicolo-salmastre implica una modifica radicale del regime idrologico del Mediterraneo. Nonostante quasi 50 anni di studi, le cause e le modalità di tali cambiamenti sono ancora poco conosciute e il primordiale dibattito scientifico tra un Mediterraneo isolato e (parzialmente) disseccato o complemento connesso e (parzialmente) pieno è ancora vibrante. Lo scopo di questo lavoro è di presentare un quadro esaustivo dei dati (crono)stratigrafici, sedimentologici, paleontologici, geochimici e sismici finora raccolti in ogni settore del Mediterraneo. In ultima analisi riassumiamo gli scenari paleoambientali, paleo idrologici e di paleoconnettività che sono emersi da questo insieme di dati interdisciplinari e discutiamo gli argomenti a favore e contro ogni scenario.

## Tettonica salina nel Mediterraneo Occidentale: un caso studio nel margine Balearico

Bellucci M.<sup>1,3,4</sup>, Blondel S.<sup>2,3</sup>, Aslanian D.<sup>1</sup>, Moulin M.<sup>1</sup>, Rabineau M.<sup>4</sup>, Leroux E.<sup>1</sup>, Pellen R.<sup>1</sup>, Poort J.<sup>5</sup>,  
Del Ben A.<sup>3</sup> & Camerlenghi A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> IFREMER, Géosciences Marines, Plouzané, France

<sup>2</sup> Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale OGS, Trieste, Italia

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

<sup>4</sup> Laboratoire Géosciences Océan, UMR 6538 IUEM - CNRS, Plouzané, France

<sup>5</sup> Sorbonne Université, CNRS, Institut des Sciences de la Terre de Paris, ISTE, Paris, France

Corresponding author email: [massimo.bellucci@ifremer.fr](mailto:massimo.bellucci@ifremer.fr); [simon.blondel2@gmail.com](mailto:simon.blondel2@gmail.com)

**Keywords:** Crisi di Salinità Messiniana, Mediterraneo Occidentale, tettonica salina, margine Balearico meridionale

Il Mediterraneo Occidentale rappresenta un laboratorio naturale unico per lo studio dell'evoluzione dei margini salini. Nonostante la loro giovane età, le evaporiti depositate durante la Crisi di Salinità Messiniana danno luogo ad una deformazione intensa in tutto il Mediterraneo Occidentale. A livello globale, la tettonica salina nei margini passivi è spesso interpretata come la combinazione del *gravity spreading*, guidato dal carico sedimentario, e dal *gravity gliding*, guidato dall'inclinazione del margine. Tuttavia, i modelli classici di tettonica salina non sono adatti a descrivere il sistema del Mediterraneo Occidentale poiché il sale Messiniano si è depositato: i) in un sistema chiuso formatosi diversi *Ma* prima, ii) orizzontalmente in tutti i bacini profondi e iii) al di sopra di una sequenza sedimentaria che ricopre e uniforma le rugosità del basamento. La subsidenza nel bacino profondo appare per lo più verticale, implicando uno spessore salino iniziale equivalente. Inoltre, il diacronismo tra la deformazione salina distale e l'attivazione delle faglie normali nella scarpata inferiore non è coerente con i modelli di estensione finora sviluppati. L'interpretazione di dati sismici a riflessione e rifrazione ha evidenziato una chiara coincidenza tra la segmentazione crostale e i domini delle morfologie saline, osservazione ad oggi riscontrata in altri margini passivi. Due sono i modelli evolutivi ipotizzati per illustrare questa correlazione: i) una segmentazione termica e ii) un controllo strutturale. La variazione geometrica delle strutture saline sembra essere legata alla segmentazione crostale. Le anomalie termiche regionali e/o le risalite di fluidi, associate alla fase di esumazione crostale o alla segmentazione termica del mantello, potrebbero giocare un ruolo nei meccanismi già noti della tettonica del sale. In alternativa, l'eredità strutturale o la recente attivazione tettonica potrebbero aver influenzato l'evoluzione delle strutture saline. Verrà proposto un caso di studio situato nel margine meridionale delle Baleari, basato sull'interpretazione di nuovi dati sismici elaborati in *depth domain*. In questo caso la maggior parte delle strutture derivano da un diapirismo attivo, mentre i piedi della scarpata *Emile Baudot* risultano caratterizzati da un dominio estensionale di ampiezza ridotta. Nel bacino profondo, *salt sheets*, *pinched diapirs* e un livello di *décollement* mostrano un sistema complessivamente contrazionale. La riattivazione tettonica del margine Nord Algerino potrebbe aver provocato una contrazione regionale delle strutture saline e della copertura sedimentaria, già a partire dalla deposizione Messiniana. La convergenza africana e la morfologia del bacino Algerino Occidentale potrebbero spiegare la maggiore intensità della deformazione salina rispetto a quella del bacino Algerino Orientale. Le osservazioni effettuate forniscono nuovi elementi per l'analisi del ruolo della tettonica salina nella comprensione della relazione tra i processi profondi e superficiali.

## Primi effetti di connessione ristretta Mediterraneo-Atlantica sul record sedimentario profondo del Mare di Alboran Occidentale

Bulian F.<sup>1</sup>, Sierro F.J.<sup>1</sup>, Kouwenhoven T.J.<sup>2</sup>, Jiménez-Espejo F.J.<sup>3,4</sup> & Krijgsman W.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dept. de Geología, Univ. de Salamanca, Plaza de los Caídos s/n, 37008, Salamanca, Spain.

<sup>2</sup>Department of Earth Sciences, Utrecht University, Budapestlaan 17, 3584 CD, Utrecht, The Netherlands.

<sup>3</sup>Instituto Andaluz de Ciencias de la Tierra (CSIC-UGR), Armilla, Spain.

<sup>4</sup>Research Institute for Marine Resources Utilization (Biogeochemistry Program), JAMSTEC, Yokosuka, Japan.

Corresponding author email: [fra.bulian@usal.es](mailto:fra.bulian@usal.es)

**Keywords:** Crisi di Salinità del Messiniano, Mare di Alboran, paleostretti, foraminiferi

La Crisi di Salinità del Messiniano ha interessato il Mar Mediterraneo tra 5.97 e 5.33 Ma ed ha portato alla deposizione di enormi accumuli di depositi evaporitici sia nei bacini marginali che in quelli profondi. Anche se tuttora largamente dibattuto, questo evento paleo-ambientale estremo è stato probabilmente causato dalla riduzione o addirittura completa chiusura delle connessioni oceaniche tra l'Oceano Atlantico e il bacino Mediterraneo, rappresentate dai corridoi Betico (sud della Spagna) e Rifiano (Nord del Marocco). L'isolamento dall'oceano globale non è avvenuto bruscamente, ma è stato un processo graduale: già a partire da 7.17 Ma i primi segni di restrizione sono visibili nei registri sedimentologici, micropaleontologici e geochimici di tutto il Mediterraneo.

In diverse località italiane, greche e cipriote sono state registrate sia una ridotta ventilazione delle acque profonde che una contemporanea proliferazione di specie di foraminiferi bentonici, che indicano livelli ridotti di ossigeno e condizioni di stress ambientale, tra le quali *Bolivina* spp., *Bulimina aculeata* e *Uvigerina peregrina*. In queste località, l'inizio del progressivo isolamento coincide con una brusca diminuzione del  $\delta^{13}\text{C}$  bentonico, contemporaneamente all'inizio di una regolare deposizione o prima comparsa di livelli sapropelitici, entrambi indicatori di un aumento del tempo di residenza delle acque profonde, probabile conseguenza di un cambio di circolazione del bacino. Escludendo i primi depositi di opale identificati nel bacino di Sorbas (Spagna Meridionale), questo primo evento di restrizione è rimasto scarsamente documentato in altre regioni del Mediterraneo Occidentale, specialmente nelle zone in prossimità dei paleo-stretti.

A tal fine, è stato condotto uno studio dettagliato su foraminiferi bentonici, isotopi stabili e geochimica elementare del Sito ODP 976 del Mare di Alboran Occidentale prima e dopo l'evento 7.17 Ma. In questo modo è stato possibile mettere in evidenza ed identificare gli effetti causati dal primo impulso di restrizione dei corridoi Betico e Rifiano sul registro sedimentario del Mediterraneo Occidentale, in una zona prossima all'Atlantico. Nel registro studiato, anche se le acque profonde non raggiungono condizioni anossiche, l'associazione dei foraminiferi bentonici, abbinata al registro  $\delta^{13}\text{C}$  bentonico, suggeriscono una profonda perturbazione della circolazione dell'acqua di fondo e una diminuzione, anche se modesta, dei livelli di ossigeno a partire da ~ 7.17 Ma.

## Eterogeneità stratigrafiche e controllo strutturale delle successioni evaporitiche messiniane lungo la transizione piattaforma - scarpata del Bacino Levantino meridionale (Libano meridionale)

Iacopini D.<sup>1</sup>, Dottore Stagna M.<sup>2</sup>, Mainul Kabir S.M.<sup>3</sup>, Maselli V.<sup>2</sup>, Hartley A.<sup>3</sup>, Gorini C.<sup>4</sup>, Oppo D.<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Distar, Università di Napoli Federico II

<sup>2</sup>Department of Earth Sciences, Dalhousie University, Halifax, Nova Scotia, Canada

<sup>3</sup>School of Geosciences, University of Aberdeen, Aberdeen, UK

<sup>4</sup>Sorbonne University, Institute of Earth Sciences, Paris, France

<sup>5</sup>School of Geosciences, University of Louisiana at Lafayette, Lafayette, USA

Corresponding author email: [david.iacopini@unina.it](mailto:david.iacopini@unina.it)

**Keywords:** Crisi di salinità del Messiniano, bacino Levantino, dati sismica 2D e 3D, tettonica, depositi evaporitici.

Negli ultimi 10 anni, il rilascio di nuovi dati di sottosuolo (sismica e pozzi) caratterizzanti i bacini offshore dell'area levantina hanno permesso di descrivere con un certo dettaglio la struttura e gli spessori stratigrafici delle Unità Evaporitiche messiniane (5.97-5.33 Ma). Per quanto riguarda le sezioni sismiche caratterizzanti le porzioni più profonde dei diversi bacini offshore come in Israele e Libano, la letteratura mostra un'ottima convergenza di interpretazioni descrivendo delle sequenze evaporitiche ben preservate e stratificate. Le diverse sezioni mostrano sei unità evaporitiche ben riconoscibili sismicamente e stratigraficamente (well log). Esse sono definite alla base e al tetto da due orizzonti erosivi conosciuti in letteratura con i nomi di *Base Salt Surface* e *Intra-Messinian Truncation Surface* (IMTS). Tali orizzonti sono ben cartografati utilizzando linee 2D e dati 3D e di pozzo attraverso tutta l'area mediterranea, da Cipro al bacino di Latakia, sino a tutti i bacini levantini lungo il margine israeliano e libanese. In tutta l'area levantina, al di sopra dell'IMTS sono stati recentemente descritti i depositi Nahr Menashe la cui origine e provenienza è ancora incerta anche perché la stratigrafia interna è spesso fortemente deformata dalla tettonica salina tardo-post messiniana. I depositi Nahr Menashe sono stati successivamente erosi da un complesso sistema di drenaggio probabilmente da associare ad un ambiente fluviale. Le sequenze plio-quadernarie post messiniane sono invece rappresentate da depositi di tipo silicoclastico (i cui spessori raggiungono 1.5 km) la cui provenienza è in parte legata sia ai depositi di delta del Nilo che dallo smantellamento della catena libanese. Similmente alla base delle Unità Evaporitiche si osservano sequenze sia carbonatiche che silicoclastiche la cui provenienza è dimostrata essere legata al proto-delta del Nilo ed ai canyon attraverso il margine Levantino. Lungo tutto il margine passivo del Libano i rapporti stratigrafici fra le unità evaporitiche e le successioni post messiniane sono di natura diversa, ma anche gli spessori stessi delle unità evaporitiche cambiano in maniera drammatica attraverso la transizione piattaforma - scarpata, ed è questo il principale argomento di questo contributo. Laddove la tettonica salina e relativa migrazione del sale (attiva ancora oggi) non viene più registrata attraverso faglie di collasso si osserva una successione evaporitica molto ridotta (*pinch out or salt welds?*) a favore dei depositi di Nahr Menashe che invece scompaiono in prossimità della piattaforma. Osserviamo perciò spesso un passaggio in sequenza di unità plio-quadernarie attraverso la Nahr Menashe, o direttamente a contatto con le unità pre-messiniane attraverso una serie ridotta di evaporiti la cui natura è incerta (*basal or top subunit?*). Laddove i depositi di scarpata sono interessati da riattivazioni compressive del *Levant Fracture System*, tali relazioni vengono ulteriormente amplificate, suggerendo che l'intero bacino durante le fasi di *Lowstand* e successiva trasgressione tardo messiniana ha continuato ad essere deformato tettonicamente. A supporto di tali osservazioni verranno mostrate diverse sezioni sismiche estratte dal database sismico 3D (PGS dataset) rilasciatoci dal *Lebanese Petroleum Ministry*.



## Crisi di Salinità del Messiniano nel Mare Adriatico

Lanzoni A.<sup>1</sup>, Del Ben A.<sup>1</sup>, Forlin E.<sup>2</sup>, Donda F.<sup>2</sup> & Zecchin M.<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup>Istituto Nazionale di Oceanografia e Geofisica Sperimentale – OGS

Corresponding author email: [alessandralanzoni.tl@gmail.com](mailto:alessandralanzoni.tl@gmail.com)

**Keywords:** Crisi di salinità del Messiniano, Mare Adriatico, Appennini, Evaporiti

Durante il Messiniano, l'attuale mare Adriatico era caratterizzato da diversi domini deposizionali. L'area rappresentava l'avampaese delle Dinaridi ad est, attive durante l'Eocene, delle Alpi meridionali a nord, attive sin dal Cretaceo, mentre il fronte degli Appennini, attivi sin dal Paleogene, era posizionato molto più ad occidente. Gli Appennini, in particolare, hanno svolto un ruolo primario durante la Crisi Messiniana di Salinità, condizionando le connessioni tra i bacini Adriatico, Ionico e proto-Tirrenico.

In seguito all'intensa attività di esplorazione petrolifera, molti dati geologici e geofisici sono stati acquisiti nell'area adriatica, successivamente resi disponibili alla comunità scientifica attraverso il progetto Videpi (<https://www.videpi.com/videpi>) e il portale SNAP (<https://www.snap.ogs.trieste.it>). Nell'ambito del presente lavoro abbiamo analizzato i profili sismici acquisiti e disponibili, dal Golfo di Trieste al Canale d'Otranto. Abbiamo interpretato la base della sequenza plio-quadernaria (PQb), analizzando anche dati disponibili in letteratura, indispensabili soprattutto per l'*offshore* balcanico. L'orizzonte PQb, caratterizzato da un riflettore di elevata ampiezza, rappresenta la superficie di erosione messiniana e/o sommità delle evaporiti messiniane.

La nostra analisi ha permesso di evidenziare che:

- Il Nord Adriatico rivela sistemi canalizzati diffusi che suggeriscono un'erosione subaerea che coinvolge anche la piattaforma carbonatica Adriatica. La possibile evidenza locale di evaporiti suggerirebbe che alcuni settori fossero sommersi dall'acqua.
- L'Adriatico Centrale mostra uno spessore di evaporiti variabile da poche decine ad un massimo di 200 metri. Sono presenti sistemi canalizzati, che hanno inciso le evaporiti nell'ultima fase messiniana. La continuità del riflettore messiniano suggerisce condizioni marine nella porzione occidentale mentre, nella porzione centrale del bacino, la dorsale Medio-Adriatica, originatasi precedentemente, presenta caratteristiche erosionali associabili ad emersione.
- In Adriatico Meridionale la piattaforma carbonatica Apula è ricoperta da una sottile sequenza pre-messiniana seguita da uno *hiatus* di posizione pliocenico. Le evaporiti messiniane, pur presenti, sembrano essere parzialmente erose all'interno del bacino Sud Adriatico.

Gli spessori variabili delle evaporiti possono essere correlati a diversi fattori tra i quali l'erosione sottomarina (canali), l'erosione subaerea (superfici discontinue), la non deposizione (possibile non conformità), e/o l'inclinazione dell'avampaese verso le catene circostanti (orizzonti pendenti). In questo lavoro, viene analizzata l'incidenza di questi fattori nei diversi settori del mare Adriatico.

## Sopravvivenza a lungo termine degli alofili nelle inclusioni fluide d'alite

Magliulo M.<sup>1</sup>, Georgiev N.<sup>1</sup>, Beblo-Vranesevic K.<sup>2</sup>, Rettberg P.<sup>2</sup>, McGenity T.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>School of Life Sciences, University of Essex, Colchester, Essex, UK

<sup>2</sup>Institute of Aerospace Medicine, German Aerospace Center (DLR), Linder Höhe, Cologne, Germany

Corresponding author email: [mm18739@essex.ac.uk](mailto:mm18739@essex.ac.uk)

Keywords: alofili, longevità, inclusioni fluide.

Le comunità microbiche che vivono in ambienti ad alta concentrazione salina sono soggette a condizioni ambientali dinamiche che possono risultare nella precipitazione di alite. I microrganismi possono rimanere intrappolati nelle inclusioni fluide dell'alite, fra questi, gli Haloarchaea vi possono sopravvivere per tempi geologici. Per studiare i meccanismi di sopravvivenza e adattamento degli alofili che vivono nelle inclusioni fluide, le cellule sono state artificialmente intrappolate in aliti prodotte in laboratorio. Risultati preliminari dimostrano che la microalga *Dunaliella salina*, è in grado di sopravvivere entro le prime tre settimane, con tempi dimezzati quando si trova con *Halobacterium salinarum* 91-R6. *Halobacterium salinarum* A1 ha mostrato una sopravvivenza migliore all'interno dei cristalli di alite, con una minore perdita di viabilità rispetto a *Halobacterium salinarum* 91-R6. Per gli aloarchea, essere intrappolati nelle inclusioni fluide di alite sembra essere una strategia di sopravvivenza, in quanto riescono a sostenere il loro metabolismo grazie al riciclo di materiale organico e nutrienti che si concentrano durante la precipitazione dei cristalli di sale. Non solo, in studi precedenti, è stato dimostrato che i cristalli di alite riescono ad offrire protezione contro le radiazioni solari e ionizzanti. La capacità di sopravvivere ad elevate dosi di radiazioni UV e ionizzanti degli aloarchea *Halobacterium salinarum* e *Halobacterium noricense* e del batterio *Salinibacter ruber* è stata testata, e risultati preliminari dimostrano che questi microrganismi sopravvivono, con una fase di lag diversa fra di loro, per cui i due Haloarchaea dimostrano un tasso di recovery più veloce rispetto a quella del batterio, che infatti si è dimostrato più sensibile alle radiazioni. Per capire quali meccanismi adattativi permettono agli Haloarchaea di sopravvivere per lunghi periodi all'interno di inclusioni fluide di alite, è stata condotta un'analisi di proteomica in cui sono state analizzate le proteine dell'organismo in tre tempi diversi, rispettivamente, durante la tarda fase di crescita esponenziale nel loro terreno di coltura, a precipitazione completata dei cristalli di alite, e 42 giorni dopo la cristallizzazione. Risultati preliminari dimostrano che i cambiamenti avvengono a livello metabolico, passando da un metabolismo aerobico ad uno anaerobico, in seguito all'esaurimento di ossigeno nel mezzo, e l'attivazione di un metabolismo alternativo che riguarda la fermentazione dell'arginina. Inoltre, il regolamento di alcuni enzimi porta all'ipotesi che questo microrganismo tende a cambiare le proprietà di proteine preesistenti, in maniera da adattarsi alle nuove circostanze senza fare affidamento sulla sintesi di nuove proteine, che ha un costo energetico. Questa capacità di sopravvivere per lunghi periodi di tempo a diversi fattori di stress rende intrigante l'ipotesi della presenza della vita su altri corpi celesti.

## L'evento Lago-Mare della crisi di salinità messiniana in Appennino centrale: nuove indicazioni dal settore marsicano (Bacino del Fucino, AQ)

Mondati G.<sup>1</sup>, Gliozzi E.<sup>1</sup>, Cavinato G.P.<sup>2</sup>, Cipollari P.<sup>1</sup>, Frezza V.<sup>1</sup> & Cosentino D.<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup>Istituto di Geologia Ambientale e Geoingegneria (IGAG), Consiglio Nazionale delle Ricerche

Corresponding author email: [domenico.cosentino@uniroma3.it](mailto:domenico.cosentino@uniroma3.it)

**Keywords:** Crisi di salinità messiniana, Lago-Mare, Ostracofauna, Paratetide, Bacino del Fucino

L'evento Lago-Mare del Messiniano corrisponde alla fase post-evaporitica della crisi di salinità che alla fine del Messiniano (5.97 – 5.33 Ma) ha interessato il Bacino del Mediterraneo. L'evento Lago-Mare è caratterizzato dalla presenza di acque salmastre, dovute all'apporto di acque continentali da parte dei fiumi drenanti nel Bacino del Mediterraneo e alle acque salmastre provenienti dal contiguo Bacino della Paratetide. Testimonianza del contributo della Paratetide al bilancio idrologico del Mediterraneo sono le abbondanti associazioni con ostracofaune, molluschi e dinocisti che mostrano una chiara pertinenza paratetidea. Nonostante organismi provenienti dalla Paratetide siano presenti a partire dalla base dei depositi post-evaporitici del Bacino Mediterraneo (p-ev1), alcuni autori considerano l'evento Lago-Mare limitato alla parte terminale della fase post-evaporitica (p-ev2).

Nell'area del Bacino del Fucino, limitati depositi contenenti ostracofauna paratetidea sono stati segnalati a partire dagli anni '60. Le caratteristiche stratigrafico-strutturali di questi depositi hanno permesso di ricostruire un bacino *thrust-top* al fronte compressivo della catena appenninica (Bacino di Le Vicenne, AQ). Questo bacino ha permesso di datare la deformazione orogenica di gran parte dell'Appennino centrale (settore Gran Sasso – Marsica) al Messiniano terminale-Zancleano inferiore. Una recente attività di ricerca svolta nel settore nordorientale dal Bacino del Fucino ha permesso di individuare nuovi e ben più estesi affioramenti di depositi attribuibili all'evento Lago-Mare del Mediterraneo, consentendo di ricostruire un più ampio bacino di *thrust-top* sviluppato sul settore marsicano della catena appenninica.

Si tratta prevalentemente di depositi sabbioso-argillosi, che mostrano la presenza di ostracofauna salmastra paratetidea, caratterizzata da: *Loxoconcha* cf. *L. ludica*, *Loxoconchae ichwaldi*, *Loxoconcha schweyeri dacica*, *Loxocorniculina djafarovi*, *Amnicythere* cf. *A. idonea*, *Cypridei sanlavauxensis*, *Caspiocypris alta*, *Camptocypris* sp. 1, e *Zalanyella venusta*. Questa associazione ad ostracodi è riferibile alla Biozona a *Loxocorniculina djafarovi*, che definisce la fase terminale dell'evento Lago-Mare (p-ev2), datata in Appennino a 5.40-5.33 Ma.

La nuova stratigrafia emersa da questo studio ha fornito nuove indicazioni per la calibrazione e interpretazione di alcuni profili sismici che attraversano la Conca del Fucino. Le linee sismiche analizzate mostrano l'esistenza, al di sotto delle coperture plio-quadernarie, di un'ampia struttura sinclinale, discordante su un substrato mesozoico intensamente deformato. Il nucleo della sinclinale, che presenta spessori di ca. 1 s (TWTT), può contenere oltre ai depositi del Messiniano Lago-Mare anche le argille marine della base dello Zancleano, come quelle osservate in superficie tra la Conca del Fucino e il Monte Sirente, in accordo con quanto ipotizzato anche per il Bacino di Le Vicenne.

## La facies diatomitica del Messiniano pre-evaporitico nell'area mediterranea: stato delle conoscenze, nuove interpretazioni e prospettive future

Pellegrino L.<sup>1</sup>, Dela Pierre F.<sup>1</sup>, Natalicchio M.<sup>1</sup>, Gennari R.<sup>1</sup>, Lozar F.<sup>1</sup>, Mancini A.M.<sup>1</sup>,  
Jordan R.W.<sup>2</sup> & Carnevale G.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Università degli Studi di Torino, Dipartimento di Scienze della Terra, Via Valperga Caluso 35, 10125 Torino (Italia);

<sup>2</sup>Department of Earth & Environmental Sciences, Faculty of Science, Yamagata University, 1-4-12 Kojirakawa-machi, Yamagata 990-8560, Japan;

Corresponding author email: [lu.pellegrino@unito.it](mailto:lu.pellegrino@unito.it)

Keywords: Messiniano, diatomiti, sapropel

La deposizione ciclica di sedimenti diatomitici rappresenta uno degli eventi paleoceanografici più significativi del Messiniano inferiore (~7-6 Ma) dell'area mediterranea. Scopo del presente contributo è di riassumere lo stato delle conoscenze, le nuove possibili interpretazioni e le direzioni di ricerca futura riguardanti le diatomiti messiniane del Mediterraneo, anche alla luce dei progetti di perforazione delle aree più profonde del bacino.

La collocazione stratigrafica di questi depositi, posti a letto delle evaporiti, ha fortemente condizionato la loro interpretazione paleoambientale. Tale interpretazione riconduce le diatomiti all'instaurarsi di ambienti ristretti e asfittici nei bacini marginali dell'area mediterranea, originatisi a seguito del progressivo isolamento del Mediterraneo poi culminato con la deposizione evaporitica. Ulteriori ipotesi hanno proposto un legame con l'intensificazione delle correnti di risalita di acque profonde (upwelling) e dell'attività vulcanica, potenzialmente in grado di supportare la produttività primaria biosilicea attraverso l'apporto di silice disciolta e altri fattori limitanti (fosforo, ferro, etc.).

Tuttavia, l'intensificazione della deposizione biosilicea nel tardo Miocene non caratterizzò esclusivamente l'area mediterranea, ma fu un evento di portata globale. L'interpretazione delle diatomiti mediterranee come preludio della crisi di salinità messiniana rischia pertanto di sottovalutare possibili fattori di controllo a scala sovraregionale. D'altra parte, la sistematica attribuzione della facies diatomitica all'intensificazione dell'upwelling o dell'attività vulcanica nell'area mediterranea deve essere rivista, tenendo conto di importanti evidenze di natura micropaleontologica e sedimentologica.

In questo contesto, suggeriamo di: i) riconsiderare le interpretazioni della deposizione diatomitica messiniana in area mediterranea anche alla luce delle più recenti conoscenze nell'ambito del ciclo biogeochimico del silicio e del ruolo degli ecosistemi terrestri nel modulare i flussi di questo elemento verso gli oceani; ii) intraprendere un più esteso studio sedimentologico ad alta risoluzione, finalizzato a comprendere i processi paleoceanografici ad alta frequenza (per esempio subannuali) che hanno governato la deposizione di questi sedimenti.

Riteniamo infine che sia prioritario indagare più approfonditamente il potenziale contenuto paleobiologico dei sapropel, classicamente considerati molto poveri o completamente privi di resti di organismi biosilicei. Il ruolo di questi ultimi nell'accumulo di materia organica durante la deposizione sapropelica potrebbe infatti essere stato fortemente sottovalutato a causa dei processi diagenetici che coinvolgono la silice in condizioni anossiche.

## Sopravvivere sotto stress all'approssimarsi della Crisi di Salinità Messiniana

Pilade F.<sup>1</sup>, Gennari R.<sup>1</sup>, Mancini A.M.<sup>1</sup>, Lozar F.<sup>1</sup>

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

Corresponding author email: [francesco.pilade@unito.it](mailto:francesco.pilade@unito.it)

**Keywords:** Ciclostratigrafia, Crisi di Salinità Messiniana, Foraminiferi bentonici, Sapropels.

La sezione di Perales (Bacino di Sorbas, Spagna SE), registra la fase pre-evaporitica (7.2-5.971 Ma) della Crisi di Salinità Messiniana (MSC). La magnetostratigrafica e la ciclicità litologica in fase con la precessione consentono la calibrazione della successione alla APTS (Sierro et al., 2003; Mancini et al., 2020).

I cicli sono quadripartiti in peliti scure laminate (sapropel), marne grigie omogenee, diatomiti e marne omogenee talvolta brune. Le fluttuazioni del plancton calcareo associabili alla ciclicità descritta sono state interpretate in termini di variazioni di produttività e struttura della colonna d'acqua. La preservazione della materia organica nelle marne omogenee brune e nei sapropel sarebbe innescata dall'aumento di produttività e mantenuta dalla stratificazione termica durante i massimi di insolazione, mentre la rottura della stratificazione dopo tale fase porterebbe alla ripresa della produttività superficiale, a carattere stagionale nelle diatomiti, ed al suo incremento nelle marne superiori.

L'analisi quantitativa della frazione > 125µm in 120 campioni prelevati nei 12 cicli litologici (UA23-UA34) che precedono l'inizio della MSC ha permesso di monitorare la risposta dei foraminiferi bentonici (FB).

L'abbondanza dei FB per grammo mostra due picchi per ciclo precessionale, nelle marne inferiori e in quelle superiori. Il secondo risulta più prominente durante i minimi di insolazione.

A minor frequenza, l'abbondanza è correlata all'eccentricità. Le associazioni sono oligotipiche e composte principalmente da taxa opportunisti appartenenti ai generi *Bolivina* (*Bol.*), *Bulimina* (*Bu.*), *Rectouvigerina* (*Ruv.*). Le marne inferiori contengono associazioni poco più diversificate, grazie alla presenza minoritaria di taxa meso-eutrofici di fondali ossigenati.

La parte intermedia e superiore dei sapropel è priva di FB > 125 µm, ma contiene abbondanti esemplari di *Bol.* e *Bul.* nella frazione compresa fra 63 e 125 µm.

Dal ciclo UA32 il genere *Ru.* scompare, mentre nei cicli superiori si osserva un progressivo deterioramento della conservazione dei FB, con evidenti segni di dissoluzione nel ciclo UA34, a tetto del quale non si osservano FB.

Il confronto con le variazioni del plancton calcareo individuate da Sierro et al. (2003) e da Mancini et al. (2020), mostra una stretta correlazione tra la produttività primaria superficiale e la risposta dei FB.

La prevalenza di *Bol.*, *Bul.* o *Ruv.* può essere messa in relazione al tipo di risorse trofiche disponibili e all'ossigenazione dei fondali. Tali variabili sono associate alla configurazione dei parametri orbitali e all'aumento dello stress ambientale legato all'approssimarsi della MSC.

### References:

- Sierro F.J. et al. (2003) - Orbitally-controlled oscillations in planktic communities and cyclic changes in western Mediterranean hydrography during the Messinian. *Palaeo3*, 190, 289–316.
- Mancini A.M. et al. (2020) - Calcareous nannofossil and foraminiferal trace element records in the Sorbas Basin, *Palaeo3*, 554, 1-17.

## Studio dei cambiamenti ambientali all'inizio della Crisi di salinità messiniana nel Mediterraneo Settentrionale (Bacino Piemontese, Italia Nord-occidentale)

Sabino M.<sup>1</sup>, Natalicchio M.<sup>2</sup>, Birgel D.<sup>1</sup>, Dela Pierre F.<sup>2</sup> & Peckmann P.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institut für Geologie, Universität Hamburg, Hamburg, Germany, mathia.sabino@studium.uni-hamburg.de

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

Corresponding author email: [mathia.sabino@studium.uni-hamburg.de](mailto:mathia.sabino@studium.uni-hamburg.de)

**Keywords:** fossili molecolari, *n*-alkani, paleoclima, stratificazione della colonna d'acqua, condizioni redox

Il Miocene superiore (11,6 - 5,33 Ma) rappresenta il periodo di tempo in cui il Mediterraneo ha assunto il suo attuale carattere di bacino ristretto, a causa del quasi completo isolamento tettonico dagli Oceani. L'acme del restringimento del bacino fu raggiunta circa 6 milioni di anni fa, quando lo scambio con l'Oceano Atlantico venne fortemente ridotto e il ciclo idrologico del bacino alterato, con la deposizione di enormi volumi di rocce evaporitiche (gesso, anidrite e salgemma). Tali depositi formano quello che oggi è conosciuto come 'Mediterranean Salt Giant', il prodotto più eclatante della Crisi di salinità messiniana (5,97 – 5,33 Ma). Le condizioni ambientali sviluppatasi all'inizio e durante della Crisi di salinità restano ancora oggi fortemente dibattute, soprattutto a causa dell'inaccessibilità di gran parte delle rocce evaporitiche attualmente sepolte sotto i depositi Pliocenico-Quaternari nelle piane abissali del Mediterraneo e lo scarso contenuto fossilifero delle successioni affioranti nell'area peri-mediterranea. Con l'intento di ampliare la conoscenza sulle condizioni ambientali instauratesi all'inizio della Crisi di salinità messiniana, abbiamo investigato attraverso analisi geochemiche organiche, inorganiche e petrografiche una successione deposta a paleoprofondità comprese tra 200 e 1000 m del Bacino Piemontese, costituita da coppie pelite/marna. Questi sedimenti rappresentano i depositi tempo-equivalenti delle coppie pelite/gesso deposte nei settori poco profondi (meno di 200 m) del bacino Mediterraneo durante la prima fase (5,97 – 5,60 Ma) della Crisi di salinità messiniana. I risultati indicano che l'inizio della Crisi fu marcato da un'intensificazione della stratificazione della colonna d'acqua, probabilmente favorito da un aumento degli input fluviali dovuto all'instaurazione di un clima più umido nell'area settentrionale del bacino Mediterraneo. Inoltre, i risultati non evidenziano lo sviluppo di condizioni completamente iperaline, ma piuttosto la persistenza di condizioni marine normali almeno nella porzione superiore della colonna d'acqua. Un chemocline relativamente stabile separava la porzione superiore della colonna d'acqua da quella inferiore, quest'ultima poco ossigenata. La strutturazione della colonna d'acqua e le condizioni redox in essa sviluppatasi governarono la distribuzione delle facies sedimentarie durante la prima fase della crisi.

## L'inizio della crisi di salinità Messiniana: nuove conoscenze dalla successione del Bacino di Caltanissetta (Sicilia, IT)

Tzevahirtzian A.<sup>1</sup>, Caruso A.<sup>1</sup> & Scopelliti G.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Dipartimento di Scienze della Terra e del Mare (DiSTeM), Università degli Studi di Palermo, via Archirafi 20-22, 90123 Palermo, Italy

Corresponding author email: [athina.tzevahirtzian@unipa.it](mailto:athina.tzevahirtzian@unipa.it)

*Keywords:* Crisi di Salinità Messiniana, Bacino di Caltanissetta, Calcare di Base, Formazione di Tripoli.

L'acquisizione di due nuove carote 3AGN2S02 e 3AGN2S04 nell'avanfossa di Gela, conosciuta anche come 'Bacino di Caltanissetta', rappresenta un'opportunità per una migliore comprensione degli eventi messiniani, così come per la ricostruzione dell'architettura del bacino siciliano. La "fase messiniana iniziale" (7.2-5.96 Ma) che precede la Crisi della Salinità Messiniana (MSC), è già stata indagata nel Bacino di Caltanissetta. Sebbene la Formazione Tripoli e il "Calcare di Base" (CdB) sono stati ampiamente studiati, la loro formazione e caratterizzazione rimangono poco chiare. Il CdB è stato comunemente considerato come la prima unità evaporitica della successione messiniana in Sicilia. L'età variabile ottenuta per questa formazione è stata considerata indicativa di un inizio diacrono della MSC (Rouchy and Caruso, 2006). Tuttavia, Manzi et al. (2011) suggeriscono che il CdB non corrisponde esclusivamente all'inizio della MSC. Secondo questi autori, il CdB è costituito da tre facies carbonatiche che caratterizzano diversi stadi della MSC.

In questo lavoro, l'analisi sedimentologica, geochemica e petrografica delle due carote ha permesso di evidenziare i cambiamenti paleoambientali che riguardano il Mediterraneo centrale durante il passaggio da condizioni marine a condizioni "stressate", fino all'inizio della MSC. Inoltre, è stato possibile osservare le differenze tra i bacini marginali e i bacini profondi del Bacino di Caltanissetta.

Le analisi sedimentologiche e mineralogiche hanno rivelato che la carota 3AGN2S04 è costituita dalle facies marginali tipiche della Formazione Tripoli che passano alle facies tipiche del CdB. La carota 3AGN2S02 mostra la presenza di sali potassici che passano verso l'alto a gessareniti.

I valori isotopici, la presenza di pseudomorfi di alite nella facies brecciata del CdB, la presenza di gesso in alcuni livelli del CdB e la variazione della frazione carbonatica all'interno dei livelli del CdB suggeriscono il verificarsi di condizioni iperalinealternate a brevi periodi di input di acqua dolce. La comparazione delle due carote indica un passaggio laterale dalla zona marginale in cui si deposita il CdB alla zona bacinale in cui si formano sali potassici. La transizione locale fra la parte più alta della formazione di Tripoli e il CdB riflette un peggioramento dei collegamenti marini tra il Mediterraneo e l'oceano Atlantico, indicando che durante il tardo Messiniano le condizioni ambientali di stress erano costanti nelle zone di piattaforma del Mediterraneo centrale. Gli input marini non sono stati abbastanza importanti per bilanciare gli effetti delle fluttuazioni climatiche e il rapporto evaporazione/precipitazione nei bacini semi-chiusi supposti in questo lavoro.

### References:

- Manzi V., Lugli S., Roveri M., Schreiber C. and Gennari R. (2010) - The Messinian 'Calcare di Base' (Sicily, Italy) revisited, *Geological Society of America Bulletin* 2011, doi: 10.1130/B30262.1
- Rouchy J.M. and Caruso, A. (2006) - The Messinian salinity crisis in the Mediterranean basin: a reassessment of the data and an integrated scenario. *Sed. Geol.*, 188–189, 35–67.

**MW 7.**

**Stratigrafia integrata di successioni marine  
quaternarie-oloceniche**

*Moderatori:* Lirer F., Insinga D.D., Bonomo S., Cascella A.

L'analisi stratigrafica integrata di una successione marina si basa sull'utilizzo e l'integrazione di metodologie diverse per risolvere problemi di cronologia e correlazione stratigrafica e per dare risposte a quesiti legati ad una Grand Challenge delle Science della Terra ovvero la stima della variabilità climatica in condizioni diverse da quelle attuali. Questa sessione richiede contributi che affrontino studi di stratigrafia del Quaternario e dell'Olocene, in ambiente marino, con un approccio multidisciplinare (e.g. eco-biostratigrafia, tefrostratigrafia, geocronologia, geochimica isotopica, paleomagnetismo, petrofisica, sismostratigrafia) considerando anche i problemi di correlazione tra proxy stratigrafici diversi.

Questioni aperte: Quali sono le prospettive di sviluppo tecnologico ed analitico per la stratigrafia integrata di sedimenti marini? Quale è la disponibilità di infrastrutture al servizio dei ricercatori in scienze del mare ed è possibile immaginare forme per massimizzarne la fruizione?



## La nuova frontiera della stratigrafia integrata: cosa ci dicono gli isotopi radiogenici e stabili non convenzionali

Cornacchia I.<sup>1</sup> & Agostini S.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Istituto di Geoscienze e Georisorse IGG-CNR, Via G. Moruzzi 1, 56124 Pisa, Italy

Corresponding author email: [irene.cornacchia@igg.cnr.it](mailto:irene.cornacchia@igg.cnr.it)

Keywords: B isotopes, Nd isotopes, Neptune Plus multicollector ICP-MS, paleoclimate, paleoceanography

L'attuale surriscaldamento globale minaccia tutti gli ecosistemi della Terra, e per questo gli scienziati sono chiamati a fornire informazioni, strumenti e potenziali soluzioni. In questo quadro, le geoscienze, e la stratigrafia in particolare, sono le discipline più indicate per comprendere i cambiamenti globali del passato, i meccanismi che hanno innescato i cambiamenti climatici, gli effetti di questi ultimi sui paleoambienti e la paleoceanografia, così come la risposta dei diversi ambienti deposizionali e degli ecosistemi alle perturbazioni. I recenti progressi tecnologici della spettrometria di massa hanno ampliato enormemente i campi di applicazione della geochimica isotopica e della chemiostratigrafia. Alcuni esempi sono gli studi dei rapporti isotopici del Nd per ricostruzioni paleoceanografiche, gli isotopi di Li e Mg per lo studio di fasi climatiche aride e umide, gli isotopi del B come proxy di paleo-pH e paleoCO<sub>2</sub> nel passato geologico. La ricostruzione delle concentrazioni di CO<sub>2</sub> nel sistema accoppiato atmosfera-oceano è fondamentale per comprendere la sensibilità del sistema Terra all'aumento dei gas serra. Sono diversi i proxy che vengono usati a questo scopo -stomata, alchenoni, isotopi stabili del C- ognuno dei quali presenta grandi potenzialità, ma anche limiti. Il rapporto isotopico del B dei foraminiferi planctonici ha dimostrato di essere un ottimo proxy, perché restituisce stime accurate della paleo-CO<sub>2</sub> e non risente di fattori regionali o locali a differenza di altri (stomata). L'Istituto di Geoscienze e Georisorse (IGG-CNR) ha una lunga tradizione e una grande competenza acquisita sulla geochimica isotopica in generale, e del B in particolare. La recente installazione dello spettrometro di massa Neptune Plus multicollectore dà la possibilità di restituire misure molto accurate (0.5‰ o meglio) anche su campioni molto piccoli o concentrazioni elementali molto basse. Questa implementazione strumentale è stata un'ottima occasione per applicare sempre di più la geochimica isotopica anche a campi di studio che precedentemente non venivano trattati, come la stratigrafia e le ricostruzioni paleoclimatiche. Ricostruzioni paleoceanografiche a partire dai rapporti isotopici di Nd su foraminiferi planctonici erano già state condotte con uno spettrometro TIMS MAT 262 (Cornacchia et al., 2018), per il quale era stato necessario sviluppare un metodo specifico da applicare su microfossili carbonatici. Oggi, grazie al Neptune Plus (che ha una sensibilità 100 volte superiore al MAT 262), e al perfezionamento della procedura di separazione elementale, possiamo fare analisi di Nd in modo routinario. In ultimo, stiamo anche adattando i metodi di separazione e misura degli isotopi di B, ma anche Li e Mg su carbonati e microfossili per essere pronti a rispondere al numero crescente di domande e sfide alle quali la nostra comunità scientifica è chiamata ad affrontare.

### References:

Cornacchia I., Agostini S. & Brandano M. (2018) - Miocene oceanographic evolution based on the Sr and Nd isotope record of the Central Mediterranean, *Paleoceanography and Paleoclimatology*, 33(1), 31-47.

## La Geologia Marina di Taranto: la base fisica per lo studio dell'inquinamento antropico nel settore settentrionale del Mar Ionio

De Giosa F.<sup>1</sup>, Lisco S.<sup>2</sup>, Mastronuzzi G.<sup>2</sup>, Moretti M.<sup>2</sup>, Rizzo A.<sup>2</sup>, Scardino G.<sup>2</sup>, Scicchitano G.<sup>2</sup>, Valenzano E.<sup>2</sup>, Velardo R.<sup>3</sup>, Capasso G.<sup>3</sup> & Corbelli V.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Environmental Surveys S.R.L., Taranto, Italy

<sup>2</sup> Dipartimento di Scienze della Terra e Geoambientali, Università degli Studi di Bari "Aldo Moro", Italy

<sup>3</sup> Autorità di Distretto dell'Appennino Meridionale, Caserta, Italy

Corresponding author email: [angela.rizzo@uniba.it](mailto:angela.rizzo@uniba.it)

**Keywords:** Marine seismics, marine sediments, Area Vasta

Il Mar Piccolo e il Mar Grande (Mare Ionio settentrionale) rappresentano due bacini marini di forma sub-circolare che si sviluppano rispettivamente con caratteri di mare interno e bacino marino relativamente protetto. Recentemente, ai dati raccolti per lo studio dell'inquinamento dei sedimenti del Mar Piccolo si sono aggiunti i risultati di una campagna di Geologia Marina condotta nell'ambito del progetto "Area Vasta" sul Mar Grande (entrambi finanziati dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare-Commissario Straordinario per gli Interventi urgenti di bonifica, ambientalizzazione e riqualificazione di Taranto). Il riconoscimento delle principali superfici di discontinuità, della geometria, litologia e della collocazione cronostratigrafica delle unità sedimentarie ha rappresentato il primo passo per la caratterizzazione dello spessore dei sedimenti interessati dall'inquinamento sia di tipo organico che inorganico (metalli pesanti).

In questo lavoro vengono presentati i risultati della sismica monocanale acquisita tramite *Sparker* (SPK) e *Sub-Bottom Profiler* (SBP). I profili sismici sono stati interpretati anche sulla base delle stratigrafie rinvenienti dai sondaggi diretti (Mastronuzzi et al., 2012; Valenzano et al., 2018). I profili SPK hanno permesso di tracciare l'andamento del substrato carbonatico del Cretaceo superiore (Calcarea di Altamura, ALT) sul quale, in discordanza, è stato possibile riconoscere una spessa successione argillosa riferibile all'unità stratigrafica informale delle argille subappennine (ASP, Pliocene - Pleistocene medio). I profili SBP hanno permesso invece di evidenziare spessori e geometrie delle unità post-LGM che si sviluppano in un sistema morfostratigrafico tipo *incised-valley* che si segue con buona continuità dal Mar Piccolo al Mar Grande.

### References:

- Mastronuzzi G., Artusa C., Fontolan G., Longo D., Milella M., Pignatelli C. & Piscitelli A. (2012) - Underwater surveys in the reconstruction of Upper Pleistocene – Holocene sea level changes in the Taranto seas. *Rendiconti Online Soc. Geol. It.*, 21, 1176-1178.
- Valenzano E., Scardino G., Cipriano G., Fago P., Capolongo D., De Giosa F., Lisco S., Mele D., Moretti M. & Mastronuzzi G. (2018) - Holocene morpho-sedimentary evolution of the Mar Piccolo basin (Taranto, southern Italy). *Geogr. Fis. e Dinam. Quat.* 41, 119-135.

## High-resolution records of climate variation over the last 15 ka in the Tyrrhenian Sea

Di Donato V.<sup>1\*</sup>, Di Lorenzo H.<sup>1</sup>, Ferretti P.<sup>2</sup>, Insinga D.D.<sup>3</sup>, Molisso F.<sup>3</sup>, Petrosino P.<sup>1</sup>, Russo Ermolli E.<sup>1</sup>, Sacchi M.<sup>3</sup> & Senatore M.R.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Scienze della Terra, dell' Ambiente e delle Risorse – Università degli Studi di Napoli

<sup>2</sup> Dipartimento di Scienze Ambientali, Informatica e Statistica – Università Ca' Foscari Venezia

<sup>3</sup>Istituto di Scienze Marine (ISMAR) - Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), Sede di Napoli

<sup>4</sup>Dipartimento di Scienze e Tecnologie - Università del Sannio

Corresponding author email: [valedido@unina.it](mailto:valedido@unina.it)

*Keywords:* tephrostratigraphy, ecostratigraphy, radiocarbon dating, transfer functions

The definition of accurate chronostratigraphic correlation is a crucial point in paleoclimatic studies of the last glacial interglacial cycle. Radiocarbon dating represents a fundamental tool; however, analytical sensitivity, reservoir age changes and contamination issues may hamper a full confidence in the age models of stratigraphic successions. Tephra and cryptotephra may represent fixed timelines to which anchor the recognized events.

The integrated analysis of marine co-sampled in the Tyrrhenian Sea allowed us to propose a synthesis scheme of the climatic-stratigraphic events that characterized this basin during the Last Glacial Period and the Holocene. The chronostratigraphic framework of the studied successions was based on AMS <sup>14</sup>C datings and more than 40 primary tephra layers, which have been correlated with well-dated volcanic events on land. These deposits punctuate in the marine record the explosive activity occurred at Ischia island, Campi Flegrei-Procida island and Somma-Vesuvius in the investigated time span. The composite tephra record includes major marker layers emplaced during plinian and sub-plinian eruptions and other deposits sourced by moderately explosive events. All these deposits have a wide distribution along the Campania coastal margin thus representing powerful tools to synchronise paleoclimate archives.

Micropaleontological data refer to planktonic and benthic foraminifera as well as pollen assemblages. Transfer functions based on compositional data analysis techniques were adopted to obtain quantitative reconstructions of sea surface temperatures and atmospheric parameters. Finally, the integration with stable isotope analysis allows the overall reconstruction of the climatic and paleoceanographic evolution of this basin and surrounding areas for the considered time interval.

## **Evoluzione quaternaria di un'area costiera in risposta alle variazioni del livello marino: un esempio dalla Sicilia sudorientale (Marzamemi, SR)**

Distefano S.<sup>1</sup>, Di Stefano A.<sup>1</sup> & Gamberi F.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche e Ambientali, Università degli Studi di Catania,

<sup>2</sup>Istituto di Scienze Marine, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Bologna

Corresponding author email: [salvatore.distefano@unict.it](mailto:salvatore.distefano@unict.it)

**Keywords:** Continental shelf, Seismic stratigraphy, Eustatism, Transgressive and Highstand System Tracts

L'ampia variabilità sedimentologica e stratigrafica dei depositi costieri riflette differenti processi e regimi deposizionali, strettamente connessi con le variazioni del livello marino. La morfologia delle piattaforme continentali - spesso il risultato della combinazione tra l'effetto dell'attività tettonica e dell'eustatismo - gioca un ruolo importante nel controllo dell'evoluzione e della preservazione degli ambienti costieri, caratterizzati da peculiari forme deposizionali.

I dati sismo-acustici ad alta risoluzione sono il principale mezzo per la ricostruzione di tale morfologia e, più in particolare, dell'assetto stratigrafico dei depositi connessi alla variazione del livello marino. Tale approccio è stato adottato in questo studio, al fine di investigare una porzione *offshore* della Sicilia sudorientale e le connessioni evolutive con la vicina linea di costa e le aree adiacenti emerse (Marzamemi, SR).

L'interpretazione di profili ad alta risoluzione ha permesso di ricostruire l'evoluzione tardo Quaternaria di quest'area caratterizzata da peculiari ambienti alluvionali e lagunari, il cui sviluppo è strettamente connesso con le variazioni eustatiche nell'ultimo periodo glaciale ed interglaciale.

I profili sismici mostrano un substrato acustico caratterizzato da riflettori ondulati a media-bassa ampiezza interpretati come appartenenti alle successioni marnose plioceniche e/o alle successioni più antiche affioranti nel settore meridionale dell'area di studio. Verso l'alto riflettori lateralmente più discontinui e a più elevata ampiezza sono interpretati come corrispondente alla formazione tirreniana calcarenitica, affiorante nella vicina area *onshore*. Il suo limite superiore è un'evidente discordanza dall'andamento marcatamente irregolare, interpretata come una superficie erosiva sviluppatasi durante l'ultimo basso stazionamento del livello marino. Tale limite è caratterizzato da ampie incisioni corrispondenti probabilmente a paleo-valli fluviali. Al loro interno, la variabilità della risposta acustica delle unità sedimentarie rivela le intrinseche variazioni sedimentologiche dei depositi alluvionali/lagunari, determinate dall'ultima glaciazione (Würm, 110-11.7 Ka). Questi ultimi sono evidenziati da una sequenza di riflettori moderatamente continui a media-alta ampiezza, corrispondenti a *bay head deltas* e/o ad ambienti di laguna, e rappresentano il risultato di una sedimentazione in regime a bassa energia durante la fase trasgressiva olocenica.

Verso l'alto, una marcata e lateralmente continua riflessione è interpretata come *Maximum Flooding Surface* olocenica, che delimita alla base i depositi di stazionamento alto del livello marino caratterizzati da una stratificazione subparallela ed associati agli attuali depositi costieri. Infine, un'altra unità caratterizzata da una facies caotica e affiorante sugli alti morfologici del substrato calcarenitico è interpretata come corrispondente ad epositi di scogliera della fase olocenica di *highstand*.

## Climatostratigraphic signals across MIS 20-18 from western to central Mediterranean

Girone A.<sup>1\*</sup>, Maiorano P.<sup>1</sup>, Marino M.<sup>1</sup>, Quivelli O.<sup>1</sup>, Bazzicalupo P.<sup>1</sup>, Trotta S.<sup>1</sup>, Bertini A.<sup>2</sup>, Bassinot F.<sup>3</sup> & Rodrigues T.<sup>4-5</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Scienze della Terra e Geoambientali, Università di Bari Aldo Moro, BariItaly.

<sup>2</sup>Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Firenze, Firenze, Italy

<sup>3</sup>Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement, Domaine du CNRS, France

<sup>4</sup>Divisão de Geologia e GeorecursosMarinhos, InstitutoPortuguês do Mar e da Atmosfera, Lisboa, Portugal

<sup>5</sup>Centro de Ciências do Mar (CCMAR), Universidade do Algarve, Campus de Gambelas, Faro, Portugal

Corresponding author email: [angela.girone@uniba.it](mailto:angela.girone@uniba.it)

*Keywords:* MIS 19, climatostratigraphy, Mediterranean

The Pleistocene Marine Isotope Stage (MIS) 19, considered a close analogue of the present interglacial, represents a valuable time window for documenting natural climate variability. The pattern of the termination/onset of the interglacial, the duration of the interglacial, the intra-interglacial variability, its actual good analogy with MIS 1 are few of the discussion points concerning this interglacial. The different chronologies among the records often hamper a detailed correlation as well as the evaluation of the timing of climate changes on a basin and global scale. In the latest years we have investigated few Mediterranean marine records integrating biotic signals from the calcareous plankton assemblage with additional marine and terrestrial proxies such as isotope stratigraphy, pollens and biomarkers. Our dataset essentially derives from the Ocean Drilling Program sites 975 in the Balearic Basin and 976 in the Alboran Sea, and from the onland Montalbano Jonico section in the Ionian Basin. The multi-proxy approach we adopted, coupled with high-resolution investigations, offer the opportunity to document millennial-submillennial climate variability across the interglacial MIS 19 and how the climatostratigraphic signals maybe valuable correlation tools from western to central Mediterranean. Comparison with North Atlantic reference records provide evidence for discriminating between local and global patterns. Main results indicate the occurrence of a clear millennial-sub-millennial climate variability across Termination IX that can be traced in different Mediterranean sectors and reflecting North Atlantic climate perturbations. The occurrence of organic rich layer or ghost sapropel associated with insolation cycle 74 is evident at the onset of MIS 19c and reflect an additional paleoceanographic key level in the Mediterranean basin. The climate trend towards the MIS 18 glacial inception is punctuated by distinct millennial climate variability marked in both marine and continental proxies and associated with North Atlantic iceberg discharges. The overall climatostratigraphic signals across MIS20-18 are all valuable tools for high-resolution stratigraphic correlation.

## Le potenzialità dell'approccio ecobiostratigrafico per i nannofossili calcarei del tardo Quaternario nel Mediterraneo

Incarbona A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Università degli Studi di Palermo, Dipartimento di Scienze della Terra e del Mare, Via Archirafi 22, 90134 Palermo, Italia.

Corresponding author email: [alessandro.incarbona@unipa.it](mailto:alessandro.incarbona@unipa.it)

Keywords: calcareous nannofossils; Mediterranean; Quaternary; ecobiostratigraphy

I nannofossili calcarei sono il gruppo planctonico con la più alta risoluzione per i sedimenti del Quaternario nel Mediterraneo. Tuttavia, l'analisi ad alta risoluzione in sequenze depositate ad alta velocità di sedimentazione richiede l'adozione di strategie di analisi biostratigrafica sempre più raffinate. L'adozione di una stratigrafia integrata del plancton calcareo non migliora in modo significativo la risoluzione stratigrafica, in ragione della scarsità di bioeventi dei foraminiferi planctonici nel Quaternario. È necessario quindi rivolgere l'attenzione verso eventi di tipo ecologico, per loro natura ripetitivi e con valenza locale.

Il primo di questi approcci caratterizzato da eventi ripetitivi riguarda gli intervalli di dominanza di specie di Noelaerhabdaceae, ricalcando la strategia di Hine & Weaver (1998) nell'Oceano Atlantico per il Pleistocene Medio. La stessa sequenza di intervalli di dominanza di specie di *Gephyrocapsa* spp. e *Emiliana huxleyi* è stata identificata nel Mediterraneo centrale (Incarbona et al., 2009). Questo approccio è stato utilizzato nella piana abissale delle Baleari, per la correlazione tra carote marine diverse e la datazione di un livello di megatorbidite, e nei sedimenti della Piana di Palermo, in combinazione con bioeventi di tipo tradizionale.

Il secondo approccio riguarda la distinzione dell'intervallo stratigrafico in ecobiozona, finalizzato alla ricostruzione paleoambientale. La maggior parte di questi studi è stata svolta su carote di sedimento di limitato spessore e nel Mediterraneo orientale è di solitolimitata all'intervallo di deposizione del sapropel S1 o S5. In Di Stefano et al. (2015) è stata condotta una revisione degli ecobioeventi a nannofossili calcarei degli ultimi 145 mila anni nel Mediterraneo, valutandone la tracciabilità in termini di estensione geografica e compatibilità temporale. Questo lavoro sottolinea la presenza di eventi che sembrano avere la potenzialità di una piena estensione all'interno dell'area del Mediterraneo occidentale e una quasi contemporaneità, come per esempio i picchi di abbondanza di *Gephyrocapsa oceanica* nell'*optimum* climatico dell'Olocene. Allo stesso tempo, questo studio descrive la difficoltà di tracciare ecobioeventi tra il Mediterraneo occidentale ed orientale, a causa delle marcate differenze ecologiche tra i due bacini.

### References:

- Di Stefano A., Foresi L.M., Incarbona A., Sprovieri M., Vallefucio M., Iorio M., Pelosi N., Di Stefano E., Sangiorgi P., Budillon F. (2015) - Mediterranean coccolith ecobiostratigraphy since the penultimate Glacial (the last 145,000 years) and ecobioevent traceability. *Mar. Micropal.*, 115, 24-38.
- Hine N. & Weaver P. P. E. (1998) - Quaternary. In: Bown, P. R., Ed., *Calcareous nannofossil biostratigraphy*, 266-283. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Incarbona A., Di Stefano E. & Bonomo S. (2009) - Calcareous nannofossil biostratigraphy of the central Mediterranean Basin during the last 430,000 years. *Stratigraphy*, 6, 33-44.

## **The Late Pleistocene-Holocene tephra record along the southern Campania margin (eastern Tyrrhenian Sea): a contribution to time constrain submarine slide events.**

Insinga D.D.<sup>1\*</sup>, Calvert A.T.<sup>2</sup>, Camerlenghi A.<sup>3</sup>, Iorio M.<sup>1</sup>, Lubritto C.<sup>4</sup> & Budillon F.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ISMAR-CNR, sede di Napoli.

<sup>2</sup>USGS, Menlo Park, California.

<sup>3</sup>OGS, Sgonico (Ts).

<sup>4</sup>Università degli Studi della Campania “Luigi Vanvitelli”, Caserta.

*Corresponding author email:* [donatelladomenica.insinga@cnr.it](mailto:donatelladomenica.insinga@cnr.it)

*Keywords:* tephra, Neapolitan volcanoes, marine geo-hazards, Campania margin

A large variety of sedimentary processes triggered by volcano-tectonic activity and involving the inner shelf to the slope, makes the southern Tyrrhenian an excellent study area for the event stratigraphy. Tephrochronology, in particular, has proven to be among the best approaches to provide the timing of events. In the last decades, scientific projects focused on geological mapping, marine geo-hazards and paleoclimate research along the Campania margin used tephrochronology to date sediments and to constrain events at a high-resolution level, even at centennial scale. The effectiveness of this stratigraphic method for the analysis of marine records is enhanced by the high sedimentation rates on the shelf and the mid-proximal location of the studied basins in respect to the Neapolitan volcanoes (Ischia island, Campi Flegrei-Procida island and Somma-Vesuvius complex). Large amounts of volcanic materials, in fact, can be found intercalated to the Late Pleistocene-Holocene sequences providing powerful isochronous horizons. We present here new data on tephra deposits found in a number of cores located specifically in the Salerno Bay and offshore the Cilento coastline. Most of the records are from stratigraphic settings affected by large submarine slides and they have been investigated by an integrated stratigraphic approach, which includes tephrostratigraphy, AMS radiocarbon dating, petrophysics and seismic stratigraphy. We discuss the relation of the analyzed tephra in respect to the remobilized successions and their role to time-constrain the hazardous events. Then, the obtained proximal-distal correlations are integrated to the already published to infill the tephrostratigraphic framework of the study area down for the last 110 kyr.

## Il GSSP del tardo Olocene. Nel bacino del Mediterraneo esistono bioeventi che permettono di identificare la base del Meghalayan in sedimenti marini?

Lirer F.

Istituto di Scienze Marine (ISMAR) – CNR, sede di Napoli, Calata Porta di Massa, Napoli 80133, Italia

Corresponding author email: [fabrizio.lirer@cnr.it](mailto:fabrizio.lirer@cnr.it)

Keywords: Mediterranean, biostratigraphy, planktic foraminifera, Holocene

Il noto evento climatico a 4.2 ka è formalmente utilizzato per identificare il GSSP del Tardo Olocene (Meghalayan stage, ratificato da IUGS il 25 giugno 2018) situato nello speleotema della Grotta di Mawmluh in India (Walker et al., 2018). Cronologicamente, questo evento si estende da 3,8 a 4,4 kyr ed è considerato un evento climatico freddo-secco a scala globale (i.e., Mayewski et al., 2004; Staubwasser & Weiss, 2006).

Nel Mediterraneo, questo evento è documentato in pochissimi records (i.e., Di Rita & Magri, 2009; Margaritelli et al., 2016; Di Rita et al., 2018; Bini et al., 2019; Català et al., 2019) ma non è ancora chiaro se, nelle successioni marine, ci siano eventi bio-stratigrafici utili a vincolare e / o approssimare questo GSSP.

Nelle *stratotype sections* che contengono i GSSPs del Neogene e del Quaternario del Mediterraneo, sono generalmente documentati alcuni bioeventi a plancton calcareo che approssimano la base dei GSSP, rappresentando sia criteri aggiuntivi per identificare la base degli *stages* che importanti strumenti di correlazione regionale ed extra-regionale.

Nei record marini dell'Olocene, non è facile seguire lo stesso approccio adottato per gli altri GSSP del Mediterraneo, poiché le analisi quantitative ad alta risoluzione sui foraminiferi planctonici hanno dimostrato chiaramente la forte eterogeneità delle associazioni oloceniche nel bacino del Mediterraneo.

Recentemente, alcuni autori (Sprovieri et al., 2003; Ferraro et al., 2018; Lirer et al., 2013; Margaritelli et al., 2016) hanno documentato in record marini del Mediterraneo centrale e occidentale, dopo l'intervallo di tempo cronologico relativo alla deposizione di Sapropel S1 nel Mar Mediterraneo orientale, un forte aumento nell'abbondanza della specie a foraminiferi planctonici *Globorotalia truncatulinoides* ad avvolgimento sinistrorso.

La *Globorotalia truncatulinoides* ha un modello di distribuzione discontinuo ma risulta essere una specie marker, dal punto di vista biocronologico, sin dalla sua prima comparsa a 2 Ma (Pleistocene) nella regione Mediterranea (Lirer et al., 2019). In particolare, il progressivo aumento dell'abbondanza di questa specie a ca. 4.4- 4.8 kyr BP, sembra approssimare cronologicamente la base del *Global Stratotype Section and Point* del Meghalayan stage nel bacino del Mediterraneo. Questo bioevento potrebbe rappresentare un importante marker per le correzioni a scala regionale nel bacino del Mediterraneo centro-occidentale.

### References:

- Bini et al., (2019) - The 4.2 ka BP Event in the Mediterranean Region: an overview. *Climate of the Past*, vol. 15, p. 555-577, doi: [org/10.5194/cp-15-555-2019](https://doi.org/10.5194/cp-15-555-2019)
- Català et al., (2019) - Holocene hydrography evolution in the Alboran Sea: a multi-record and multiproxy comparison. *Climate of the Past*, vol. 15, p. 927-942, doi: [10.5194/cp-15-927-2019](https://doi.org/10.5194/cp-15-927-2019).
- Di Rita & Magri, (2009) - Holocene drought, deforestation, and evergreen vegetation development in the central Mediterranean: a 5,500 year record from Lago Alimini Piccolo, Apulia, southeast Italy. *The Holocene* 19, 295-306.
- Di Rita et al., (2018) - Holocene forest dynamics in central and western Mediterranean: periodicity, spatio-temporal patterns and climate influence. *Scientific Reports*, doi: [10.1038/s41598-018-27056-2](https://doi.org/10.1038/s41598-018-27056-2)
- Ferraro et al., (2018) - Late Quaternary palaeoenvironmental reconstruction of sediment drift accumulation in the Malta Graben (central Mediterranean Sea). *Geo-Marine Letters*, 38:241–258.
- Lirer et al., (2013) - Integrated stratigraphy for the Late Quaternary in the eastern Tyrrhenian Sea. *Quaternary International* 292, 71– 85.
- Lirer et al., (2019) - Mediterranean Neogene planktonic foraminifer biozonation and biochronology. *Earth-Science Reviews*, vol. 196, doi: [10.1016/j.earscirev.2019.05.013](https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2019.05.013)



- Margaritelli et al., (2016) - Marine response to climate changes during the last five millennia in the central Mediterranean Sea. *Global and Planetary Change*, vol. 142, 53-72,
- Mayewski et al., (2004) - Holocene climate variability. *Quaternary Research*, v. 62, 243–255.
- Sprovieri et al., (2003) - A high-resolution of the last deglaciation in the Sicily Channel based on foraminiferal and calcareous nannofossil quantitative distribution. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 202, 119–42.
- Staubwasser & Weiss, (2006) - Holocene climate and cultural evolution in late prehistoric–earlyhistoric West Asia. *Quaternary Research*, v. 66, 372–387.
- Walker et al., (2018) - Formal ratification of the subdivision of the Holocene Series/Epoch (Quaternary System/Period): two new Global Boundary Stratotype Sections and Points (GSSPs) and three new stages/subseries. *Episodes*, <https://doi.org/10.18814/epiiugs/2018/018016>.

## Potenzialità dei diagrammi pollinici marini nello studio di eventi climatici

Magri D.<sup>1</sup>, Di Rita F.<sup>1</sup>, Michelangeli F.<sup>1</sup> & Lirer F.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Biologia Ambientale, Sapienza Università di Roma, piazzale Aldo Moro, 5, Roma

<sup>2</sup>Istituto di Scienze Marine (ISMAR), Consiglio Nazionale delle Ricerche, Calata Porta di Massa, Napoli

*Corresponding author email:* [donatella.magri@uniroma1.it](mailto:donatella.magri@uniroma1.it)

*Keywords:* pollen, Holocene, stratigraphy, anthropic impact

L'applicazione delle tecniche palinologiche a contesti sedimentari marini rappresenta un valore aggiunto in molte indagini stratigrafiche e paleoclimatiche Quaternarie. Per l'Olocene sono stati finora pubblicati solo pochi record pollinici dai mari italiani, nonostante le notevoli potenzialità che essi dimostrano da un punto di vista biostratigrafico e paleoclimatico. Lo studio del polline fossile è infatti in grado di fornire informazioni complementari a quelle di foraminiferi, nannoplancton, alchenoni e isotopi, estendendo l'interpretazione dei record marini all'ambiente continentale, con i suoi processi legati alle variazioni climatiche, all'impatto antropico e all'uso del territorio. L'analisi integrata del polline fossile e degli indicatori climatici marini, che può essere condotta con una risoluzione temporale subdecennale, offre la possibilità di studiare sulle stesse carote di sedimenti gli ecosistemi marini e continentali, e di valutare le differenze nei tempi e nelle modalità di risposta ai cambiamenti climatici.

I diagrammi pollinici marini presentano potenzialità peculiari rispetto a molti record continentali perché rappresentano variazioni vegetazionali su scala regionale, non influenzate da processi geomorfologici, sedimentari, edafici e tafonomici locali ed agli effetti dell'attività umana in prossimità dei depositi sedimentari. Il confronto tra diagrammi pollinici marini e continentali può quindi costituire un metodo efficace per distinguere gli effetti sulla vegetazione di cambiamenti climatici a scala regionale o continentale da quelli locali prodotti dall'uomo.

Nonostante queste prerogative, i record marini olocenici sono in numero esiguo se confrontati ai record continentali. La collaborazione tra geologi marini e palinologi nel Bacino Mediterraneo costituisce quindi un campo ricco di opportunità e di prospettive di ricerca all'avanguardia nello studio dei cambiamenti climatici.

## **Analisi polliniche di sedimenti marini tardo-olocenici della Sicilia sudorientale**

Michelangeli F.<sup>1</sup>, Di Rita F.<sup>1</sup>, Lirer F.<sup>2</sup> & Magri D.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Dipartimento di Biologia Ambientale, Sapienza Università di Roma, Piazzale Aldo Moro, 5, 00185 Roma.

<sup>2</sup> Istituto di Scienze Marine (ISMAR), Consiglio Nazionale delle Ricerche, Calata Porta di Massa, 80133 Napoli.

*Corresponding author email:* [fabrizio.michelangeli@uniroma1.it](mailto:fabrizio.michelangeli@uniroma1.it)

*Keywords:* Palinology, Biostratigraphy, Roman humid Period, Little Ice Age

La carota di sedimento ND2, prelevata a 89 m di profondità nel Canale di Sicilia a circa 20 km dalla costa, occupa una posizione strategica nel centro del Mar Mediterraneo. In quest'area della Sicilia meridionale, il clima tipicamente mediterraneo, influenzato anche dalla complessa interazione tra il regime climatico subtropicale del continente africano e quello temperato del continente europeo, determina una variegata biodiversità floristica e una notevole ricchezza di configurazioni vegetazionali.

L'analisi pollinica della successione sedimentaria ND2 ha permesso di ricostruire in maniera dettagliata le dinamiche vegetazionali degli ultimi 3000 anni riconducibili alle oscillazioni climatiche del tardo Olocene, nonché all'attività umana nel corso dei secoli. Le variazioni della copertura forestale rilevate presentano una corrispondenza con oscillazioni note dell'attività solare e mostrano ciclicità riscontrate in ambito stratigrafico a livello globale (Bond et al., 1997). La caratterizzazione ecologica di tali variazioni ha permesso di identificare periodi di pronunciata aridità in grado di influenzare gli ecosistemi forestali del settore sudorientale della Sicilia. La zonazione biostratigrafica del diagramma pollinico, basata sull'alternanza di fasi a vegetazione più o meno aperta e sulla composizione floristica, riflette le principali fluttuazioni climatiche avvenute in epoca storica. Un'espansione forestale durante il periodo romano indica una prolungata condizione di disponibilità idrica. A partire dal XIV secolo, un marcato decremento nella concentrazione pollinica dei taxa arborei suggerisce condizioni climatiche più aride per l'intera durata della Piccola Età Glaciale. Il rinvenimento di taxa a distribuzione prettamente africana testimonia episodi di rivenute polliniche dal Nord Africa e permette di tracciare la provenienza di venti da sud/sud-ovest, con una maggiore frequenza negli ultimi 1000 anni (Sabatier et al., 2020). I maggiori cambiamenti di paesaggio vegetale legati all'intervento antropico riflettono una significativa intensificazione delle pratiche agricole in epoca recente, accompagnata da riforestazioni massive durante il periodo fascista e dall'introduzione di specie alloctone nel secondo dopoguerra.

### *References:*

- Bond et al. (1997) - A pervasive millennial-scale cycle in North Atlantic Holocene and glacial climates. *Science* 278, 1257–1266.
- Sabatier et al. (2020) - Past African dust inputs in the western Mediterranean area controlled by the complex interaction between the Intertropical Convergence Zone, the North Atlantic Oscillation, and total solar irradiance. *Clim. Past* 16, 283–298.

## The Late Pleistocene to Holocene tephra record of ND\_14/Q site (southern Adriatic Sea): traceability and preservation of Neapolitan explosive products in the marine realm

Petrosino P.<sup>1</sup>, Insinga D.D.<sup>2</sup>, Lirer F.<sup>2</sup>, Margaritelli G.<sup>3</sup> & Totaro F.<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup>CNR-ISMAR sede di Napoli, Italy

<sup>3</sup>CNR-IRPI, Perugia, Italy.

Corresponding author email: [paola.petrosino@unina.it](mailto:paola.petrosino@unina.it)

*Keywords:* cryptotephra, southern Adriatic, ND14Q, Italian volcanism, paleoclimate archive

A tephrochronological investigation was carried out at site ND14/Q (1013 m of water depth), located in the Southern Adriatic Sea, offshore the Gargano promontory. It was drilled in the frame of The NextData Project ([www.nextdatapoint.it](http://www.nextdatapoint.it)), focused on paleoclimate research. In order to achieve the scientific goals, the 1 m-long ND14/Q\_SW, the 4.66 m-long ND14/Q and the 5.36 m-long ND14/Q\_AR records were raised at the coring station. On the whole, they are represented by hemipelagic sediment with intercalated one visible tephra (found at the bottom of ND14Q\_AR core) and a total of thirteen cryptotephra deposits. The Sapropel S1 also occurs in the records. Cryptotephra deposits have been recognized through magnetic susceptibility means and observation at the optical microscope of samples prepared for micropaleontological purposes. Stratigraphic intervals characterized by high values of magnetic susceptibility (up to 12 cm) were sampled at 1 cm-step and selected materials were picked up for chemical analyses. In total, twenty-one samples representative of the studied layers have been characterized in terms of major element composition through SEM-EDS technique. The analysed materials display K-alkaline and subalkaline features and their chemistry points to a correlation with the Somma-Vesuvius, Campi Flegrei and Lipari Island (Aeolian Arc) volcanic activity occurred during the Late Pleistocene-Holocene. In detail, major marker tephra of the Central Mediterranean linked to Plinian and Subplinian events have been recognized, among which the phlegraean Neapolitan Yellow Tuff (ca. 15 ka), Pomice Principali (ca. 12 ka B.P.) and Astroni-Agnano Monte Spina (ca. 4.2 ka-4.4 ka B.P.) eruptions and, for the first time in this area, the vesuvian 79 AD event. The 1631 AD tephra has been recognized and analytically characterized for the first time as well. The very well preserved Mercato (ca. 9 ka B.P.) and Fiumebianco-Gabellotto (ca. 8.4 ka B.P.) cryptotephra have also been found thus providing an excellent chronological framework for the Sapropel S1 definition in the succession which definitely records the last ca. 22 kys (Pomice di Base tephra). A number of cryptotephra with uncertain source event, some of which documented by previous studies at this site and eastward in the basin, have also been found. The identification of tephra sourced by well dated volcanic events, along with the availability of several AMS<sup>14</sup>C age datings, allowed an accurate chronological framework to be obtained for the composite tephrostratigraphic record at ND14/Q site. According to the results presented here, we aim to give new insights in terms of age and stratigraphic occurrence of some events still poorly known on land. In addition, looking at evidences in the core replicates at this studied site, we will discuss the preservation and traceability potential of cryptotephra deposits in the marine realm and how these criticisms can affect the synchronization of paleoclimate archives.

## **MW 8.**

# **Faglie attive in ambiente marino: criteri per la costituzione di un database georiferito**

*Moderatori:* Burrato P., Ferranti L., Monaco C., Pepe F., Sacchi M.

Nell'ultimo decennio, la presenza di faglie attive in ambiente marino è stata dedotta sulla base del riconoscimento di scarpate sottomarine su dati multibeam e di dislocazioni della copertura tardo-pleistocenica eolocenica su profili sismici ad alta risoluzione. I primi risultati proposti in letteratura pongono questioni sia riguardo la uniformità ed omogeneità nella identificazione e gerarchizzazione delle strutture tettoniche attive che relativamente alla non semplice esportazione nell'ambiente marino dei criteri sinora adottati per lo studio delle faglie attive a terra. Tale problematica necessita quindi di una riflessione sinergica da parte della comunità dei geologi marini e di quanti si occupano di tettonica attiva. L'obiettivo del mini-workshop proposto è quello di stimolare la discussione sui criteri da adottare per la mappatura e caratterizzazione di faglie attive in ambiente marino. Il confronto tra diversi case history potrebbe permettere di stilare un protocollo per definire gli approcci di studio e i parametri delle faglie attive da considerare, considerando sia le limitazioni dovute alla penetrazione del dato geofisico ad alta risoluzione che il vantaggio di investigare sequenze deposizionali complete. Il mini-workshop ha anche lo scopo di stimolare la discussione sui criteri da adottare per la costituzione di un database di faglie attive in ambiente marino.

Questioni aperte: Quali sono i criteri da adottare (es.: età dell'ultimo movimento, cinematica, quadro tettonico generale, etc.) per individuare e caratterizzare le faglie attive in ambiente marino. Quali sono i criteri da adottare (ranking, scala delle strutture, risoluzione della mappa, etc.) per la costituzione di un database georiferito di faglie attive e capaci in ambiente marino?

## **Analisi integrata delle banche dati DISS e ITHACA: casi studio in aree offshore**

Burrato P.<sup>1</sup>, Bonadeo L.<sup>1</sup>, Blumetti A.M.<sup>2</sup>, Comerci V.<sup>2</sup>, Di Manna P.<sup>2</sup>, Guerrieri L.<sup>2</sup>, Vittori E.<sup>3</sup> & Di Bucci D.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), Roma, Italy

<sup>2</sup> Dipartimento per il Servizio Geologico d'Italia (ISPRA), Roma, Italy

<sup>3</sup> Istituto di Geoscienze e Georisorse (IGG-CNR), Firenze, Italy

<sup>4</sup> Dipartimento della Protezione Civile, Roma, Italy

Corresponding author email: [pierfrancesco.burrato@ingv.it](mailto:pierfrancesco.burrato@ingv.it)

**Keywords:** Faglie attive e capaci, sorgenti sismogeniche, database, pericolosità sismica

Le banche dati DISS (<http://diss.rm.ingv.it/diss/>) e ITHACA (<http://sgi2.isprambiente.it/ithacaweb/viewer/index.html>) forniscono informazioni che, utilizzate in modo integrato, consentono una valutazione della pericolosità sismica, sia per lo scuotimento del suolo, a seguito dell'attivazione di una sorgente sismogenica, sia in relazione alla potenziale deformazione permanente in superficie (fagliazione superficiale). Sebbene le due banche datisciano state sviluppate con finalità diverse, affrontano entrambe, con approcci differenti, il problema degli effetti cosismici temporanei e permanenti che interessano la superficie terrestre e che possono determinare danni alle infrastrutture. Inoltre, entrambe sono sviluppate alla scala nazionale e si basano su una analisi critica estensiva della letteratura esistente e di una parametrizzazione ordinata dei dati in essa contenuti.

Il DISS, si occupa della caratterizzazione e catalogazione di sorgenti sismogenetiche, faglie in grado di generare terremoti di  $M > 5.5$ , valore oltre il quale la deformazione superficiale cosismica comincia ad essere quantificabile e identificabile per via strumentale o diretta. ITHACA cataloga, invece, faglie attive e capaci, con evidenze di attività nel Quaternario, che possono dislocare o deformare la superficie terrestre durante i terremoti, sia in maniera primaria che secondaria. Le faglie capaci catalogate sono solo quelle per le quali esiste almeno un riferimento bibliografico/cartografico e un'analisi specifica che porta a considerarle tali, e presentano un livello di studio variabile, una qualità delle informazioni non omogenea e una localizzazione spaziale fortemente dipendente dalla scala delle fonti cartografiche, talvolta riconducibili a schemi tettonici.

Il Dipartimento della Protezione Civile, a partire dal 2016, ha promosso e supportato una collaborazione tra INGV e ISPRA volta a rendere le due banche dati interoperabili. Tale attività ha consentito di pubblicare un nuovo visualizzatore web ([http://storing.ingv.it/ithdiss\\_2020/](http://storing.ingv.it/ithdiss_2020/)), in cui le sorgenti sismogeniche e le faglie capaci sono spazialmente correlate. Sebbene ancora in versione preliminare, il visualizzatore consente di evidenziare le faglie capaci che potrebbero essere mobilitate in caso di attivazione di una delle sorgenti sismogenetiche del DISS.

Il contenuto dei due cataloghi e la loro interoperabilità rappresentano una base di riferimento omogenea, per quanto possibile, per la caratterizzazione sismotettonica del territorio italiano che costituisce un elemento fondamentale per la definizione della pericolosità sismica del territorio, utile sia in termini di pianificazione territoriale, sia per la localizzazione di opere d'importanza strategica e o impianti a rischio di incidente rilevante.

Vengono presentati degli esempi di aree dove sistemi di faglie attive attraversano la linea di costa o sono presenti nell'offshore, e dove il contributo degli studi di geologia marina è fondamentale per la corretta identificazione e caratterizzazione delle faglie catalogate nei due database.

## Approcci integrati nell'identificazione di faglie attive nell'offshore siciliano

Cavallaro D.<sup>1</sup>, Firetto Carlino M.<sup>1</sup>, Coltelli M.<sup>1</sup>, Lipparini L.<sup>1</sup>, Scarfi L.<sup>1</sup> & Barber G.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), Sezione di Catania, Osservatorio Etneo, Catania, Italy

Corresponding author email: [daniilo.cavallaro@ingv.it](mailto:daniilo.cavallaro@ingv.it)

*Keywords:* faglie attive e capaci, tassi di dislocazione, batimetria, sismica a riflessione, sismicità

L'identificazione di faglie attive in ambiente marino viene effettuata integrando dati geofisici e geologici. Qui presentiamo alcuni casi di studio relativi all'offshore siciliano.

Un primo approccio, di tipo morfologico, permette di identificare faglie, anche di limitata estensione, che mostrano evidenze a fondo mare (dette anche faglie capaci), tramite dati batimetrici e profili di sismica a riflessione ad alta risoluzione, permettendo in alcuni casi di stimare anche i tassi di movimenti. Dislocazioni di depositi sedimentari recenti e/o, in contesti vulcanici, di colate laviche e depositi vulcanoclastici, rappresentano dei buoni esempi. Tale approccio è stato applicato nell'offshore etneo, dove dati batimetrici multibeam ad alta risoluzione (Chiocci et al., 2011) hanno permesso di individuare una scarpata di faglia che disloca di 5 m il fronte sommerso della colata lavica di Monte Ilice (1030±40 d.C., Tanguy et al., 2012). Il rigetto potrebbe essere correlato a movimenti cosismici in occasione di eventi locali, come quello del 30/4/1981 (Azzaro, 1999), che produsse dislocazioni verticali nella costa e un'onda di maremoto di 1 m, suggerendo, pertanto, un epicentro nel nearshore. Tali dati indicano un'attività recente della faglia con tassi di dislocazione verticale di 0.5 cm/a, stimati tenendo conto dell'età della colata e del rigetto cumulativo. Tassi di dislocazioni comparabili sono stati stimati nel settore costiero limitrofo tramite InSAR (Azzaro et al., 2013) e nell'offshore sulla base di profili di sismica a riflessione che hanno consentito la misura dei rigetti di marker geologici presenti nel fan vulcanoclastico del Chiancone (7.5 ka). La sismica a riflessione multicanale, consente di indagare fino a qualche km di profondità l'andamento delle faglie, e qualora queste rigettino depositi recenti, potrebbero rappresentare faglie attive e sismogeniche, come nel caso di alcune strutture identificate nell'offshore etneo (Firetto Carlino et al., 2019).

Un secondo approccio si applica laddove faglie attive profonde vengono ipotizzate sulla base della sismicità strumentale (ove disponibile), ma non mostrano espressioni in superficie e/o non possono essere individuate su profili sismici, a causa della loro limitata risoluzione e/o penetrazione. Un esempio si trova nell'offshore della Sicilia SE dove dati di sismica a riflessione hanno permesso di mappare le faglie alla base del Pliocene e identificare quelle che dislocano anche i sedimenti più recenti (Antoncecchi et al. 2020). Tra queste, alcune sono associate alla prosecuzione offshore della Linea di Scicli che mostra dislocazioni recenti che interessano il fondo mare, suggerendo un regime cinematico trascorrente. I meccanismi focali degli eventi con MI fino a 4.5, registrati negli ultimi 30 anni al di sotto delle strutture mappate, presentano movimenti trascorrenti sinistri e piani nodali compatibili con la direzione delle faglie.

### References:

- Antoncecchi I., et al. (2020) - Progetto SPOT Sismicità potenzialmente inescabile offshore e tsunami. Report integrato di fine progetto, doi: 10.5281/zenodo.3732887
- Azzaro R. (1999) - Earthquake surface faulting at Mount Etna volcano (Sicily) and implications for active tectonics. In: J. Geodyn. 28, 193–213.
- Azzaro R., Bonforte A., Branca S. & Guglielmino F. (2013) - Geometry and kinematics of the fault systems controlling the unstable flank of Etna volcano (Sicily). In: J. Volcanol. Geotherm. Res. 251, 5–15.
- Chiocci F.L., Coltelli M., Bosman A. & Cavallaro, D. (2011) - Continental margin large-scale instability controlling the flank sliding of Etna volcano. Earth Planet. Sci. Lett. 305, 57–64.
- Firetto Carlino M., Cavallaro D., Coltelli M., Cocchi L., Zgur F., & Patanè D. (2019) - Time and space scattered 421 volcanism of Mt. Etna driven by strike-slip tectonics. Scientific reports, 9(1), 1-15.
- Tanguy J.C., Condomines M., Branca S., La Delfa S. & Coltelli M. (2012) - New archeomagnetic and 226Ra–230Th dating of recent lavas for the geological map of Etna volcano. Ital. J. Geosci. 131, 241–257.

## Integrazione di metodi sismici a diversa risoluzione: approccio fondamentale per una corretta valutazione delle faglie

Del Ben A.<sup>1</sup>

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

Corresponding author email: [delbenan@units.it](mailto:delbenan@units.it)

*Keywords:* Sismica a riflessione multicanale, faglie attive

Nell'esplorazione delle aree marine, i dati sismici a riflessione ad alta risoluzione (monocanali) sono fondamentali per la ricostruzione dei sistemi di fratture che, se interessano il fondo mare, sono generalmente associate ad attività recente o in corso. Le principali tecniche di indagine utilizzate sono caratterizzate da diversa risoluzione sismica che, in senso decrescente, caratterizza rispettivamente i profili *chirp* (spesso associati ad acquisizione *Multibeam*), *sparkler* e sismici a riflessione multicanale per esplorazioni di media e alta profondità. La minore risoluzione si accompagna, a parità di altre condizioni, ad una maggiore profondità di indagine e, generalmente, ad acquisizioni ed elaborazioni più complesse e costose.

La sismica a riflessione multicanale ha rappresentato, a partire dagli anni '60, un fondamentale avanzamento nelle conoscenze geologiche, unica tecnica in grado di raggiungere le profondità tipiche di rilascio di energia durante i terremoti. I maggiori costi di acquisizione ed elaborazione hanno fatto sì che le tecniche abbiano potuto diffondersi soprattutto nell'ambito dell'esplorazione petrolifera.

In Italia due importanti progetti di ricerca "pura" (cioè non dedicati alla ricerca petrolifera) hanno utilizzato le tecniche della sismica a riflessione multicanale per lo studio delle aree marine: il progetto *Mediterranean Sea* (MS) di OGS ha fornito una copertura regionale di tutto il Mediterraneo, indagando spesso l'intera copertura sedimentaria; il sottoprogetto CROP\_Mare ha permesso di indagare l'intero spessore crostale nelle aree marine circostanti la penisola italiana. Inoltre, il progetto ViDEPI ha reso disponibile un gran numero di profili multicanale acquisiti dall'industria petrolifera.

L'utilizzo di questi dati dovrebbe rappresentare uno dei criteri da adottare per l'individuazione delle faglie attive in ambiente marino, al fine di una indagine integrata che preveda l'utilizzo di tutte le diverse scale/profondità di indagine. Vediamo infatti come spesso le faglie possano "ramificarsi" verso l'alto in un sistema allargato di fratture, variamente distribuite negli strati più superficiali, non tutte contemporaneamente attive. Inoltre, i sistemi di fratture superficiali possono essere indotti da fenomeni gravitativi, compattazione differenziata, processi diapirici per risalita di fanghi o sale: si tratta di deformazioni, anche importanti, ma di carattere locale, non necessariamente legati ad accumulo di stress tettonico. Solo l'integrazione di tecniche a diversa risoluzione è in grado di correlare una faglia profonda che genera terremoti con il sistema di fratture e deformazioni indotti in superficie.

Verranno illustrati alcuni esempi di aree indagate con tecniche di diversa risoluzione.



### 3D modeling and sequential back-restoration as tools for assessing faults deformation rate in offshore setting and estimation of their seismic potential

Gambino S.<sup>1</sup>, Barreca G.<sup>1,2</sup>, Gross F.<sup>3,4</sup>, Monaco C.<sup>1,2,5</sup>, Krastel S.<sup>3</sup> & Gutscher M.A.<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Department of Biological, Geological and Environment Sciences, University of Catania, Catania, Italy

<sup>2</sup>CRUST—Interuniversity Center for 3D Seismotectonics with Territorial Applications, Chieti, Italy

<sup>3</sup>Institute of Geosciences, Kiel University, Kiel, Germany

<sup>4</sup>Center for Ocean and Society, Kiel University, Germany, Kiel

<sup>5</sup>Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), Osservatorio Etneo, Catania, Italy

<sup>6</sup>Laboratoire Géosciences Ocean, UMR6538 CNRS/University of Brest, Plouzané, France

Corresponding author email: [salvatore.gambino@unict.it](mailto:salvatore.gambino@unict.it)

*Keywords:* Hyblean-Malta Escarpment, 3D fault model, fault slip prediction, offshore seismic investigation, restoration.

The NNW-SSE trending Malta Escarpment (MESC) offshore eastern Sicily is accounted to have a significant role in the recent seismotectonic picture of the Western Ionian Basin and the Hyblean foreland domain, where some of the largest and most destructive Mediterranean earthquakes occurred (Boschi et al., 1995; Piatanesi & Tinti, 1998; Bianca et al., 1999; Azzaro & Barbano, 2000; Tinti et al., 2001, 2004; Rovida et al., 2016). Seismic data and bathymetric grids allow to better constraint the recent/active deformation pattern affecting the northern sector of the MESC. Accurate seafloor mapping and seismic profiling point to a 60 km-long, roughly N–S trending and E-dipping extensional faults belt slicing across the Ionian offshore between Catania Siracusa. The fault belt deformed the seafloor producing up to 60 m-high fault-scarps. Near-fault sediment pattern and displacement analysis provide constraints on the through-time fault's activity and deformation rate. Fault parameters were achieved by 3D modelling and then used to derive expected magnitudes and their reactivation propensity. Moreover, empirical scaling relationships (Wells & Coppersmith, 1994; Leonard, 2010) point to a high seismic potential for the detected fault. This combined analysis pointed out how the longest (~60 km) and most continuous fault could be capable of generating  $M > 7$  seismic events, putting forward strong seismotectonic implications for the adjacent and densely populated Hyblean Plateau. The expected magnitude and the estimated recurrence time interval (470-537yrs) are compatible with those inferred for large historical earthquakes occurred in the area. However, by comparing the depicted tectonic pattern with other structural settings concerning passive margin worldwide (e.g., along the Pará-Maranhão Basin in the Brazilian equatorial margin, see Matos, 2000) and considering the occurrence of ductile layers in the sediment section (e.g. evaporites), part of the observed deformations (i.e. the seafloor scarps) should be also charged to large-scale slope instability or generated by space accommodation following salt migration in response to the overlying sediment load. Accordingly, seafloor deformation could be (partially) the result of this kind of processes and this issue should be seriously considered in seismotectonic analysis. Although our study highlights that classical tools used by marine geologists (i.e. high-resolution seismic data and bathymetric grids), work well in detecting offshore faulting, some other significant faults parameters, which are essential in the seismotectonic analysis (e.g. size parameters and slip rate), need additional approaches to be achieved. In this view, computer-based 3D modelling can represent a starting point for further elaborations such as stress/strain analysis, back/forward and dislocation modelling, sediment decompaction etc.

#### References:

- Azzaro R. & Barbano M. S. (2000) - Analysis of the seismicity of southeastern Sicily: a proposed tectonic interpretation. *Ann. Geofisc.* 43 (1), 171–188. doi:10.4401/ag-3628
- Bianca M., Monaco C., Tortorici L. & Cernobori, L. (1999) - Quaternary normal faulting in southeastern Sicily (Italy): a seismic source for the 1693 large earthquake. *Geophys. J. Int.* 139, 370–394. doi:10.1046/j.1365-246x.1999.00942.x
- Boschi E., Ferrari G., Gasperini P., Guidoboni E., Smriglio G. & Valensise G. (1995) - *Catalogo dei Forti Terremoti in Italia dal 461 a.c. al 1980*. Roma, Italy: Istituto Nazionale di Geofisica, S.G.A.
- Leonard M. (2010) - Earthquake fault scaling: self-consistent relating of rupture length, width, average displacement, and moment release. *Bull. Seismol. Soc. Am.* 100 (5A), 1971–1988. doi:10.1785/0120090189

- Piatanesi A. & Tinti S. (1998) - A revision of the 1693 eastern Sicily earthquake and tsunamis. *J. Geophys. Res. Solid Earth* 103 (B2), 2749–2758. doi:10.1029/97JB03403.
- Rovida A., Locati M., Camassi R, Lolli B. & Gasperini P. (2016) - CPTI15, the 2015 version of the parametric catalogue of Italian earthquakes Rome, Italy: Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia.
- Tinti S., Armigliato A. & Bortolucci, E. (2001) - Contribution of tsunami data analysis to constrain the seismic source: the case of the 1693 eastern Sicily earthquake. *J. Seismol.* 5 (1), 41–61. doi:10.1023/A:1009817601760
- Tinti S., Maramai A. & Graziani L. (2004) - The new catalogue of Italian tsunamis. *Nat. Hazards* 33, 439–465. doi:10.1023/B:NHAZ.0000048469.51059.65
- Wells D. L. & Coppersmith K. J. (1994) - New empirical relationships among magnitude, rupture length, rupture width, rupture area, and surface displacement. *Bull. Seismol. Soc. Am.* 84 (4), 974–1002.

## **Tettonica attiva del Margine Ionico della Calabria: stato dell'arte e prospettive della caratterizzazione di faglie attive nel Golfo di Squillace.**

Morelli D.<sup>1</sup>, Pepe F.<sup>2</sup>, Corradino M.<sup>2</sup>, Burrato P.<sup>3</sup>, Colizza E.<sup>4</sup>, Ferranti L.<sup>5</sup>, Monaco C.<sup>6</sup> & Sacchi M.<sup>7</sup>

<sup>1</sup> Dipartimento di Scienze della Terra dell'Ambiente e della Vita, Università di Genova, Genova, Italy;

<sup>2</sup> Dipartimento di Scienze della Terra e del Mare (DiSTeM), Università di Palermo, Palermo, Italia

<sup>3</sup> Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), Roma, Italy

<sup>4</sup> Dipartimento di Matematica e Geoscienze, Università di Trieste, Trieste, Italy

<sup>5</sup> Dipartimento di Scienze della Terra, dell'Ambiente e delle Risorse, Univ. di Napoli "Federico II", Napoli, Italy

<sup>6</sup> Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche e Ambientali, Università of Catania, Catania, Italy

<sup>7</sup> Istituto di Scienze Marine (ISMAR-CNR), Sezione di Napoli, Napoli, Italy

*Corresponding author email:* [daniilo.morelli@unige.it](mailto:daniilo.morelli@unige.it)

*Keywords:* Tettonica attiva, paleo-sismicità, Golfo di Squillace

Dati multibeam e di sismica a riflessione multiscala sono stati acquisiti nell'ambito dei progetti di ricerca MESC05 e Magic con l'obiettivo di definire l'assetto morfo-batimetrico del margine ionico, valutare l'evoluzione morfo-dinamica dei canyon e mappare fenomeni di geohazard marini (Morelli et al 2011). L'analisi dei dati mostra i depositi tardo quaternari tettonicamente deformati con locali risalite di fluidi ed diffusamente interessati da movimenti gravitativi. Le faglie dislocano depositi tardo quaternarie, localmente, condizionano il fondale marino. L'analisi integrata di queste strutture permette di individuare faglie attive che possono essere inserite in database cartografici. Il carattere regionale di alcune strutture ed i vincoli per la loro rappresentazione simbolica spesso non consente la restituzione completa e dettagliata dei dati e delle relative interpretazioni. In altre cartografie tematiche, le dislocazioni morfo-batimetriche delle strutture tettoniche (scarpate di faglia) non sono associate ad ulteriori informazioni utili alla loro caratterizzazione (età e cinematica) e con i caratteri sismo-tettonici dell'area (sismicità strumentale e paleo-sismicità).

Nell'area del Golfo di Squillace tipologia e copertura dei dati superficiali e profondi permettono di ricostruire il pattern e le caratteristiche delle faglie attive e recenti con elevato dettaglio. Strutture attive sono state individuate al largo di Punta Stilo, dove faglie subverticali orientate ONO- ESE dislocano la base dei depositi post LGM e condizionano il Canale di Assi. Faglie orientate in direzione NO-SE che dislocano i depositi del Pleistocene superiore sono state individuate e mappate sul fianco settentrionale del Canyon di Squillace. Le strutture sono associate a risalite di gas.

I nuovi dati ottenuti dall'interpretazione dei dati geofisici sopra indicati ed i criteri definiti dal gruppo di lavoro che ha investigato il Golfo di Corigliano definendo il carattere e l'attività recente del sistema transpressivo regionale dell'Alto dell'Amendolara (Ferranti et al, 2014), possono essere utili per la compilazione di un database nazionale di faglie attive in ambiente offshore. Un ulteriore contributo alla definizione della paleo-sismicità del margine può essere fornito dallo studio della ricorrenza all'interno della copertura sedimentaria degli effetti di shaking sismici (accumuli debritici, risalite di fluidi, liquefazione dei sedimenti).

### *References:*

- Ferranti L., Burrato P., Pepe F., Santoro E., Mazzella M.E., Morelli D., Passaro S. & Vannucci G. (2014) - An active oblique-contractional belt at the transition between the Southern Apennines and Calabrian Arc: The Amendolara Ridge, Ionian Sea, Italy. *Tectonics*, 33, 11, 2169-2194.
- Morelli D., Cuppari A., Fanucci F. & Colizza E. (2011) - Geomorphic setting and geohazard-related features along the Ionian Calabrian margin between Capo Spartivento and Capo Rizzuto (Italy). *Marine Geophysical Researches*, 32, 139-149.

## **Metodo multiscala e multidisciplinare integrato per la caratterizzazione di faglie sismogenetiche in aree marine: il Golfo di Sant'Eufemia**

Pepe F.<sup>1</sup>, Corradino M.<sup>1</sup>, Burrato P.<sup>2</sup>, Kanari M.<sup>3</sup>, Parrino N.<sup>1</sup>, Bertotti G.<sup>4</sup>, Bosman A.<sup>5</sup>, Casalbore D.<sup>6</sup>, Ferranti L.<sup>7</sup>, Martorelli E.<sup>5</sup>, Monaco C.<sup>7</sup>, Sacchi M.<sup>8</sup> & Tibor G.<sup>3</sup>

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

<sup>2</sup> Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Roma, Italy

<sup>3</sup> Israel Oceanographic & Limnological Research, Haifa, Israele

<sup>4</sup> Faculty of Civil Engineering and Geosciences, Delft University of Technology, Delft, Netherlands

<sup>5</sup> Istituto di Geologia Ambientale e Geoingegneria, Consiglio Nazionale delle Ricerche (IGAG-CNR), Roma

<sup>6</sup> Dipartimento Scienze della Terra, Università Sapienza di Roma, Roma

<sup>7</sup> Dipartimento di Scienze della Terra, dell'Ambiente e delle Risorse, Università di Napoli "Federico II", Napoli, Italy

<sup>8</sup> Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche e Ambientali, Università of Catania, Catania, Italy

<sup>9</sup> Istituto di Scienze Marine (ISMAR-CNR), Sezione di Napoli, Napoli, Italy

*Corresponding author email:* [fabrizio.pepe@unipa.it](mailto:fabrizio.pepe@unipa.it)

*Keywords:* Faglie attive, sismotettonica, tettonica trascorrente, Golfo di Sant'Eufemia.

Le metodologie utilizzate per studi di tettonica attiva in ambiente marino includono la sismica a riflessione a varie scale di risoluzione e penetrazione e l'analisi di batimetria ad alta risoluzione. La dislocazione e deformazione del fondale e dei depositi tardo Quaternari sono infatti gli indicatori utilizzati per mappare le faglie attive e per derivare dalle loro caratteristiche geometriche e cinematiche informazioni sulle potenziali sorgenti sismogenetiche. Tuttavia, questo approccio può presentare un problema di gerarchizzazione delle strutture identificate e di definizione delle relazioni strutturali e cinematiche tra le strutture di diverso ordine. Inoltre, la ricostruzione del pattern strutturale può soffrire di una copertura discontinua dei dati sismici e del basso potenziale di preservazione delle dislocazioni del fondale marino, non sempre presenti a causa della geometria delle faglie o della risposta delle unità stratigrafiche deformate. Per superare questi gap è necessario utilizzare un approccio multiscala, che integri i dati di sismica a diversa risoluzione con dati batimetrici multibeam ad alta risoluzione e includa un'indagine della deformazione prodotta alla scala della struttura attiva principale.

Questo approccio viene applicato al Golfo di Sant'Eufemia, che si trova in corrispondenza di una importante discontinuità litosferica legata alla geometria della zona di subduzione dell'Arco Calabro, ed è l'area epicentrale del terremoto di Mw 7.0 della Calabria centrale del 1905, la cui faglia sorgente è ancora dibattuta sia per geometria che per cinematica.

L'analisi sismo-stratigrafica multiscala e multi sorgente del dataset di linee sismiche, ha consentito di identificare due famiglie di strutture che sono state gerarchizzate in base alle loro geometrie: 1) strutture primarie transpressive profonde (> 3 km) che deformano i depositi più antichi del Pleistocene medio e i cui elementi principali sono rappresentati da una faglia inversa con andamento ad arco nel settore centrale del golfo e da un'anticlinale orientata NE-SO nel settore orientale, compatibili per la loro genesi con una zona trascorrente destra profonda; 2) un sistema di faglie secondarie trasversive, orientate NNE-SSO, che dislocano i depositi superficiali tardo quaternari (profondità inferiore a 1,5 km), compatibili con una zona trascorrente sinistra e indicative della fase tettonica più recente.

L'analisi geomorfologica quantitativa, eseguita tramite profili swath e un profilo longitudinale del Canyon dell'Angitola, ha identificato delle anomalie batimetriche con lunghezza d'onda > 2 km in corrispondenza delle strutture primarie e un controllo tettonico del canyon, suggerendo l'inversione tettonica delle strutture primarie in tempi recenti nel regime trans tensivo attivo. A questa lunghezza d'onda, nessuna anomalia caratterizza invece le strutture secondarie, confermando la loro limitata profondità di scollamento e il loro ruolo marginale nell'accomodare l'attività tettonica.

## **MW 9.**

# **Geochimica dei sedimenti: strumento per la definizione dei processi naturali e antropici in aree marine**

*Moderatori:* Cassin D., Covelli S., Frontalini F., Langone L., Marcelli M., Romano E., Spagnoli F.

Le caratteristiche biogeochimiche dei sedimenti e il contenuto dei contaminanti inorganici ed organici nei sedimenti marini sono il risultato dei numerosi processi biochimici e fisici cui sono stati soggetti le rocce ed i sedimenti durante il loro percorso dalle aree sorgenti fino alla deposizione finale. Per questi motivi lo studio di tali proprietà biogeochimiche è utile per comprendere i processi di trasporto, di deposizione e di trasformazione diagenetica, oltre che l'origine, che hanno accompagnato i sedimenti marini lungo il loro percorso dalle aree sorgenti fino all'attuale giacitura. Queste proprietà possono inoltre essere importanti per comprendere come l'azione dell'uomo abbia inciso ed alterato gli ecosistemi marini. La sessione vorrebbe essere un momento di incontro e discussione per fare il punto e proporre nuove idee ed approcci per lo studio e l'uso della composizione biogeochimica e del contenuto di contaminanti nei sedimenti marini. Saranno affrontati i metodi per utilizzare la biogeochimica e i contaminanti come indicatori di processi deposizionali e come traccianti delle aree di origine.

Questioni aperte: Come determinare il livello di contaminazione e di base di singoli elementi e contaminanti in aree sia impattate che naturali? Come utilizzare elementi geochimici e contaminanti come indicatori di provenienza, traccianti di processi deposizionali, rivelatori di processi diagenetici?

## Studio preliminare sul contenuto di IPA e Hg come probabili indicatori d'impatti antropici e di processi sedimentari

Cerotti C.<sup>1</sup>, Annibaldi A.<sup>1</sup>, Droghini E.<sup>2</sup>, Prezioso E.<sup>1</sup>, Tramontana M.<sup>2</sup>, Frapiccini E.<sup>3</sup>, De Marco R.<sup>3</sup>, Illuminati S.<sup>1</sup>, Truzzi C.<sup>1</sup> & Spagnoli F.<sup>3,4</sup>

<sup>1</sup>Department of Life and Environmental Sciences, Università Politecnica delle Marche, 60131 Ancona, Italy

<sup>2</sup>Department of Pure and Applied Sciences (DiSPeA), Università di Urbino Carlo Bo, 61029 Urbino, Italy

<sup>3</sup>Institute of Marine Biological Resources and Biotechnologies (IRBIM-CNR), 60125 Ancona, Italy

<sup>4</sup>Università degli Studi di Camerino – Scuola di Scienze e Tecnologie – Sezione di Geologia, 62032 Camerino

Corresponding author email: [a.annibaldi@univpm.it](mailto:a.annibaldi@univpm.it)

**Keywords:** Mare Adriatico, mercurio, idrocarburi policiclici aromatici, granulometria, sostanza organica

Tra i principali impatti antropici nei sedimenti marini vi sono i contaminanti organici, come gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA) e i metalli pesanti, come il mercurio (Hg), caratterizzati da densità relativamente alta, tossicità a basse concentrazioni, processi di persistenza e di bioaccumulo. La quantificazione del mercurio risulta di primaria importanza in quanto è considerato come una sostanza pericolosa prioritaria, a causa della elevata tossicità della sua forma organica più importante, il metilmercurio, della facilità con cui tale forma interagisce con la componente biologica e, in particolare, del pericolo di bioaccumulo nella catena trofica. A tal scopo è stata determinata la concentrazione di mercurio totale e di IPA nei sedimenti superficiali del mare Adriatico centrale e meridionale. Tali determinazioni hanno permesso di individuare aree sorgenti e processi deposizionali dell'adriatico centro-meridionale.

I sedimenti sono stati prelevati durante la campagna PERTRE nel periodo settembre - ottobre 2016. I campioni (n.107; da Porto Potenza Picena a Santa Maria di Leuca) sono stati raccolti tramite box corer: il mercurio è stato analizzato tramite analizzatore diretto di mercurio (Direct Mercury Analyzer, DMA), mentre gli IPA (previa estrazione con ultrasuoni e separazione liquido-liquido) in cromatografia liquida UHPLC-FLD-PDA. Su tutte le carote è stato determinato il contenuto totale di mercurio e di IPA nello strato superficiale (0-5 cm). Il mercurio mostra un contenuto medio nei primi cinque centimetri di 0.053 mg/kg (range 0.011-0.12), valori ben al di sotto del limite previsto dalla legge (0.3 mg/kg) (European parliament, 2000); la distribuzione del Hg è connessa al contenuto di sostanza organica e alla granulometria (clay>silt>sand) e in misura minore alle aree sorgenti (Droghini et al, 2019). Le concentrazioni degli IPA nei sedimenti superficiali (range 4 – 235ng/g, media 55ng/g w.w.) mostrano una correlazione statisticamente significativa con le concentrazioni di Hg ( $p < 0.05$ ), pertanto, le concentrazioni maggiori di IPA si registrano in presenza di depositi argillosi.

Relativamente alla concentrazione di mercurio, su quattro carote è stato determinato anche il contenuto nei primi 25 cm di profondità. I risultati ottenuti dalle carote mostrano un andamento decrescente di mercurio passando dai primi 10-15 cm ai 25-30 cm, presumibilmente dovuto sia al periodo temporale, sia al regime sedimentario. Il valore medio delle 4 carote analizzate è 0.074 mg/kg (min 0.022 e max 0.136 mg/kg), con valori più alti nella carota campionata nel settore più a nord della campagna. Ulteriori analisi saranno necessarie per una lettura più accurata dei risultati, ma i dati preliminari mostrano interessanti correlazioni sia con il profilo granulometrico che con la datazione delle carote stesse.

### References:

- Droghini E., Annibaldi A., Prezioso E., Tramontana M., Frapiccini E., De Marco R., Illuminati S., Truzzi C. & Spagnoli, F. (2019) - Mercury content in central and southern Adriatic Sea sediments in relation to seafloor geochemistry and sedimentology. *Molecules*, 24, 4467.
- European Parliament; Council of the European Union (2000). Directive No 60/ 2000 of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy. *J. Eur. Union* 2000, L 327, 1–72, 22.12.2000. Available online: <http://data.europa.eu/eli/dir/2000/60/oj> (accessed on 2 February 2021)

## **Approccio statistico multivariato per la determinazione delle *facies* sedimentarie dell'Adriatico Centrale (Regione Marche)**

Frapiccini E.<sup>1</sup>, De Marco R.<sup>1</sup>, Dinelli E.<sup>2</sup>, Frontalini F.<sup>3</sup>, Giordano P.<sup>4</sup> & Spagnoli F.<sup>1,5</sup>

<sup>1</sup>National Research Council-Institute of Marine Biological Resources and Biotechnologies (CNR-IRBIM), Largo Fiera della Pesca, 60125 Ancona, Italy

<sup>2</sup>Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche e Ambientali, Alma Mater Studiorum Università di Bologna, Piazza di Porta S. Donato 1, 40126 Bologna, Italy

<sup>3</sup>Dipartimento di Scienze Pure e Applicate (DiSPeA), Campus Scientifico Enrico Mattei, Università degli Studi di Urbino “Carlo Bo”, Località Crocicchia, 61029 Urbino, Italy

<sup>4</sup>Istituto di Scienze Polari, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Via Gobetti 101, 40129 Bologna, Italy

<sup>5</sup>Università degli Studi di Camerino – Scuola di Scienze e Tecnologie – Sezione di Geologia, via Gentile III da Varano, 7 62032 Camerino

Corresponding author email: [emanuela.frapiccini@cnr.it](mailto:emanuela.frapiccini@cnr.it)

*Keywords:* *facies* sedimentarie, metalli pesanti, Mar Adriatico, Regione Marche

Il presente lavoro ha come finalità quella di valutare, attraverso lo studio delle proprietà geochemiche, sedimentologiche e mineralogiche dei sedimenti, quei processi sedimentologici che stanno alla base e che guidano la formazione degli attuali corpi sedimentari. Campioni di sedimento superficiale sono stati raccolti con il box-correr, in 64 stazioni lungo la costa adriatica centrale (Regione Marche). Per ciascun sedimento, sono state determinate le concentrazioni dei metalli pesanti e degli elementi in traccia, tramite ICP-OES (*Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectroscopy*) ed osservata la distribuzione spaziale. Al fine di valutare l'impatto antropico, se e come i metalli pesanti e gli elementi in traccia, siano cambiati rispetto al loro livello di *background* naturale, sono stati calcolati gli indici di contaminazione (*contamination factor*, Cf; *degree of contamination index*, Cd; *enrichment factor*, EF; *geoaccumulation index*, Igeo; *pollution load index*, PLI), (Annibaldi et al., 2018; Surrichio et al., 2019) e fatto un confronto con i limiti di legge (DM 173/2016).

Utilizzando un approccio statistico multivariato, il *Q-mode factor analysis*, il presente studio ha permesso di individuare l'ambiente di formazione dei sedimenti indagati. Lo studio ha evidenziato una generale diminuzione delle concentrazioni di alcuni metalli pesanti ed elementi in traccia, ma ha anche rilevato un incremento delle concentrazioni di As e Ba, dovuto attività antropiche locali. È stato anche osservato un aumento di Ca e Sr, imputato ad un cambiamento nei processi di sedimentazione avvenuto negli ultimi decenni, caratterizzato da una diminuzione degli apporti argillosi del Fiume Po e da una maggiore incidenza dei sedimenti carbonatici proveniente dai fiumi appenninici locali.

Sono state identificate tre principali *facies* biogeochemiche sedimentarie. La *Padanic Facies*, caratterizzata da sedimenti fini silicoclastici con un'alta componente di minerali argillosi e di materia organica provenienti da Nord e trasportati dalla *Western Adriatic Current* (Spagnoli et al., 2014). La *Coastal Facies*, costituita da sedimenti più grossolani arricchiti di minerali carbonatici provenienti dai fiumi locali (Chienti, Tenna e Tronto), fortemente rimaneggiati dal moto ondoso. La *Residual Facies*, caratterizzata da sedimenti siltosi rimaneggiati dal moto ondoso che raggiunge profondità più elevate, e che coinvolge solamente i sedimenti più fini.

### *References:*

- Annibaldi A., Illuminati S., Truzzi C. & Scarponi G. (2018) - Heavy Metals in Spring and Bottled Drinking Waters of Sibylline Mountains National Park (Central Italy). *J. Food Prot.*, 81, 295–301, doi:10.4315/0362-028X.JFP-17-310.
- Spagnoli F., Dinelli E., Giordano P., Marcaccio M., Zaffagnini F. & Frascari F. (2014) - Sedimentological biogeochemical mineralogical facies of Northern and Central Western Adriatic, Sea. *J. Mar. Syst.*, 139, 183–203, doi:10.1016/j.jmarsys.2014.05.021.
- Surrichio G., Pompilio L., Novelli A.A., Scamosci E., Marinangeli L., Tonucci L., D'Alessandro N. & Tangari A.C. (2019) - Evaluation of heavy metals background in the Adriatic Sea sediments of Abruzzo region, Italy. *Sci. Total Environ.*, 684, 445–457, doi:10.1016/j.scitotenv.2019.05.350.

## Dinamica di trasferimento del sedimento lungo il sistema di dispersione moderno del Mar Adriatico utilizzando profili di metalli in tracce

Langone L.<sup>1</sup>, Lopes da Rocha M.<sup>2,3</sup>, Miserocchi S.<sup>1</sup>, Giordano P.<sup>1</sup>, Pellegrini C.<sup>4</sup>, Tesi T.<sup>1</sup> & Guerra R.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Istituto di Scienze Polari (ISP\_CNR), Italy

<sup>2</sup> Departamento de Química-Física, Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales, Universidad de Cádiz, Spain

<sup>3</sup> CIRSA, Università di Bologna, Campus di Ravenna, Ravenna, Italia

<sup>4</sup> Istituto di Scienze Marine (ISMAR-CNR), Italia

Corresponding author email: [leonardo.langone@cnr.it](mailto:leonardo.langone@cnr.it)

*Keywords:* metalli in tracce, sedimenti marini, record sedimentario, trasferimento alongshore, mare Adriatico.

Nell'ambiente marino, i contaminanti antropogenici sono per lo più adsorbiti sul materiale sospeso, che si accumula principalmente vicino alle aree di origine. Le loro concentrazioni e gli inventari diminuiscono gradualmente con l'aumentare della distanza dalle sorgenti. In molti sistemi sedimentari, come il Mare Adriatico, l'entità del trasporto di particolato lungo la piattaforma è molto maggiore della corrispondente componente trasversale. In questi sistemi, il materiale contaminato portato dal fiume segue il modello di dispersione controllato dalle correnti principali e si accumula quando e dove l'energia della massa dell'acqua diminuisce. Pertanto, lo studio del destino dei contaminanti può contribuire a chiarire i processi deposizionali del materiale di origine fluviale dalla sorgente fino al sito di accumulo nel record sedimentario.

Alte concentrazioni di Zn e Pb sono state trovate in passato nell'Adriatico settentrionale e sono state messe in relazione all'influenza delle attività antropiche. In questo studio, abbiamo utilizzato i profili verticali di Pb e Zn, misurati in carote di sedimento raccolte lungo il cuneo di fango moderno dell'Adriatico occidentale e datate mediante <sup>210</sup>Pb, per ricostruire la loro evoluzione storica nel corso dell'ultimo secolo.

Le variazioni temporali delle concentrazioni dei metalli in traccia nei sedimenti dell'Adriatico sono in accordo con le attività di produzione industriale e il loro uso passato. I nostri risultati hanno mostrato che le concentrazioni di Zn e Pb cominciarono a crescere dalla prima guerra mondiale. Il segnale di aumento della contaminazione si è propagato verso sud fino a 450 km di distanza dalla fonte fluviale con un ritardo via via crescente. È stata inoltre osservata una riduzione dei metalli in tracce dalla metà degli anni '80, correlata all'implementazione di normative ambientali più rigide sul trattamento delle acque reflue.

Sulla base del ritardo di propagazione del segnale di aumento di Zn e Pb e di quello della fase decrescente registrati nelle carote di sedimento raccolte lungo il sistema di dispersione del fiume Po, viene fornita una prima stima di ~10 anni per il tempo medio di trasferimento delle particelle in viaggio dal foce del fiume Po al suo delta sommerso del Gargano.



## Presenza e distribuzione delle Terre Rare nei sedimenti superficiali dell'Alto Adriatico

Pavoni E.<sup>1,2</sup>, Crosera M.<sup>2</sup>, Adami G.<sup>2</sup> & Covelli S.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Matematica e Geoscienze, Università degli Studi di Trieste, Via Weiss 2, 34128 Trieste, Italy –

<sup>2</sup>Dipartimento di Scienze Chimiche e Farmaceutiche, Università degli Studi di Trieste, Via Giorgieri 1, 34127 Trieste, Italy

Corresponding author email: [epavoni@units.it](mailto:epavoni@units.it)

Keywords: sedimenti, Alto Adriatico, Terre Rare

I sedimenti rappresentano la principale sede di accumulo di specie chimiche organiche ed inorganiche veicolate dalle acque fluviali alle aree marino-costiere. Svariati sono gli studi incentrati sulla geochimica dei sedimenti in termini di presenza, distribuzione e mobilità di contaminanti organici ed elementi in tracce potenzialmente tossici (Covelli et al., 2001). Tuttavia, poche sono le informazioni ad oggi esistenti relativamente a quelli che vengono definiti contaminanti emergenti, tra cui rientrano gli elementi delle Terre Rare (Rare Earth Elements, REE).

Le REE comprendono 17 elementi metallici che includono l'intera serie dei lantanidi, unitamente allo scandio (Sc) e all'ittrio (Y) e vengono generalmente distinte in REE leggere e pesanti (LREE, HREE) in funzione del peso atomico. Nonostante siano definiti rari, questi elementi sono piuttosto diffusi nella crosta terrestre e ampiamente utilizzati in attività agricole, ospedaliere e in ambito industriale per la produzione di svariati dispositivi tecnologici di uso quotidiano.

Per queste ragioni, la loro presenza in diverse matrici ambientali quali sedimenti, acque eparticellato in sospensione, è spesso oggetto di studio da parte della comunità scientifica internazionale. Infatti, le REE possono essere utilizzate come traccianti di fenomeni naturali, come processi erosivi, ma anche di attività antropiche (Viers et al., 2009; Piper and Bau, 2013; da Silva et al., 2018).

Questo studio si pone come obiettivo una valutazione preliminare della presenza e distribuzione delle REE nei sedimenti superficiali dell'Alto Adriatico, rappresentativi di un'area compresa tra il Golfo di Trieste e il delta del fiume Po. Questi sedimenti sono stati oggetto di una precedente indagine sulla contaminazione da metalli pesanti e da idrocarburi nei sedimenti superficiali dei mari italiani (CoNISMa, 2001). Di conseguenza, il presente studio si propone di ampliare le informazioni già esistenti allo scopo ultimo di valutare l'origine di questi elementi unitamente alla presenza di eventuali anomalie nelle concentrazioni delle REE dovute a potenziali contributi antropici.

### References:

- Covelli S., Faganeli J., Horvat M. & Brambati A. (2001) - Mercury contamination of coastal sediments as the result of long-term cinnabar mining activity (Gulf of Trieste, northern Adriatic Sea). *Appl. Geochem.* 16 (5), 541–558.
- da Silva Y.J.A.B., do Nascimento C.W.A., da Silva Y.J.A.B., Amorim F.F., Cantalice J.R.B., Singh V.P. & Collins, A.L. (2018) - Bed and suspended sediment-associated rare earth element concentrations and fluxes in a polluted Brazilian river system. *Environ. Sci.Pollut. R.* 25 (34), 34426–34437.
- Piper DZ & Bau M. (2013) - Normalized rare earth elements in water, sediments, and wine: identifying sources and environmental redox conditions. *Am. J. Anal. Chem.* 4(10A):69–83.
- Viers J., Dupré B. & Gaillardet J. (2009) - Chemical composition of suspended sediments in world Rivers: new insights from a new database. *Sci. Total. Environ.* 407 (2), 853–868.

## Sviluppo di un indice predittivo a supporto della gestione sostenibile di bacini semi chiusi: il caso del Porto di Civitavecchia

Piazzolla D.<sup>1,2</sup>, Bonamano S.<sup>2,1</sup>, Madonia A.<sup>1,2</sup>, Piermattei V.<sup>2,1</sup>, Zappalà G.<sup>2,3</sup>, Scanu S.<sup>1,2</sup> & Marcelli M.<sup>2,1</sup>

<sup>1</sup>Fondazione CMCC- Centro euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici.

<sup>2</sup>Laboratorio di Oceanologia sperimentale ed Ecologia marina, Dipartimento di Scienze Ecologiche e Biologiche (DEB),  
Università degli Studi della Tuscia, Civitavecchia, Italia.

<sup>3</sup>Istituto per le Risorse Biologiche e le Biotecnologie Marine, Consiglio Nazionale delle Ricerche (IRBIM-CNR),  
Spianata S. Raineri 86, 98122 Messina, Italia.

Corresponding author email: [daniele.piazzolla@cmcc.it](mailto:daniele.piazzolla@cmcc.it)

**Keywords:** tempo di residenza, fattore di arricchimento, indice predittivo.

I bacini portuali sono considerati aree semi chiuse e, come tali, possono essere interessati da un basso ricambio di acqua causato dalle basse intensità della circolazione nel bacino. Queste caratteristiche, insieme alla costante pressione delle attività antropiche presenti all'interno dei porti, influenzano la qualità delle acque portuali e possono portare ad elevati livelli di contaminazione dei sedimenti marini. A questo proposito, la valutazione della qualità delle acque presuppone la conoscenza del comportamento idrodinamico dell'intero bacino portuale.

In questo studio, viene presentato il caso del Porto di Civitavecchia (Italia), uno dei più importanti hub per traffico di merci e passeggeri del Mar Mediterraneo, interessato negli ultimi anni da importanti modifiche strutturali (allungamento dell'antemurale, costruzione di nuove banchine e futura realizzazione di un nuovo ingresso).

Per valutare la dinamica all'interno del Porto di Civitavecchia, è stato utilizzato il Flushing Time (FT) (Sanford et al., 1992), che rappresenta il tempo di permanenza delle masse d'acqua all'interno del bacino portuale. FT è stato calcolato utilizzando il campo di correnti tridimensionali computato attraverso il modello numerico DELFT-3D in diverse condizioni meteomarine. Per testare l'affidabilità dei risultati del modello, i livelli di FT sono stati confrontati con i valori di Enrichment Factor (EF) (Salomons & Forstner, 1984) dei metalli in traccia misurati nei sedimenti marini all'interno del bacino portuale. Al fine di valutare i potenziali effetti delle modifiche strutturali del porto di Civitavecchia, è stato sviluppato un indice predittivo, il Flushing Efficiency Index (FEI) (Bonamano et al., 2017) che permette di valutare in anticipo se una nuova opera peggiorerà (FEI negativo) o migliorerà (FEI positivo) la qualità delle acque portuali.

Per il caso studio del Porto di Civitavecchia, l'aumento delle dimensioni del bacino portuale dovuto alle opere di ampliamento si traduce in valori elevati di FT, localizzati soprattutto nella parte interna del porto, coerenti con i livelli di EF dei metalli in traccia ritrovati nei sedimenti. In questo caso, il peggioramento della qualità dell'acqua è confermato da valori negativi di FEI. Diversamente, nel caso della realizzazione di un nuovo ingresso a Sud del porto, l'indice FEI assume valori positivi, evidenziando un miglioramento delle acque portuali.

### References:

- Bonamano S., Madonia A., Piazzolla D., Paladini de Mendoza F., Piermattei V., Scanu S. & Marcelli, M. (2017) - Development of a predictive tool to support environmentally sustainable management in port basins. *Water*, 9(11), 898.
- Salomons W. & Forstner, U. (1984) - *Metals in the Hydrocycle*. Springer: Berlin, Germany.
- Sanford L., Boicourt W. & Rives S. (1992) - Model for estimating tidal flushing of small embayments. *J. Waterw. Port. Coast. Ocean Eng.* 118, 913–935.

## Definizione dei valori di fondo dei metalli pesanti nei sedimenti marini della costa abruzzese

Pompilio L.<sup>1</sup>, Tonucci L.<sup>2</sup>, Surricchio G.<sup>3</sup>, Arizzi Novelli A.<sup>3</sup>, Scamosci A.<sup>3</sup>, Marinangeli L.<sup>4</sup>,  
Tangari A.C.<sup>4</sup> & d'Alessandro N.<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Istituto per il Rilevamento Elettromagnetico dell'Ambiente, Consiglio Nazionale delle Ricerche,  
Via Bassini 15, 20133 Milano, Italia

<sup>2</sup> Dipartimento di Scienze Filosofiche, dell'Educazione e Economico-Quantitative, "G. d'Annunzio" Università di  
Chieti-Pescara, Via dei Vestini, I-66100 Chieti, Italy

<sup>3</sup> Agenzia Regionale per la tutela dell'Ambiente, Arta Abruzzo, Viale Marconi 178, I-65127 Pescara, Italy

<sup>4</sup> Dipartimento di Scienze Psicologiche, della Salute e del Territorio, "G. d'Annunzio" Università of Chieti- Pescara, Via  
dei Vestini, I-66100 Chieti, Italia

<sup>5</sup> Dipartimento di Ingegneria e Geologia, "G. d'Annunzio" Università of Chieti-Pescara, Via dei Vestini, I-66100 Chieti,  
Italia

Corresponding author email: [pompilio.l@irea.cnr.it](mailto:pompilio.l@irea.cnr.it)

**Keywords:** metalli pesanti, sedimenti marini, costa abruzzese, valori di fondo inquinanti

La movimentazione e il riutilizzo dei sedimenti marini dopo le operazioni di dragaggio è di grande importanza per la salvaguardia ambientale ed sono quindi regolate da leggi specifiche. La normativa italiana più recente è il Decreto del Ministero dell'Ambiente, n. 173/2016 che stabilisce criteri e metodi per la caratterizzazione e classificazione dei sedimenti marini, nonché i requisiti tecnici per la gestione e lo smaltimento. Fornisce inoltre le soglie chimiche di riferimento nazionale per i contaminanti organici e inorganici nei sedimenti. La soglia  $L_1$  è la concentrazione di un elemento o composto alla quale gli effetti di tossicità e bioaccumulo si verificano con scarsa probabilità. La regolazione consente di utilizzare le soglie  $L_1$  locali ( $L_{1loc}$ ) quando disponibili.

La struttura dei sedimenti, la composizione mineralogica, il contenuto di carbonio organico, lo stato di riduzione / ossidazione, i processi di adsorbimento e desorbimento hanno influenza sia sulla mobilità che sulla disponibilità dei metalli nei sedimenti marini. La conoscenza del cosiddetto "background geochimico", secondo la definizione di Matschullat et al. (2000), ha una rilevanza fondamentale negli studi ambientali e nelle operazioni di gestione dei sedimenti.

Surricchio et al. (2019) ha determinato per la prima volta il fondo locale ( $L_{1loc}$ ) di metalli in traccia come As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb e Zn nei sedimenti marini raccolti lungo la costa della regione Abruzzo.

Diverse campagne di campionamento sono state condotte dall'agenzia regionale ARTA tra il 2011 e il 2016 ad una distanza compresa tra 0,5 e 10 km dalla costa.

Per la determinazione dei livelli di fondo è stata utilizzata la composizione chimica e mineralogica dei 110 campioni con risposta negativa ai test ecotossicologici. Per identificare i valori anomali sono state utilizzate sia statistiche univariate (box plot di Tukey) che multivariate (PCA). I valori del 90° percentile della distribuzione statistica sono stati utilizzati per identificare il contesto locale  $L_{1loc}$  secondo la legge nazionale citata. Un ulteriore calcolo del background locale ( $L^*_{1loc}$ ) è stato eseguito dopo la rimozione dei valori anomali. Tuttavia, non sono state osservate differenze significative tra i due approcci.

In questo contributo discuteremo ulteriormente i risultati ottenuti per comprendere meglio il significato dei valori anomali osservati.

### References:

- Matschullat J., Ottenstein R. & Reimann C. (2000) - Geochemical background – can we calculate it? Environ. Geol. 39, 990-1000.
- Surricchio G., Pompilio L., ArizziNovelli A., Scamosci E., Marinangeli L., Tonucci L., d'Alessandro N. & Tangari A.C. (2019) - Evaluation of heavy metals background in the Adriatic Sea sediments of Abruzzo region, Italy, Science of The Total Environment, Volume 684, pp 445-457, doi: 10.1016/j.scitotenv.2019.05.350

## Linee guida per la definizione delle province geochemiche a mare e dei relativi valori di fondo nei sedimenti

Romano E.<sup>1</sup>, Bergamin L.<sup>1</sup>, Canepa M.<sup>2</sup>, Ausili A.<sup>1</sup>, Maggi C.<sup>1</sup> & Croudace I.W.<sup>3</sup>

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

<sup>2</sup>ARPAL, Agenzia Regionale Protezione Ambiente Ligure, Genova, Italia

<sup>3</sup>GAU-Radioanalytical Laboratories, University of Southampton, UK

Corresponding author email: [elena.romano@isprambiente.it](mailto:elena.romano@isprambiente.it)

*Keywords:* sedimenti marini, stato ambientale, contaminazione, valori di fondo

A causa del crescente impatto antropico sulle aree costiere marine, la contaminazione dei sedimenti è diventata una delle principali questioni ambientali in termini di gestione e politica per le autorità nazionali e internazionali. La Direttiva Quadro sulle Acque (2000/60/CE) per il raggiungimento e la conservazione del Buono Stato Ambientale dei corpi idrici, unitamente alla normativa nazionale di recepimento, prevede la valutazione dello stato chimico dei corpi idrici attraverso l'utilizzo di Standard di Qualità Ambientale (SQA) per acqua e organismi, ma anche per sedimenti marini.

A causa della complessità geologica del territorio italiano che rappresenta la principale sorgente da cui originano i sedimenti marini, questi possono risultare naturalmente arricchiti per uno o più metalli e/o elementi in tracce, producendo anomalie geochemiche e superando gli SQA. Poiché la determinazione di corretti valori di fondo è di fondamentale importanza per un'ideale valutazione dello stato di qualità degli ambienti marini costieri, la normativa italiana (DM 56/2009) prevede che, nelle aree interessate da anomalie geochemiche naturali, gli SQA nazionali possano essere sostituiti da BGV locali.

Negli ultimi anni il Sistema Nazionale per la Protezione Ambientale ha inserito tra le proprie finalità la regolamentazione e standardizzazione delle procedure per l'individuazione delle province geochemiche a mare utili alla determinazione dei BGV di metalli ed elementi in tracce nei sedimenti marini, che hanno portato alla produzione della linea guida qui illustrata.

La linea guida comprende una illustrazione del quadro normativo e una raccolta bibliografica delle caratteristiche geologiche, geomorfologiche, sedimentologiche e geochemiche delle diverse regioni italiane, finalizzata all'individuazione delle province geochemiche a mare (Romano et al., 2017). Nel documento vengono quindi descritte le procedure per la determinazione del BGV correlati. Per quanto riguarda quest'ultimo argomento, il percorso logico ha seguito un approccio di tipo scientifico supportato dalla letteratura disponibile, questo anche al fine di fornire una definizione chiara e inequivocabile di "valore di fondo". Da quest'analisi è risultato evidente come le carote di sedimento costituiscano il miglior archivio ambientale e l'unico strumento idoneo per il riconoscimento, supportato da un'adeguata caratterizzazione geocronologica, delle condizioni di riferimento *in situ*.

### References:

Romano E., Bergamin L., Canepa M., Maggi C., Ausili A. & Gruppo di Lavoro (2018) - Definizione delle province geochemiche a mare e dei relativi valori di fondo nei sedimenti marini. Linee Guida SNPA 06/18, 134 pp.

## **Analisi sedimentologica e geochemica di due carote dalla piattaforma continentale della Calabria occidentale (Tirreno SE): implicazioni per l'indagine sismogenica**

Romano S.<sup>1</sup>, Loreto M.F.<sup>1</sup>, Capotondi L.<sup>1</sup> & Vigliotti L.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> CNR, ISMAR Sede di Bologna

*Corresponding author email:* [stefania.romano@bo.ismar.cnr.it](mailto:stefania.romano@bo.ismar.cnr.it)

*Keywords:* sedimenti marini, geochemica dei sedimenti, margine continentale, depositi sismogenici, tardo Olocene.

In questo lavoro vengono presentati i risultati ottenuti dall'analisi di due carote di sedimento (Geo-14 C02 e Geo-14 C03) raccolte al tetto e letto della faglia normale attiva di Sant' Eufemia al largo della Calabria occidentale. I campioni sono stati analizzati con l'obiettivo di identificare il record stratigrafico e geochemico dei principali eventi sismici che hanno interessato l'area. Tuttavia, l'identificazione dei livelli sedimentari correlabili ad eventi di scuotimento sismico sul margine continentale può diventare una sfida in un'area in cui diversi meccanismi influenzano la deposizione dei sedimenti.

Le analisi includono dati geochemici (XRF-CS), misure di suscettività magnetica e radiografie, integrate da datazioni mediante l'utilizzo di un profilo del  $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$  per la parte più recente, mentre nella porzione più profonda sono state utilizzate analisi di  $^{14}\text{C}$  effettuate su molluschi e foraminiferi prelevati dal sedimento.

In questo lavoro presentiamo i risultati dei sedimenti depositati durante il tardo Olocene (<4,25 kyr).

I profili di  $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$  seguono un andamento esponenziale regolare nell'intervallo di tempo del suo decadimento (circa 100 anni) supportando l'ipotesi che la sequenza sedimentaria integri gli eventi di deposizione / erosione avvenuti in questo lasso di tempo, non registrando eventi meteorologici estremi avvenuti nell'area. Andando indietro nel tempo, in entrambe le carote si osserva un cambiamento composizionale con un aumento degli elementi tipici di un letto più grossolano (es. Zr, Ti, Fe e Mn) con alti valori di suscettività magnetica. Nello stesso intervallo sedimentario le immagini X-Ray evidenziano la presenza di livelli più chiari, corrispondenti ad un aumento relativo della granulometria, intercalati a livelli scuri. Tale intervallo risulta cronologicamente correlabile con le più importanti sequenze sismiche ( $M_w > 6$ ) riportate nell'archivio dei terremoti storici (Rovida et al., 2016), che dal 1600 DC ad oggi hanno colpito gravemente la Calabria, ed inoltre caratterizzate da elevate intensità lungo tutta la costa occidentale ([https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/query\\_eq/](https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/query_eq/)). Tale osservazione suggerisce che si tratti di depositi dovuti ad instabilità gravitativa indotta da eventi sismici.

L'approccio integrato che comprende l'analisi stratigrafica e litologica, le proprietà fisiche dei sedimenti e la loro analisi geochemica potrebbe essere un valido strumento per comprendere meglio le interazioni tra depositi sedimentari indotti dal terremoto anche in un'area di piattaforma di moderata profondità.

### *References:*

Rovida A., Locati M., Camassi R., Lolli B. & Gasperini P. (eds) (2016) - CPTI15, INGV. <http://doi.org/10.6092/INGV.IT-CPTI15>

**MW 10.**  
**Tema Libero**

*Moderatori:* Budillon F., Ceramicola S., Ivaldi R., Gamberi F., Sulli A., Chiocci F.L.

## **Analisi integrata di dati morfo-batimetrici, sismo-stratigrafici e sedimentologici sul canyon Dohrn (Golfo di Napoli, Tirreno meridionale): interazioni tra vulcanismo e tettonica**

Aiello G.<sup>1</sup>, Iorio M.<sup>1</sup>, Molisso F.<sup>1</sup> & Sacchi M.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Istituto di Scienze Marine (ISMAR-CNR), Sezione Secondaria di Napoli, 80133, Napoli, Italy

Corresponding author email: [gemma.aiello@cnr.it](mailto:gemma.aiello@cnr.it); [gemmaiello@virgilio.it](mailto:gemmaiello@virgilio.it)

*Keywords:* Canyon Dohrn, Golfo di Napoli, stratigrafia sismica, sedimentologia, petrofisica

Un'analisi integrata di dati morfo-batimetrici, sismo-stratigrafici e sedimentologici sul canyon Dohrn, localizzato nel Golfo di Napoli, viene qui illustrata con lo scopo di chiarire le relazioni tra vulcanismo e tettonica (Aiello et al., 2020). La formazione del canyon Dohrn è geneticamente collegata con gli eventi eruttivi principali che hanno coinvolto il Golfo di Napoli, che includono l'Ignimbrite Campana (37 ky B.P.; Di Vito et al., 1999) ed il Tufo Giallo Napoletano (15 ky B.P.; Deino et al., 2004). I canyons sottomarini sono lineamenti geologici che incidono la piattaforma esterna e la scarpata dei margini continentali (Ceramicola et al., 2015). Tali lineamenti sono frequentemente associati con un rischio geologico significativo, soprattutto quando si sviluppano presso zone costiere densamente popolate, come avviene nel Golfo di Napoli. Lo scopo di questa ricerca è quello di migliorare la comprensione dei processi erosionali e deposizionali lungo un sistema di canyons sottomarini principali che si sviluppa su un margine continentale attivo da un punto di vista tettonico e vulcanico, nel quadro generale delle oscillazioni relative del livello marino durante il Quaternario superiore. L'interpretazione sismo-stratigrafica ha mostrato che la tettonica quaternaria ed il vulcanismo attivo e recente hanno controllato l'evoluzione morfologica ed i processi deposizionali (*source-to-sink*) dei canyons sottomarini Dohrn e Magnaghi. I dati stratigrafici suggeriscono che la formazione del canyon Dohrn pre-data la messa in posto del Tufo Giallo Napoletano. L'analisi stratigrafica integrata dei profili sismici e della carota C74\_12 suggerisce che i processi deposizionali sono dominati da flussi gravitativi (torbiditi sottili, flussi di detrito) e da trasporti gravitativi di massa.

### *References:*

- Aiello G., Iorio M., Molisso F. & Sacchi M. (2020) – Integrated morpho-bathymetric, seismic-stratigraphic, and sedimentological data on the Dohrn canyon (Naples Bay, Southern Tyrrhenian sea): relationships with volcanism and tectonics. *Geosciences* 2020, 10, 319, doi: 10.3390/geosciences10080319.
- Ceramicola S., Amaro T., Amblas D., Cagatay N., Carniel S., Chiocci F.L., Fabri M.C., Gamberi F., Harris P. & Lo Iacono C. (2015) – Submarine canyons dynamics – an executive summary. In: Briand F. (ed.), *Submarine Canyon Dynamics in the Mediterranean and Tributary Seas – An Integrated Geological, Oceanographic and Biological Perspective*. CIESM Monograph, CIESM Publisher, Munchen, Germany, 47, 1-232.
- Deino A. L., Orsi G., De Vita S. & Piochi M. (2004) – The age of the Neapolitan Yellow Tuff caldera-forming eruption (Campi Flegrei caldera – Italy assessed by <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar dating method. *Journ. of Volcanol. Geoth. Res.*, 133, 157-170.
- Di Vito M.A., Isaia R., Orsi G., Southon J., De Vita S., D'Antonio M., Pappalardo L. & Piochi M. (1999) – Volcanic and deformational history of the Campi Flegrei caldera in the past 12 ka. *Journ. of Volcanol. Geoth. Res.*, 91, 221-246.

## Sicurezza della navigazione e balneazione nelle acque interne: rilievi batimetrici, topografici e sismici del Lago di Martignano (area metropolitana di Roma)

Argentieri A.<sup>1</sup>, Cristofalo G.C.<sup>2</sup>, Fabiani M.<sup>1</sup>, Marchetti M.<sup>2</sup>, Martire M.L.<sup>3</sup>, Santoro P.C.<sup>2</sup>, Taliana D.M.R.<sup>2</sup>, Vertenzi D.<sup>3</sup> & Vozzi S.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Città Metropolitana di Roma Capitale- Dip. VI Servizio 3 “Geologico, difesa del suolo e protezione civile in ambito metropolitano”

<sup>2</sup> FUGRO Italy S.p.A

<sup>3</sup> Città Metropolitana di Roma Capitale- Dip. V Servizio 2 “Vigilanza e controllo su attività di Motorizzazione Civile e di trasporto”

Corresponding author email: [d.taliana@fugro.com](mailto:d.taliana@fugro.com)

**Keywords:** Lago di Martignano, prevenzione rischio territoriale, rilievi batimetrici.

Da diversi anni la Città Metropolitana di Roma Capitale, coniugando le competenze in materia di protezione civile con quelle inerenti le acque interne (laghi e fiumi), ha avviato nuove attività di previsione e prevenzione dei rischi territoriali. L'area metropolitana è caratterizzata infatti dalla presenza di quattro bacini lacustri principali (Bracciano, Martignano, Albano di Castel Gandolfo e Nemi) che, oltre a rappresentare risorse naturali ed ambientali, costituiscono elementi territoriali critici, con particolare riguardo alla sicurezza della navigazione e balneazione nelle acque interne. Per tali ragioni si è deciso di impostare e sviluppare un sistema informativo territoriale dei bacini lacustri, in cui far confluire in forma sistematica dati sui fattori naturali e antropici che caratterizzano tali ambienti complessi. L'iniziativa punta a favorire sinergie tra soggetti pubblici e privati, coinvolti a vario titolo nella gestione dei bacini lacustri, presenti nell'apposito Tavolo di coordinamento istituito dalla Città Metropolitana.

L'importanza di disporre di batimetrie di dettaglio si è manifestata più volte nel recente passato, in occasione di diversi gravi incidenti per i quali le operazioni di soccorso, e purtroppo di recupero di relitti e vittime, sono state estremamente difficoltose. Lo stato delle conoscenze dei bacini lacustri dell'area romana, soprattutto quelli dei Monti Sabatini, si basa su dati risalenti a molte decadi addietro; per il Lago di Bracciano gli studi di riferimento furono pubblicati dal CNR oltre mezzo secolo fa (Bertini et al., 1971).

Come progetto pilota per una moderna esplorazione multiparametrica delle aree sommerse e circumlacuali si è perciò scelto il più piccolo dei laghi, Martignano, per i quali non erano disponibili dati di dettaglio. Il lago, impostato all'interno di una conca legata allo svuotamento di una delle caldere del complesso vulcanico Sabatino, presenta numerose caratteristiche di interesse sia geologico che archeologico (Puglisi and Savi Scarponi, 2011; Ventriglia, 2002; Faccenna et al., 1995; Ferricchi, 1971).

A fine 2019 il Servizio Geologico della Città Metropolitana ha perciò commissionato un rilievo completo del bacino lacustre di Martignano, comprendendo sia la parte emersa che quella sommersa. Il rilievo batimetrico, effettuato nel febbraio 2020, ha permesso di caratterizzare in dettaglio la morfologia del fondale, individuando numerose depressioni di dimensioni variabili da poche decine di centimetri a un centinaio di metri. Sono state interpretate come crateri e *pockmark*, legati all'espulsione di fluidi in relazione all'attività tardo-magmatica.

L'integrazione dei dati batimetrici e topografici, insieme allo studio di quelli sismici e di *backscatter*, ha permesso una migliore comprensione dell'area e un approfondimento rispetto agli studi precedenti. La conoscenza del territorio è uno degli strumenti più importanti per la corretta gestione, la prevenzione di potenziali rischi e la gestione delle emergenze.

### References:

- Bertini M., D'Amico C., M. Deriu M., S. Tagliavini S. & Vernia L. (1971) - Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia 1:10000 – Foglio 143 Bracciano. 77p.
- Puglisi C. & SaviScarponi A. (2011) - Le variazioni di livello del Lago di Martignano (Roma) nella cronologia olocenica - The Journal of Fasti Online ISSN 1828-3179 – [fastionline.org/docs/FOLDER-it-2011-233.pdf](http://fastionline.org/docs/FOLDER-it-2011-233.pdf)
- Ventriglia U. (2002) -Geologia del territorio del Comune di Roma. Amm. Prov. Di Roma, Servizio Geologico, Difesa del Suolo, Roma.



Faccenna C., Funicello R. & Marra F. (1995) – ISPRA, Inquadramento geologico strutturale dell'area romana. Memorie descrittive della carta geologica d'Italia, 50. 550 pp.

5) La foresta di pietra – HYPERLINK "<http://www.lambertoferricchi.it>"[www.lambertoferricchi.it](http://www.lambertoferricchi.it)

## Approccio integrato per lo studio dell'evoluzione della linea di riva nel Golfo di Gela, Sicilia Meridionale

Borzi L.<sup>1</sup>, Di Stefano A.<sup>1</sup> & Chiarella D.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche e Ambientali, Università degli Studi di Catania

<sup>2</sup>Royal Holloway, University of London, Egham, UK, Bologna

*Corresponding author email:* [lauraborzi26@gmail.com](mailto:lauraborzi26@gmail.com)

*Keywords:* Erosione costiera, Frammentazione sistemi dunali, DSAS, Impatto opere costiere

Molte coste italiane sono interessate da fenomeni erosivi e quasi il 37% ha subito processi che hanno causato arretramenti superiori ai 10 metri tra il 2000 e il 2007. Il trend evolutivo delle coste siciliane non si discosta da quello nazionale con processi erosivi più intensi presenti nell'area sud-orientale (ISPRA, 2012). Il presente studio valuta statisticamente i cambiamenti della linea di riva della costa del Golfo di Gela a medio e lungo termine, l'area in questione è stata interessata da significative variazioni ambientali e l'azione umana ha modificato la fascia costiera in modo decisivo. Al fine di contrastare gli effetti della pressione umana, metodi proattivi di mitigazione dell'erosione sono stati implementati dal 2012 attraverso il progetto europeo Life Leopoldia nell'area di Punta Braccetto. L'analisi dell'evoluzione della costa è stata portata avanti grazie ad un'analisi diacronica a partire dalle linee di riva estratte da foto aeree, immagini satellitari e mappe tematiche utilizzando il Digital Shoreline Analysis System (Thieler et al., 2005). L'analisi include anche le informazioni sui bacini idrografici, le condizioni meteorologiche e dello stato del mare, analisi sedimentologiche effettuate per delineare l'evoluzione a breve termine degli elementi morfologici della spiaggia, lo studio della frammentazione dei sistemi dunali e l'impatto delle opere marittime costiere. A completamento dello studio, è stata anche calcolata una curva di previsione della posizione della linea di riva nei prossimi anni. I risultati mostrano un'evoluzione tendenzialmente erosiva all'interno del Golfo di Gela, ma diversi profili sono stati delineati nelle diverse zone dell'area di studio a seconda dell'asset costiero preesistente.

### *References:*

- ISPRA - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (2012) - Annuario dei dati ambientali – Tematiche ambientali in primo piano. Capitolo 5 – Mare e ambiente costiero, 193 – 234.
- Thieler E.R., Himmelstoss E.A., Zichichi J.L., Ergul A. (2009)- Digital Shoreline Analysis System (DSAS) version 4.0 — An ArcGIS extension for calculating shoreline change. Open-File Report 2008-1278. U.S. Geological Survey, 81 pp.

## Sviluppo di metodologie poco invasive utili al rinvenimento di sabbie relitte sulla piattaforma continentale, ai fini del ripascimento delle spiagge in erosione

Caldareri F.<sup>1</sup>, Sulli A.<sup>1</sup> & Todaro S.<sup>1</sup>

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

Corresponding author email: [francesco.caldareri@unipa.it](mailto:francesco.caldareri@unipa.it)

**Keywords:** relict sand, beach nourishment, continental shelf, sediment flux

La forte pressione antropica e la crescente realizzazione di opere di difesa e strutture portuali, hanno fortemente incrementato i fenomeni erosivi delle coste italiane. È dunque fondamentale perfezionare le tecniche di difesa del litorale sostenute da una corretta analisi tecnica ed ambientale preventiva, seguite da un attento programma di monitoraggio. Tra queste il ripascimento artificiale consiste nell'introdurre, lungo la spiaggia soggetta ad erosione, materiale con granulometria e composizione compatibile con quello preesistente.

L'individuazione di consistenti quantità di sabbie relitte è, attualmente, un processo dispendioso sia in termini economici che di tempo. Risulta quindi necessario sviluppare metodologie poco invasive, che siano poco impattanti sull'ambiente e che permettano un abbattimento di tempi e costi di esecuzione.

Questa ricerca è finalizzata allo studio del flusso di sedimenti fluviali, utile a prevedere il volume, i tempi e la localizzazione dei sedimenti che vengono trasportati dalla regione di origine al bacino di accumulo. Questo approccio potrebbe portare all'individuazione di aree della piattaforma continentale, in cui la probabilità di rinvenimento di depositi di sabbia relitta è maggiore.

A questo scopo sono stati utilizzati 2 modelli: BQART (Syvitski and Milliman, 2007), per la stima del trasporto solido in sospensione (*suspended load*), e fulcrum (Holbrook and Wanas, 2014), per la stima del trasporto solido di fondo (*bedload*).

Queste due metodologie sono state applicate ai bacini idrografici dei fiumi Milicia e San Leonardo (Sicilia nord-occidentale), poiché nell'offshore di Termini Imerese sono stati individuati depositi di sabbia relitta ad una profondità di circa 120 m, con un volume di  $130 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ . L'obiettivo è di verificare se il flusso di sedimenti calcolato con i 2 metodi è compatibile con la quantità di sabbie che si sono depositate sulla piattaforma continentale durante l'intervallo di stazionamento basso del livello del mare, compreso tra 23 e 18 mila anni fa.

I risultati ottenuti sono di  $0.17 \text{ km}^3/\text{Myr}$  per il *suspended load* e  $6.11 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$  per il *bedload* del f. Milicia e di  $81.27 \text{ km}^3/\text{Myr}$  per il *suspended load* e  $1.2 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$  per il *bedload* del f. San Leonardo.

Questi valori, calcolati su un intervallo di ~5000 anni (durata dello stazionamento basso), forniscono un volume totale di  $\sim 30 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ , inferiore rispetto al volume presente nell'offshore di Termini Imerese. Questo risultato, se confermato anche dai dati sperimentali, indica che nel calcolo totale vanno tenuti in considerazione volumi sedimentari legati a forzanti esterne, quali per esempio il trasporto litoraneo.

### References:

- Holbrook, J., Wanas, H., (2014). A fulcrum approach to assessing source-to-sink mass balance using channel paleohydrologic parameters derivable from common fluvial data sets with an example from the Cretaceous of Egypt. *J. Sediment. Res.* 84, 349–372.
- Syvitski, J.P.M., Milliman, J.D., 2007. Geology, geography and humans battle for dominance over the delivery of fluvial sediment to the coastal ocean. *J. Geol.* 115, 1–19.

## **Le strutture della risorgenza e la loro relazione con il reservoir magmatico: nuove conoscenze dalla caldera del Tufo Giallo Napoletano (Napoli, Italia)**

Corradino M.<sup>1</sup>, Pepe F.<sup>1</sup>, Sacchi M.<sup>2</sup>, Solaro G.<sup>3</sup>, Duarte H.<sup>4</sup>, Ferranti L.<sup>5</sup> & Zinno I.<sup>3</sup>

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

<sup>2</sup> Istituto di Scienze Marine (ISMAR), Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), Sezione di Napoli, Napoli, Italia

<sup>3</sup> Istituto per il Rilevamento Elettromagnetico dell'Ambiente, IREA-CNR, Napoli, Italia

<sup>4</sup> Marine Department, Geosurveys – Geophysical Consultants Lda, Aveiro, Portogallo

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

*Corresponding author email:* [marta.corradino@unipa.it](mailto:marta.corradino@unipa.it)

*Keywords:* Strutture della Risorgenza, Caldera, Reservoir Magmatico, Campi Flegrei

La risorgenza è un processo che consiste nel sollevamento del fondo della caldera, principalmente causato da variazioni di pressione o di volume che si verificano all'interno del reservoir magmatico. Una delle sfide della vulcanologia è l'identificazione delle strutture che si formano durante la risorgenza e la comprensione della loro relazione con il reservoir magmatico. In questo lavoro, indaghiamo le strutture della risorgenza che si è formata nella caldera del Tufo Giallo Napoletano (Napoli, Italia). Per il raggiungimento di questo scopo, abbiamo analizzato profili sismici ad alta ed altissima risoluzione, dati batimetrici, e dati di Interferometria Differenziale Radar ad Apertura Sintetica (DInSAR).

I nostri risultati mostrano che l'area risorgente consiste di 1) un domo centrale suddiviso in due blocchi principali, delimitati da faglie ad alto angolo orientate NNE-SSO, 2) un graben apicale che si forma in corrispondenza del blocco più sollevato, 3) una zona periferica che include diversi blocchi sollevati e tiltati, delimitati da faglie che immergono verso la zona interna della caldera. L'inizio del sollevamento del domo centrale è avvenuto attraverso la riattivazione, in senso inverso, di faglie normali formatesi durante il collasso della caldera, e localizzate nella zona periferica. Durante i periodi di irrequietezza della caldera, i due blocchi del domo centrale si muovono in modo indipendente a velocità diverse, mentre i blocchi della zona periferica accomodano la deformazione. Il comportamento irrequieto della caldera è legato alle dinamiche di un reservoir magmatico situato a  $3,5 \pm 0,7$  km di profondità, e caratterizzato da una larghezza che corrisponde approssimativamente all'estensione dell'area risorgente sovrastante.

Definire il sistema di faglie che formano la caldera e identificare l'area interessata dalla risorgenza è cruciale per stimare la profondità e la larghezza del reservoir magmatico. Inoltre, ottenere informazioni sulle strutture della risorgenza permette di prevedere il comportamento della caldera durante i periodi di irrequietezza, localizzando i settori dove nuove bocche vulcaniche si potrebbero formare, e le zone che potrebbero subire delle deformazioni. Queste conoscenze contribuiscono alla valutazione della pericolosità vulcanica.

## Ruolo degli habitat mediterranei a *Sabellaria alveolata* (Polychaeta) nella dinamica costiera

Deias C.<sup>1</sup>, Rosso A.<sup>1,3</sup>, Serio D.<sup>1,3</sup>, Fazio E.<sup>1</sup>, Guido A.<sup>2</sup>, Apollaro C.<sup>2</sup>, Vespasiano G.<sup>2</sup> & Sanfilippo R.<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche e Ambientali, Università di Catania

<sup>2</sup> Dipartimento di Biologia, Ecologia e Scienze della Terra, Università della Calabria

<sup>3</sup> CoNISMa, Piazzale Flaminio, 9, 00195 - Roma

Corresponding author email: [sanfros@unict.it](mailto:sanfros@unict.it)

Keywords: Sabellariidae, sabbia, biocostruzione, erosione, Mediterraneo

I policheti Sabellaridi, o *sand-castle worms*, costruiscono tubi agglutinati sabbiosi che si aggregano a formare biocostruzioni in fondali marini superficiali. Queste incrostano inizialmente substrati duri per poi espandersi sui sedimenti incoerenti limitrofi.

Nel Mediterraneo, la specie *Sabellaria alveolata* vive dalla linea di costa fino a pochi metri di profondità, dove l'elevato idrodinamismo risospinge le particelle di sedimento, necessarie per la costruzione dei tubi. I grani di sabbia vengono captati dall'animale e cementati con gocce di secrezione adesiva proteica (Becker et al., 2012; Sanfilippo et al., 2019) la cui eventuale relazione con la composizione dell'acqua è in corso di studio. Le biocostruzioni mostrano morfologie a crosta o a cuscino, che in condizioni favorevoli si uniscono a formare banchi alti fino a 2 m ed estesi diverse migliaia di m<sup>2</sup>.

Per la sua capacità biocostruttrice, *S. alveolata* modifica profondamente la fisiografia e natura del fondale e ne aumenta l'eterogeneità, creando rilievi, substrati duri e microcavità che promuovono la biodiversità (Bonifazi et al., 2019), analogamente ad altre biocostruzioni come i reef a coralli e a vermetidi.

Un habitat peculiare dove *S. alveolata* convive con una ricca comunità algale viene descritto per la prima volta in Sicilia sud-orientale, presso Portopalo. Qui *Sabellaria* forma biocostruzioni crostose su rocce appena sommerse, cui si associa una fitta vegetazione algale a *Cystoseiras* pp. e *Caulerpa cylindracea*. Il drone è stato per la prima volta applicato al rilievo di questo habitat e al monitoraggio della sua variazione spazio-temporale, rivelandosi un metodo di indagine semplice ed efficace.

Biocostruzioni a *Sabellaria* con morfologie a cuscino e a banco, altrettanto interessanti per i rapporti con gli organismi associati, sono state individuate in altri due siti della Sicilia.

Lo sviluppo delle differenti morfologie riscontrate sembrerebbe dipendere da variazioni locali di parametri ambientali, come l'idrodinamismo e l'apporto sedimentario. I primi risultati del monitoraggio mostrano che si tratta di strutture dinamiche, capaci di interferire con la sedimentazione locale. Esse si accrescono in tempi rapidi, ma sono anche effimere in quanto altrettanto rapidamente possono venire distrutte. Le osservazioni condotte nel 2019-2020 hanno mostrato la vulnerabilità di queste strutture all'impatto antropico (balneazione, ancorché ridotta a seguito della pandemia da Covid-19) e agli eventi stagionali naturali come le mareggiate, capaci di frammentarle e ridurne la distribuzione areale.

I reef a *S. alveolata* fungono da serbatoi di sedimento, che viene temporaneamente "sequestrato" dall'ambiente durante le fasi di crescita delle biocostruzioni, fino alla sua parziale o completa reimmissione a seguito di eventi meteomarinari particolarmente violenti e distruttivi. Questo ruolo chiave nella dinamica sedimentaria costiera, finora pochissimo investigato, merita di essere approfondito.

### References:

- Becker P.T., Lambert A., Lejeune A., Lanterbecq D. & Flammang P. (2012) - Identification, characterization, and expression levels of putative adhesive proteins from the tube-dwelling polychaete *Sabellaria alveolata*. *The Biological Bulletin*, 223, 217-225.
- Bonifazi A., Lezzi M., Ventura D., Lisco S., Cardone F. & Gravina M.F. (2019) - Macrofaunal biodiversity associated with different developmental phases of a threatened Mediterranean *Sabellaria alveolata* (Linnaeus, 1767) reef. *Marine Environmental Research*, 145, 97-111.
- Sanfilippo R., Rosso A., Mastandrea A., Viola A., Deias C. & Guido A. (2019) - *Sabellaria alveolata* sandcastle worm from the Mediterranean Sea: new insights on tube architecture and biocement. *Journal of Morphology*, 280 (12), 1839-1849.

## Coastal seafloor morphology changes in the shelf area of the Pozzuoli Bay (Eastern Tyrrhenian Sea) revealed by bathymetric surveys

Di Martino G.<sup>1</sup>, Innangi S.<sup>1</sup>, Sacchi M.<sup>1</sup> & Tonielli R.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institute of Marine Sciences - National Research Council (ISMAR – CNR), Naples, Italy

Corresponding author email: [gabriella.dimartino@cnr.it](mailto:gabriella.dimartino@cnr.it)

*Keywords:* multi-annual multibeam surveying, seafloor dynamics, dataset comparison

High-resolution multibeam echosounder data collected along the coastal sector of the Pozzuoli Bay (Gulf of Napoli, Eastern Tyrrhenian Sea) revealed the morphological evolution of the inner shelf area offshore Bagnoli, occurred over a 10-year time span. The investigated coastal sector has been the site of an important industrial plant for most of the last century (1910 – 1990) and it is actually involved in revaluation and rehabilitation plans. Recent datasets, collected for the environmental characterization of the area, described the main morphological and sedimentological lineaments of the Bagnoli bay (Di Martino et al. 2020; Innangi et al. 2020; Molisso et al. 2020; Sacchi et al. 2020; Vallefucio et al. 2020).

The bathymetric dataset acquired in 2017 was compared to an older dataset, collected in 2006 within the frame of a geological mapping project, thus revealing a spectrum of seafloor morphological changes between 2 and 15 meters of water depth. Horizontal and vertical errors associated with the data acquisition were computed in order to compare the accuracy of the measurements and validate the datasets comparison.

A series of morphological features were mapped on both Digital Terrain Models generated from datasets. A number of them, such as depositional bedforms and depressions, display significant size changes. The volumes of sediment involved were also evaluated, thus providing information on the dynamics of sediment erosion, transports/redistribution and accumulation occurred over the years.

The temporal scale for the observed events remains actually undefined, nevertheless the results suggest that the area is characterized by a very active morphodynamics under the present-day environmental conditions. Moreover, sediment redistribution occurred close to a brownfield site actually involved in environmental restoration plan so, multi-annual high-resolution bathymetric surveying of shallow marine coastal areas may be regarded an essential component of environmental monitoring addressed to coastal zone planning and site characterization.

### References:

- Di Martino G., Innangi S., Passaro S., Sacchi M., Vallefucio M. & Tonielli R. (2020) - Mapping of seabed morphology of the Bagnoli brownfield site, Pozzuoli (Napoli) Bay, Italy. *Chem Ecol* 36:496–510. <https://doi.org/10.1080/02757540.2020.1735373>.
- Innangi S., Tonielli R., Di Martino G., Guarino A., Molisso F. & Sacchi M. (2020) - High-resolution seafloor sedimentological mapping: the case study of Bagnoli-Coroglio site, Gulf of Pozzuoli (Napoli), Italy. *Chem Ecol* 36:511–528. <https://doi.org/10.1080/02757540.2020.1732942>.
- Molisso F., Caccavale M., Capodanno M., Di Gregorio C., Gilardi M., Guarino A., Oliveri E., Tamburrino S. & Sacchi M. (2020) - Sedimentological analysis of marine deposits off the Bagnoli-Coroglio Site of National Interest (SNI), Pozzuoli (Napoli) Bay. *Chem Ecol* 36:565–578. <https://doi.org/10.1080/02757540.2020.1747447>.
- Sacchi M., Matano F., Molisso F., Passaro S., Caccavale M., Di Martino G., Guarino A., Innangi S., Tamburrino S., Tonielli R. & Vallefucio M. (2020) - Geological framework of the Bagnoli-Coroglio coastal zone and continental shelf, Pozzuoli (Napoli) Bay. *Chem Ecol* 36:529–549. <https://doi.org/10.1080/02757540.2020.1735374>.
- Vallefucio M., Tamburrino S., Sacchi M., Guarino A., Di Martino G., Tonielli R., Sprovieri M., & Passaro S. (2020) - Shallow marine sediments characterisation of the Bagnoli brownfield site, Pozzuoli Bay (Italy). *Chem Ecol* 36:550–564. <https://doi.org/10.1080/02757540.2020.1735372>.

## A first analysis of the 28-29<sup>th</sup> December 2020 sea storm in the Naples Bay

Fortelli A.<sup>1</sup>, Fedele A.<sup>2</sup>, Matano F.<sup>1</sup>, Sacchi M.<sup>1</sup> & Somma R.<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>Institute of Marine Sciences - National Research Council (ISMAR – CNR), Naples, Italy

<sup>2</sup>National Institute of Geophysics and Volcanology (INGV), Naples, Italy

<sup>3</sup>Institute for Research on Innovation and Services for Development (IRISS-CNR), Naples, Italy

*Corresponding author email:* [fabio.matano@cnr.it](mailto:fabio.matano@cnr.it)

*Keywords:* sea storm, weather monitoring, UAV survey, hazard, Naples bay.

At the end of December 2020, the coastal strip of the Naples Bay was affected by an intense sea storm characterized by very intense wind gusts and high sea waves, due to the action of a deep Mediterranean barometric low associated with a cold front moving from NW towards SE. These conditions caused local flooding and widespread damages to coastal facilities along the Naples water front between Mergellina and Castel dell'Ovo promenades. A similar storm occurred 93 years ago, on the same day of the year, as well reported in the chronicles of the time.

In this study, we describe the weather conditions and the wind event triggering the sea storm by analyzing the data collected by the CNR-ISMAR meteorological monitoring network; the observed anemometric field showed exceptional characteristics, with wind speeds reaching values having the potential to cause widespread damage on the coastal territory, both by direct action of the wind and by the action of the induced wave motion.

Particular relevance in the development of the event in the seafront spanning from Piazza Vittoria to Castel dell'Ovo was also played by the reflection of incoming waves on the western bulwark of Castel dell'Ovo. This process leads to the generation of a rough sea, with a chaotic distribution of waves, related to the possibility of development of very high waves in specific nodes. The co-existence of other emphasizing factors caused the exceptionality of the observed phenomena.

The effects on the Naples seafront between Castel dell'Ovo and Piazza Vittoria were very severe, with widespread damages to the roads, monuments and buildings facing the sea. A detailed map of flooded and heavily damaged area has been obtained by means of UAV photogrammetric surveys performed by the drone team of the INGV-Osservatorio Vesuviano. The UAV imagery was acquired with a DJI Phantom 4 RTK equipped with a 20 effective megapixel camera. The Agisoft Metashape software ® package was used to process the photographs using Structure from Motion (SfM) photogrammetric methods. The high-resolution orthophotos obtained allowed us to estimate the area and perimeter of the damaged area within an accuracy range less than 2 cm.

The first results show that the exposure of the study area to the storms is sensitive to the period and the direction of the waves and evidenced that the 28-29<sup>th</sup> December 2020 sea storm is the most intense phenomena in the last decades relating to Naples coasts. An integrated approach is essential to the correct evaluation of the coastal hazard related to severe sea storm.

## **Il Lago di Garda, un archivio unico per paleosismologia e stratigrafia tardo-quadernaria dell'Italia settentrionale**

Gasparini L.<sup>1</sup>, Polonia A.<sup>1</sup> & Stanghellini G.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Istituto di Scienze Marine, CNR -ISMAR, Bologna, Italy

*Corresponding authors email:* [luca.gasperini@ismar.bo.cnr.it](mailto:luca.gasperini@ismar.bo.cnr.it)

*Keywords:* Lago di Garda, paleosismologia, stratigrafia, tardo Quaternario

Il Lago di Garda, il più grande lago della Penisola, localizzato sul fronte meridionale delle Alpi centrali, offre un'opportunità unica per ricostruire i processi geologici quadernari legati all'interazione tra sedimentazione, guidata soprattutto dalla deglaciazione Olocenica, e l'attività tettonica. Il suo bacino, disposto ortogonalmente alla catena, ha ospitato una delle principali lingue glaciali durante l'LGM, e si trova nell'area epicentrale dei due terremoti medievali, i maggiori mai registrati in Pianura Padana, quello di Verona (13 gennaio 1117) e quello di Brescia (25 dicembre 1222), eventi sismici che hanno raggiunto rispettivamente il IX-X grado della Scala Mercalli (Rovida et al., 2021). Nonostante questa particolarità, e la sua grande importanza come risorsa naturalistica e geologica (il lago rappresenta la prima meta turistica e la maggior riserva di acqua dolce del Paese) le indagini geofisiche e geologiche del fondale sono state estremamente scarse, perlomeno fino al recente passato.

In questo contributo si presentano i risultati di un'indagine geofisica del Lago di Garda, realizzata con tecniche di sismica a riflessione marina, e anche per mezzo di veicoli autonomi di superficie, che ha portato all'acquisizione di una griglia densamente spaziata di immagini acustiche ad alta risoluzione delle prime decine di metri all'interno della successione sedimentaria (Gasparini et al., 2020). L'elaborazione e l'analisi di questi dati hanno permesso di compilare mappe tematiche che forniscono informazioni sui processi geologici attivi in diversi settori del bacino. Abbiamo concentrato il nostro lavoro su un prominente riflettore sismico (H1), correlato su tutta la superficie del lago, per stimare il tasso di deposizione dei sedimenti alla scala di 10 ka e valutare la variabilità delle facies sismiche e dei processi geologici in diversi settori del bacino. Sulla base dei dati stratigrafici disponibili, assumiamo che H1 possa segnare l'inizio del ristabilirsi di un ambiente lacustre dopo l'ultima transizione glaciale/fluvio-glaciale, quando le lingue di ghiaccio che si propagavano a sud delle Alpi durante l'ultimo glaciale hanno iniziato a sciogliersi e collassare.

I sedimenti del Lago di Garda centrale e meridionale sono interessati da deformazione tettonica incipiente, e dalla presenza di estesi depositi sismoturbiditici-omogenitici osservati nel depocentro, che rappresentano oltre il 50% dell'intero record sedimentario Olocenico. Queste prime notazioni, se confermate da dati stratigrafici ancora carenti per il bacino del Garda, renderebbero lo studio di questo importante archivio naturale uno strumento importantissimo per la valutazione della pericolosità sismica al fronte meridionale della Catena Alpina.

### *References:*

- Gasparini L., Marzocchi A., Mazza S., Miele R., Meli M., Najjar H., Michetti A.M., Polonia A. (2020) – Morphotectonics and late Quaternary seismic stratigraphy of Lake Garda (Northern Italy). *Geomorphology*, 371, 107427.
- Rovida A., Locati M., Camassi R., Lolli B., Gasparini P., Antonucci A. (2021) - Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI15), versione 3.0. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). <https://doi.org/10.13127/CPTI/CPTI15.3>



## **Archivi sedimentari dall'ultimo massimo glaciale (LGM) per lo studio delle interazioni tra processi sedimentari governati dalla variabilità delle correnti di fondo e flussi gravitativi nel Bacino Gela (Stretto di Sicilia)**

Gauchery T.<sup>1,2</sup>, Rovere M.<sup>1</sup>, Pellegrini C.<sup>1</sup>, Asioli A.<sup>1</sup>, Tesi T.<sup>3</sup>, Cattaneo A.<sup>4</sup> & Trincardi F.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Istituto di Scienze Marine, Consiglio Nazionale delle Ricerche, via Gobetti 101, 40129, Bologna, Italia

<sup>2</sup>Dipartimento di Ingegneria Civile, Chimica, Ambientale e dei Materiali, Università di Bologna, Bologna, Italia

<sup>3</sup>Istituto di Scienze Polari, Consiglio Nazionale delle Ricerche, via Gobetti 101, 40129, Bologna, Italia

<sup>4</sup>Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer, Géosciences Marines, Z.I Pointe du Diable, BP70, Plouzané, France

*Corresponding author email:* [tugdual.gauchery@bo.ismar.cnr.it](mailto:tugdual.gauchery@bo.ismar.cnr.it)

*Keywords:* Circolazione Mediterranea; Bacino di Gela; depositi conturritici; frane sottomarine; facies sedimentarie.

I sistemi deposizionali governati dalla combinazione di circolazione termoalina parallela alla scarpata continentale e flussi gravitativi di sedimento lungo scarpata sono osservati frequentemente in molti margini. Nonostante siano ben documentati a grande scala come processi che modellano l'architettura del margine, molti aspetti relativi alla loro formazione ed interazione rimangono poco compresi. In questo lavoro, ci concentriamo sul Bacino di Gela, l'avanfossa della catena maghrebina nello Stretto di Sicilia, dove le masse d'acqua Levantine Intermediate Water (LIW) e Modified Atlantic Water (MAW) sono ristrette lungo la complessa morfologia del ciglio di piattaforma, che contribuisce a determinarne un aumento delle velocità e capacità di trasporto dei sedimenti. Due lunghe carote di sedimento prelevate lungo la scarpata documentano la sovrapposizione dei processi sedimentari che avvengono parallelamente e lungo scarpata fin dall'ultima fase dell'ultimo Massimo Glaciale (LGM). L'analisi dettagliata di diversi proxy tra cui: strutture sedimentarie, granulometria fine (sortable silt), composizione geochemica elementare, stratigrafia isotopica e biostratigrafia, facies fossili, bio-ecozone, ci ha aiutato a distinguere le impronte sedimentarie dei depositi da corrente di fondo (conturriti), insieme alla ricostruzione delle variazioni della loro velocità nel tempo, da quelle dei flussi gravitativi di sedimento (torbiditi e frane sottomarine).

Lungo la scarpata, il Bacino di Gela ha registrato tassi di sedimentazione eccezionalmente elevati fino a 1300 cm ka<sup>-1</sup> durante l'ultima fase LGM e la fase iniziale dello stadiale Heinrich 1 (HS1), che sono rapidamente diminuiti prima dell'Heinrich Event 1 (HE1; < 100 cm kya<sup>-1</sup>). I grandi tassi di accumulo sono dovuti da una combinazione di apporto di sedimenti dalla piattaforma continentale interna e dall'avvezione laterale promossa da forti correnti di fondo sotto l'azione della LIW. Una brusca e breve intensificazione (+7,8 cm<sup>-1</sup>) della MAW durante la fase iniziale di HS1 ha influenzato la stabilità dei depositi conturritici, che stavano crescendo fin dal precedente interglaciale, contribuendo alla messa in posto di frane sottomarine intorno a 17 ka BP. Durante i principali impulsi di innalzamento del livello del mare post-glaciali, prima e durante HE1, le due carote di sedimento hanno registrato velocità contrastanti delle correnti di fondo, suggerendo un progressivo innalzamento della profondità di influenza della LIW e modifiche all'interfaccia tra LIW e MAW, in risposta all'aumento di apporto di acqua oceanica dallo Stretto di Gibilterra. I nostri risultati suggeriscono che le fluttuazioni del livello del mare possono effettivamente cambiare spessore e profondità delle masse d'acqua del Mediterraneo, portando a intervalli di maggiore erosione causata dalle correnti di fondo e maggiore predisposizione alla instabilità di conturriti depositatesi, in precedenza, sulla piattaforma esterna e la scarpata superiore.

## **Seafloor morphology and sedimentological mapping of Bagnoli-Coroglio site, Pozzuoli Bay, (Naples, Italy)**

Innangi S.<sup>1</sup>, Di Martino G.<sup>1</sup>, Innangi M.<sup>2</sup>, Molisso F.<sup>1</sup>, Tonielli R.<sup>1</sup> & Sacchi M.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Istituto di Scienze Marine, ISMAR-CNR, Napoli

<sup>2</sup>Dipartimento di Scienze e Tecnologie Ambientali, Biologiche e Farmaceutiche, Università degli Studi della Campania “Luigi Vanvitelli”, Caserta

*Corresponding author* [email: sara.innangi@cnr.it](mailto:sara.innangi@cnr.it)

*Keywords:* Multibeam, backscatter data, processing, seafloor mapping, ground-truth data.

In this study, we present the results of a high-resolution bathymetric survey carried out offshore the Bagnoli-Coroglio SIN (Sites of National Interest) in Pozzuoli Bay (Gulf of Naples). The DTM (Digital Terrain Model) presented in this work provides a very detailed image of the seafloor morphology of the area. Geophysical and ground-truthing (geological) data were acquired during a series of marine surveys designed for a seafloor characterisation aimed at the remediation of the marine environment offshore the disused industrial area of Bagnoli. In particular, this study describes the acquisition and processing of the multibeam echosounder (Reson SeaBat 7125 high-resolution) data recorded during geophysical survey and illustrates the approach followed in the construction of the high-resolution seabed map of the Bagnoli-Coroglio offshore. Thus, both bathymetric than acoustic maps, provide a valuable tool for a comprehensive planning and management addressed to environmental revaluation and rehabilitation of this industrial area. Finally, a new sedimentological map of this study area will be presented, based on the analysis of the acoustic multibeam backscatter than calibrated with grain size distribution of sampled surficial marine deposits.

## **Il canyon di Gioiosa Marea (Sicilia nord-orientale). Hazard presente e futuro della fascia costiera antistante**

Lo Presti V.<sup>1</sup>, Antonioli F.<sup>2</sup>, Casalbore D.<sup>3</sup>, Chiocci F.L.<sup>3</sup>, Lanza S.<sup>1</sup>, Sulli A.<sup>4</sup> & Randazzo G.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento Scienze Matematiche e Informatiche, Scienze Fisiche e Scienze della Terra (MIFT), Messina, Italy

<sup>2</sup>Ricercatore associato INGV, Roma, Italy

<sup>3</sup>Dipartimento di Scienze della Terra, Sapienza, Università di Roma, Italy

<sup>4</sup>Dipartimento di Scienze della Terra e del Mare, Università di Palermo, Palermo, Italy

*Corresponding author email:* [valeria.lopresti@gmail.com](mailto:valeria.lopresti@gmail.com)

*Keywords:* Canyon sottomarini, Sicilia nord-orientale, erosione costiera, sollevamento del livello del mare, onde di tsunami.

Numerosi studi attribuiscono ai canyon sottomarini l'importante ruolo di captatore delle correnti di fondo cariche di sedimenti, con maggiore effetto quando è minore la loro distanza da costa. Tale processo determina un definitivo allontanamento dei sedimenti dalla fascia costiera ed un deficit sedimentario lungo costa che si manifesta sotto forma di erosione costiera. Questo è il caso del canyon di Gioiosa Marea, posto ad ovest di Capo Calavà (Sicilia nord-orientale). Questo canyon ha una testata larga circa 900 m, dista dalla costa 40 m ed è caratterizzato da numerosi lineamenti erosivo-deposizionali ben evidenti nei dati morfobatimetrici multibeam. Lo studio di immagini multi-temporali da Google Earth ha evidenziato una veloce evoluzione morfologica (spostamento di circa 10 m, prima verso terra e poi verso mare) di parte della testata del canyon, in funzione di periodi di erosione più o meno intensa. Tale evidenza mette in stretta relazione erosione costiera ed attività del canyon e sottolinea anche la pericolosità del canyon per la sua vicinanza a costa. Per questo motivo sono state effettuate ulteriori indagini in relazione al possibile sviluppo di futuri eventi di franamento presso la testata del canyon, ipotizzando un evento "dimensionato" sulle frane attuali ed un evento estremo legato ad un trigger sismogenetico, considerato che si tratta di un'area ad alta sismicità. Applicando le relazioni semi-empiriche disponibili in letteratura, è stata tentativamente stimata un'onda anomala di 0,9 m sulla verticale del baricentro della frana ed un'onda di 1,8 m a costa per un evento di frana "dimensionato"; un'onda anomala di 5,4 m sul baricentro della frana e di 11,3 m a costa per un evento estremo. Oltre al rischio tsunamigenico, sono stati presi in considerazione anche i possibili scenari di inondazione della costa in relazione all'eventuale sollevamento relativo del livello del mare nell'area secondo l'approccio di Antonioli et al., 2020, che è la sommatoria di eustatismo, isostasi e tettonica (Sulli et al., 2013), risultando nell'ordine di 0,18 m al 2050 e 1,15-1,21 m al 2100, utilizzando le stime previsionali dell'IPCC 2019 e Rhamstorf 2007. Tali dati, applicati al territorio, potrebbero determinare un arretramento della linea di costa di circa 4-10 m.

### *References:*

- Antonioli F., De Falco G., Lo Presti V., Moretti L., Scardino G., Anzidei M., Bonaldo D., Carniel S., Leoni G., Furlani S., Marsico A., Petitta M., Randazzo G., Scicchitano, G. & Mastronuzzi G. (2020) - Relative Sea-Level Rise and Potential Submersion Risk for 2100 on 16 Coastal Plains of the Mediterranean Sea. *Water*, 12(8), 2173.
- Rahiman T.I.H. & Pettinga J.R. (2006) - The offshore morpho-structure and tsunami sources of the Viti Levu Seismic Zone, SE Viti Levu, Fiji". *Marine Geology* 232, 203-225.
- Sulli A., Lo Presti V., Gasparo Morticelli M. & Antonioli F. (2013) - Vertical movements in NE Sicily and its offshore: outcome of tectonic uplift during the last 125 ky. *Quaternary International* 288, 168-182.

## Summit zone andesite cones and peripheral basalt seamounts of Marsili volcano

Marani M. P.<sup>1</sup>, Gamberi F.<sup>1</sup> & Trua T.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Istituto di Scienze Marine, ISMAR-CNR, Bologna, Italy

<sup>2</sup> Dipartimento SCVSA, Università di Parma, Italy

Corresponding author email: [michael.marani@cnr.it](mailto:michael.marani@cnr.it)

*Keywords:* Volcano load, bi-modal volcanism, peripheral primitive basalts

A number of volcanoes that erupt evolved rocks in the focal region also present dominantly basaltic products at their periphery, even several kilometres from the volcano edifice. Examples include Mount Mazama, Mount Adams and Mount Hood in the Cascades, Toba and Tenerife (Hilderth and Lanphere, 1994; Hilderth, 2007; Bowers et al., 2018, Marti et al., 2008).

The submarine Marsili volcano shows a similar binary behaviour. Sampling at various water depths reveal that the flanks of the seamount are composed of basalts. The only evolved rocks, basaltic-andesites and andesites, were recovered the summit rift zone (SRZ), the focal region of andesite production. No basalts are erupted in the SRZ, in fact the flanking basalts lavas lie between 5 to 8 km from and about 2 km deeper than the SRZ.

A diverse range of processes are proposed for the divergence: the edifice load of large volcanoes imposing a magma density threshold, the stalling of basalt melt beneath fractionation shadow zones or the injection of a basaltic dyke beneath the focal zones (Eichelberger & Izbekov, 2000; Pinel & Jaupart, 2000; Hildreth, 2007).

Both the bulk of the Marsili edifice and the shallow depth of magma storage seem to be some conditions for the co-existence of andesite production in the SRZ and peripheral basaltic activity such as in other large volcanoes. Which mechanisms are at work to explain the formation of the peripheral seamount fields outside the rift zone? Moreover, Marsili seamount fields are predominantly on west flank- why the asymmetry?

### References:

- Bowers et al. (2018) - Understanding Resurgence and Restlessness at calderas: insights from climatic eruptive compositions of Toba, Sumatra. Asian Disaster Reduction Center (ADRC) Activities: Kick-off meeting, Bandung Indonesia.
- Eichelberger J. C. & Izbekov P. E. (2000) - Eruption of Andesite Triggered by Dyke Injection: Contrasting Cases at Karymsky Volcano, Kamchatka and Mt Katmai, Alaska. *Phil. Trans. R. Soc. A.* 3581465–1485.
- Hildreth W., (2007) - Quaternary Magmatism in the Cascades—Geologic Perspectives. Professional Paper 1744, U.S. Department of the Interior, U.S. Geological Survey, Menlo Park, California.
- Hildreth W. & Lanphere M. A. (1994) - Potassium-Argon geochronology of a Basalt-Andesite-Dacite arc system: the Mount Adams volcanic field, Cascade Range of Southern Washington. *Gsa Bulletin*, 106 (11), 1413–1429.
- Marti J. et al, (2008) - Assessing the potential for future explosive activity from Teide–Pico Viejo stratovolcanoes (Tenerife, Canary Islands). *J. Volcanol. Geoth. Res.*, 178, 529–542.
- Pinel V. & Jaupart C. (2000) - The effect of edifice load on magma ascent beneath a volcano. *Phil. Trans. R. Soc. A.* 3581515–1532.

## Morphodepositional and archaeological indicators to reconstruct the ground movements in the Campi Flegrei offshore caldera

Marino C.<sup>1</sup>, Ferranti L.<sup>1</sup>, Natale J.<sup>1</sup>, Sacchi M.<sup>2</sup> & Anzidei M.<sup>3</sup>

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

<sup>2</sup> Istituto di Scienze Marine (ISMAR - CNR), Napoli

<sup>3</sup> Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), Roma

Corresponding author email: [camilla.marino@unina.it](mailto:camilla.marino@unina.it)

*Keywords:* sea-level indicators; morpho-depositional markers; volcano-tectonics; vertical deformation

Appraisal of morphodepositional markers tied to ancient sea-levels in high-resolution seismic profiles together with archaeological indicators surveyed along the coast of the Pozzuoli Bay provided insights into the vertical deformation of the submerged part of the Campi Flegrei caldera (Southern Italy).

The collapse of the central part of the Campi Flegrei caldera is associated with the eruption of the Neapolitan Yellow Tuff (NYT) at ~15 ka (Deino, 2004). The NYT caldera collapse was followed by central dome resurgence associated with alternations of fast uplift and subsidence displacements. Previously, the evolution of ground movement in the Campi Flegrei caldera has been reconstructed using marine deposits uplifted onland or archaeological evidence (Isaia, 2019; Bellucci, 2006). However, a complete reconstruction of post-collapse deformation suffers of the limitation that nearly two-thirds of the caldera are submerged beneath the Pozzuoli Bay.

We contribute to fill this gap by providing a reconstruction of offshore and coastal deformation through estimation of the vertical displacement of morphodepositional markers in high-resolution seismic profiles and archaeological markers. Our interpretation reveals the occurrence of different sediment stacking pattern whose provides evidence of rapid and oscillating ground movements. The most prominent markers identified in seismic profiles are several generations of Prograding Wedges (PWs), developed in the Pozzuoli Bay since the post-NYT. PWs represent shore-parallel, progradational sedimentary bodies developed along the inner shelf, between the mean fair-weather wave-base and the storm-wave-base levels (Casalbore, 2017).

The multi-dataset analysis has allowed disentangling the signal related to the post-caldera dynamics from a broader deformation signal that affects this part of the extensional margin of the Apennines. The integration of offshore data in this study bears a significant contribution reconstruction of high-risk resurgence calderas.

### References:

- Bellucci F., Woo, J., Kilburn C. R. J., & Rolandi G. (2006) - Ground deformation at Campi Flegrei, Italy: Implications for hazard assessment, in *Mechanisms of Activity and Unrest at Large Calderas*. Geol. Soc. Spec. Publ., 269, 141–157.
- Deino A.L., Orsi G, de Vita S, & Piochi M. (2004) - The age of the Neapolitan Yellow Tuff caldera-forming eruption (Campi Flegrei caldera, Italy) assessed by <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar dating method. *J. Volcanol. Geotherm. Res.* 133, 157–170.
- Casalbore D., Falese F., Martorelli E., Romagnoli C., & Chiocci F. L. (2017) - Submarine depositional terraces in the Tyrrhenian Sea as a proxy for paleo-sea level reconstruction: Problems and perspective, *Q.I.*, 439, 169-180.
- Isaia R., Vitale S., Marturano A., Aiello G., Barra D., Ciarcia S. & Tramparulo F.D.A. (2019) - High-resolution geological investigations to reconstruct the long-term ground movements in the last 15 kyr at Campi Flegrei Caldera. *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 385, 143-158.

## Acque dolci offshore ed il loro ruolo nella geologia marina

Micallef A.

Helmholtz Centre for Ocean Research, GEOMAR, Kiel, Germany  
Marine Geology & Seafloor Surveying, Department of Geosciences, University of Malta, Malta

Corresponding author email: [amicallef@geomar.de](mailto:amicallef@geomar.de)

*Keywords:* acqua dolce offshore, franesottomarine, canyon sottomarini

Le acque dolci sotterranee offshore (OFG) sono acque con una concentrazione totale di solidi disciolti inferiore a quella dell'acqua di mare, immagazzinate nei sedimenti e nelle rocce del sottosuolo (Micallef et al., 2020a). L'OFG ha un volume globale di 1 milione di km<sup>3</sup> e si verifica prevalentemente entro 50 km dalla costa e fino a profondità di 100 m. L'OFG si trova principalmente in acquiferi siliciclastici sui margini passivi e ricaricato da acqua meteorica durante i bassi livelli di mare del Pleistocene. I fattori chiave che influenzano la distribuzione dell'OFG sono il flusso guidato dalla topografia, i contrasti di permeabilità, la continuità/connettività degli strati permeabili e confinanti, e i condotti ad alta permeabilità.

Le misurazioni geochemiche e degli isotopi stabili delle acque dei pori da pozzi di trivellazione hanno fornito intuizioni sui meccanismi di spostamento degli OFG. I recenti miglioramenti nei sistemi elettromagnetici marini hanno permesso di mappare OFG in tre dimensioni (Micallef et al., 2020b). L'inversione e l'interpretazione dei dati di riflessione elettromagnetica e sismica forniscono importanti vincoli sulle litologie, le strutture geologiche e l'evoluzione paleoambientale. I sistemi OFG sono stati modellati numericamente fin dagli anni '80. I metodi analitici, le soluzioni numeriche che utilizzano la teoria dell'interfaccia tagliente e i metodi degli elementi e delle differenze finite hanno fornito un metodo conveniente per stimare i volumi e la disposizione degli OFG.

Le lacune di conoscenza includono il controllo dell'ambiente geologico sulla distribuzione spaziale e sul flusso di OFG, e l'impatto sulla geomorfologia del margine continentale. Qui valuto il ruolo che OFG gioca nel formare pockmark, innescare frane sottomarine ed erodere i canyon sottomarini.

### References:

- Micallef, A., Person, M., Berndt, C., Bertoni, C., Cohen, D., Dugan, B., Evans, R., Haroon, A., Hensen, C., Jegen, M., Key, K., Kooi, H., Liebetrau, V., Lofi, J., Mailloux, B.J., Martin-Nagle, R., Michael, H.A., Muller, T., Schmidt, M., Schwalenberg, K., Trembath-Reichert, E., Weymer, B., Zhang, Y., Thomas, A.T. (2020a) Offshore freshened groundwater in continental margins. *Rev Geophys*, 58, e2020RG000706. <https://doi.org/10.1029/2020RG000706>
- Micallef, A., Person, M., Haroon, A., Weymer, B.A., Jegen, M., Schwalenberg, K., Faghih, Z., Duan, S., Cohen, D., Mountjoy, J.J., Woelz, S., Gable, C.W., Avers, T., Tiwari, A.K. (2020b) 3D characterisation and quantification of an offshore freshened groundwater system in the Canterbury Bight. *Nat Commun*, 11, 1372.

## Oscillazioni di CO<sub>2</sub> nel Bacino Mediterraneo del tardo Cenozoico: un progetto per utilizzare gli isotopi del boro nel guscio dei foraminiferi planctonici come indice del paleo-pH e di pCO<sub>2</sub>.

Pernice M.<sup>1</sup>, Caruso A.<sup>2</sup>, Lirer F.<sup>3</sup>, Cornacchia I.<sup>4</sup>, Agostini S.<sup>4</sup> & Foresi L. M.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Scienze Fisiche, della Terra e dell'Ambiente, Università di Siena, Via Laterina 8, Siena 53100, Italia

<sup>2</sup>Dipartimento di Scienze della Terra e del Mare, Università di Palermo, Via Archirafi 20-22, Palermo, 90123, Italia

<sup>3</sup>Istituto di Scienze Marine (ISMAR) – CNR, sede di Napoli, Calata Porta di Massa, Napoli 80133, Italia

<sup>4</sup>Istituto di Geoscienze e Georisorse, CNR – Area della Ricerca di Pisa, Via G. Moruzzi 1, Pisa 56124, Italia

Corresponding author email: [m.pernice@student.unisi.it](mailto:m.pernice@student.unisi.it)

Keywords: δ<sup>11</sup>B, tardo Cenozoico, CO<sub>2</sub>, foraminiferi planctonici, Mediterraneo

Le elevate concentrazioni attuali di CO<sub>2</sub> sono elemento di assoluta attenzione nelle valutazioni sul cambiamento climatico globale. Nel passato geologico della Terra sono stati individuati anche altri periodi con livelli molto consistenti, pur in assenza di contributo antropico, e ricostruire quantitativamente e cronologicamente queste variazioni avrebbe un ruolo chiave per realizzare e testare modelli climatici. La difficoltà nel valutare il ruolo della CO<sub>2</sub> su lunghi periodi risiede nella mancanza di dati affidabili precedenti a quelli ricavati dalle misurazioni dirette effettuate nelle carote di ghiaccio, rilevate con continuità fino a 800 ka e solo in modo discontinuo fino a 2.8 Ma (Yan et al., 2019 e riferimenti citati). L'uso di nuovi *proxy*, come il δ<sup>11</sup>B-pH, consentono rilevanti progressi nelle conoscenze. Infatti, il δ<sup>11</sup>B registrato negli organismi marini con guscio calcareo può fornire vincoli precisi sulla determinazione dell'acidificazione delle acque e sulla valutazione quantitativa della CO<sub>2</sub> atmosferica del passato (Foster & Rae, 2016; Rae 2018).

Allo stato attuale, sono pochi i dati sulla CO<sub>2</sub> disponibili a scala globale e basati sul *proxy* δ<sup>11</sup>B-pH (Foster et al., 2017), non consentendo, così, una ricostruzione continua durante il tardo Cenozoico, quando si verificarono importanti transizioni climatiche che condussero alle attuali condizioni di *icehouse* (Miller et al., 1991; Pagani et al., 1999; Pearson & Palmer, 2000; Seki et al., 2010; Foster et al., 2012; Herbert et al., 2015).

In questo contesto, il progetto propone di ricostruire le oscillazioni di CO<sub>2</sub> del tardo Cenozoico, mediante l'utilizzo degli isotopi del boro come indicatori del paleo-pH e di pCO<sub>2</sub>, misurati sul guscio del foraminifero planctonico *Globigerina bulloides* (Miocene medio-Attuale) e del suo ancestrale *Globigerina praebulloides* (Oligocene superiore – Miocene superiore).

Ci si prefigge di ottenere il primo record continuo degli ultimi 23 Ma che sia rappresentativo del Bacino Mediterraneo centrale e occidentale. Infatti, per il Bacino Mediterraneo, sono disponibili successioni continue, studiate quantitativamente per il contenuto in plancton calcareo e calibrate astronomicamente, caratteristiche che ne fanno un archivio ideale per investigare i cambiamenti paleoclimatici. Questa nuova ricostruzione permetterebbe, inoltre e per la prima volta, di confrontare le fluttuazioni di pCO<sub>2</sub>, registrate nel Mediterraneo, con le oscillazioni di abbondanza dei foraminiferi planctonici, fornendo nuove indicazioni sull'impatto dell'acidificazione delle acque marine sulla composizione delle associazioni a foraminiferi planctonici durante i principali cambiamenti di *trend* di CO<sub>2</sub>. Dato lo stretto legame tra pH marino e CO<sub>2</sub>, le misurazioni del δ<sup>11</sup>B, effettuate sulle specie in esame, possono fornire dei vincoli relativamente precisi sui cambiamenti della pCO<sub>2</sub>, per definire più adeguatamente il *forcing* climatico del tardo Cenozoico.

### References:

- Foster G.L. (2012) - The evolution of pCO<sub>2</sub>, ice volume and climate during the middle Miocene. *Earth Planet Sci Lett.*, 341-344, 243-254.
- Foster G.L., & Rae J.W.B. (2016) – Reconstructing Ocean pH with Boron Isotopes in Foraminifera. *Annu. Rev. Earth Planet. Sci.*, 44, 2017-237.
- Foster G.L., Royer D.L. & Lunt D.J. (2017) - Future climate forcing potentially without precedent in the last 420 million years. *Nat. Commun.* 8, 14845.
- Herbert T.D., Ng G. & Peterson L.C. (2015) - Evolution of Mediterranean sea surface temperatures 3.5–1.5 Ma: Regional and hemispheric influences. *Earth Planet Sci Lett.*, 409, 307-318.

- Miller K.G., Wright J.D. & Fairbanks R.G. (1991) - Unlocking the Ice House: Oligocene-Miocene Oxygen Isotopes, Eustasy, and Margin Erosion. *J. Geophys. Res.*, 96, no. B4, 6829-6848.
- Pagani M., Arthur M.A. & Freeman K.H. (1999) - Miocene evolution of atmospheric carbon dioxide. *Paleoceanography*, 14, no. 3, 273-292.
- Pearson P.N. & Palmer M.R. (2000) – Atmospheric carbon dioxide concentrations over the past 60 million years. *Nat.*, 406, 695-699.
- Rae J.W.B. (2017) - Boron Isotopes in Foraminifera: Systematics, Biomineralisation, and CO<sub>2</sub> Reconstruction. In: Marschall H., Foster G. (eds), *Boron Isotopes. Advances in Isotope Geochemistry*. Springer, Cham, 107-143.
- Seki O., Foster G.L., Schmidt D.N., Mackensen A., Kawamura K. & Pancost R.D. (2010) - Alkenone and boron-based Pliocene *p*CO<sub>2</sub> records. *Earth Planet Sci Lett.*, 292, 201-211.
- Yan Y., Bender M.L., Brook E.J., Clifford H.M., Kemény P.C., Kurbatov A.V., Mackay S., Mayewski P.A., Ng J., Severinghaus J.P. & Higgins J.A. (2019) - Two-million-year-old snapshots of atmospheric gases from Antarctic ice. *Nat.*, 574, 663-666.



## Frana sottomarina dell'Iselin Bank (Mare di Ross, Antartide)

Rebesco M.<sup>1</sup>, Conte R.<sup>1</sup>, De Santis L.<sup>1</sup>, Colleoni F.<sup>1</sup>, Zgur F.<sup>1</sup>, Accettella D.<sup>1</sup>, Gales J.<sup>2</sup> & Ki S.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> National Institute of Oceanography and Applied Geophysics – OGS, Trieste, Italy.

<sup>2</sup> School of Biological and Marine Sciences, University of Plymouth, Plymouth, UK.

<sup>3</sup> Korea Polar Research Institute, Incheon, South Korea.

Corresponding author email: [mrebesco@inogs.it](mailto:mrebesco@inogs.it)

**Keywords:** Frane sottomarine, Contouriti, Sismica, Batimetria, Antartide.

Per mezzo dei dati sismici e morfobatimetrici, acquisiti durante la spedizione Antartica del Programma Nazionale di Ricerche in Antartide e di Eurofleets (<https://www.eurofleets.eu/>) con OGS Explora nel 2017, sono state identificate grandi frane sottomarine sul rialzo continentale (con pendenza inferiore a 1 °) ad est dell'Iselin Bank (Conte et al., submitted; Gales et al., 2021). Queste frane sono caratterizzate da scarpate subverticali con oltre 100 m di rilievo che delimitano corpi caratterizzati da riflessioni discontinue, caotiche e di bassa ampiezza. Il più grande di questi corpi (che abbiamo chiamato Iselin Mass Transport Deposit) ha una estensione di almeno 120 km<sup>2</sup> e ha uno spessore di circa 0,3 secondi in tempi doppi, equivalenti a circa 240 m (utilizzando per la conversione una velocità sismica di circa 1600 m/s). La terminazione orientale di questo corpo corrisponde ad un corrugamento del fondale allungato in direzione nord-sud che ha un rilievo di circa 15 m. All'interno di questo corpo, vicino alla scarpata che lo separa dalle riflessioni piano-parallele dei sedimenti indisturbati più a monte, si identificano tre blocchi larghi circa 1 km che mostrano un rilievo topografico di circa 25 m e una morfologia più ruvida rispetto al fondo marino adiacente. La superficie basale di questa frana coincide per lo più con la Ross Sea Unconformity 3a, che ha una età tra i 9 e 11 Milioni di Anni (McKay et al., 2019). Più in basso nella successione sedimentaria si trovano altre frane lentiformi (con uno spessore di circa 0,1 secondi in tempi doppi, che equivale a circa 80 m) che coinvolgono sedimenti interpretati appartenere al Miocene superiore. Tutte queste frane sottomarine si trovano all'interno di un Sistema Deposizionale Contouritico controllato da attività di correnti di fondo, mentre non vengono identificate frane nelle sequenze sismiche che precedono lo sviluppo dei corpi contouritici in quest'area. Una simile interazione tra frane sottomarine e depositi contouritici è stata osservata in altri rialzi continentali sia Antartide che in altri oceani (vedi per esempio Mosher et al., 2017)

### References:

- Gales J., Rebesco M., De Santis L., Bergamasco A., Colleoni F., Kim S., Accettella D., Kovacevic V., Liu Y., Olivo E., Colizza E., Florindo-Lopez C., Zgur F. & McKay R. (2021) - Role of dense shelf water in the development of Antarctic submarine canyon morphology. *Geomorphology* 372, art. no. 107453.
- McKay R., De Santis L., Kulhanek D., Exp. 374 Scientists (2019) - Ross 1311 Sea West Antarctic Ice Sheet History. *Proceedings of the International Ocean Discovery Program Expedition 374*. <https://doi.org/10.14379/iodp.proc.374.2019>
- Mosher D.C., Campbell D.C., Gardner J.V., Piper D.J.W., Chaytor J.D., & Rebesco M. (2017). The role of deep-water sedimentary processes in shaping a continental margin: The Northwest Atlantic. *Marine Geology* 393, 245-259.

## Le bocche tidali della trasgressione olocenica in Alto Adriatico

Ronchi L.<sup>1</sup>, Fontana A.<sup>1,2</sup> & Correggiari A.<sup>3</sup>

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

<sup>2</sup>Consorzio Nazionale Interuniversitario per le Scienze del Mare, ConISMa, Italy

<sup>3</sup>Istituto di Scienze Marine, CNR -ISMAR, Bologna, Italy.

Corresponding author email: [livio.ronchi@unipd.it](mailto:livio.ronchi@unipd.it)

Keywords: post-LGM, sealevel rise, CHIRP, Piattaforma Adriatica, Italia NE

La ricostruzione di tempi e modi dell'ultima fase di trasgressione è spesso ostacolata dalla scarsità di indicatori idonei, sia a causa della loro cattiva preservazione, che per la difficoltà di accesso agli stessi.

Queste problematiche pesano in particolar modo per la fase iniziale dell'Olocene, indicativamente fra 7,5 e 12 ka cal, quando il tasso di risalita del livello marino era molto alto (determinando così indicatori assenti o poco sviluppati) ed il mare si trovava al di sotto di -20 m rispetto all'attuale (rendendo così gli indicatori poco accessibili).

Depositi costieri e forme erosive, quali cordoni litorali e solchi di battente, sono da lungo tempo riconosciuti come indicatori geomorfologici di antichi livelli marini, e in quanto tali sono stati ampiamente indagati nel passato. Un altro gruppo di potenziali indicatori che al contrario dei precedenti è fortemente sottorappresentato nella letteratura scientifica è costituito dalle paleo bocche tidali. Queste forme erosive possono raggiungere una profondità di diversi metri e sono colmate di sedimento durante la migrazione o la disattivazione della laguna (Ronchi et al., 2018, 2019). Le paleo bocche tidali rappresentano dunque un prezioso archivio grazie all'alta potenzialità di preservazione di questi depositi. Va considerato inoltre che queste forme possono essere facilmente riconosciute e catalogate mediante metodi sismici ad alta risoluzione/ bassa penetrazione, quale ad esempio il CHIRP.

L'analisi di quasi 7000 km di profili CHIRP raccolti nell'Alto Adriatico ha permesso di riconoscere circa 100 antiche bocche tidali ascrivibili alla prima metà dell'Olocene sulla base della loro posizione verticale. Queste forme costituiscono la più estesa testimonianza della trasgressione post-glaciale nella zona. Le bocche tidali sono quindi elementi essenziali per la ricostruzione paleogeografica e paleoambientale e possono fornire nuove informazioni per individuare la posizione delle linee di costa trasgressive. Si è potuto inoltre ricostruire che la presenza di lagune su vaste aree del nord Adriatico durante le fasi di trasgressione è dovuto all'interazione fra l'apporto di sedimenti operato dai maggiori fiumi della zona e il cambiamento nel tasso di risalita del livello marino.

Questo studio indaga l'evoluzione delle aree costiere in risposta alla fase di trasgressione post glaciale e costituisce la prima segnalazione della presenza su scala regionale di paleo bocche tidali nell'Alto Adriatico.

### References:

- Ronchi, L., Fontana, A., Correggiari, A., & Asioli, A. (2018). Late Quaternary incised and infilled landforms in the shelf of the northern Adriatic Sea (Italy). *Mar. Geol.*, 405, 47–67.
- Ronchi, L., Fontana, A., Correggiari, A., & Remia, A. (2019). Anatomy of a transgressive tidal inlet reconstructed through high-resolution seismic profiling. *Geomorphology*, 343, 65–80.

## Geo-hazard in acque poco profonde: indagine geochimica, petrografica e acustica di emissioni sottomarine di metano nel Mar Tirreno settentrionale, Italia

Saroni A.<sup>1</sup>, Ivaldi R.<sup>2</sup> & Coltorti M.<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Fisica e Scienze della Terra, Università degli Studi di Ferrara, Via Saragat 1, 44122, Ferrara, Italia

<sup>2</sup>Istituto Idrografico della Marina, Passo dell'Osservatorio 4, 16134, Genova, Italia

<sup>3</sup>Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione di Palermo, Via Ugo La Malfa 153, 90146, Palermo, Italia

Corresponding author email: [anna.saroni@unife.it](mailto:anna.saroni@unife.it)

**Keywords:** vulcano di fango, emissioni sottomarine, geochimica dei gas, ecoscandaglio, foto-mosaico

Le emissioni di metano sottomarine nell'Arcipelago Toscano sono concentrate principalmente in prossimità della dorsale Elba-Pianosa, lungo faglie di direzione N-S sviluppatesi durante la recente attività estensionale della Piattaforma Toscana. A causa del carattere intermittente delle emissioni e dei relativi bassi fondali, questi fenomeni possono rappresentare un rischio per la navigazione. Nel marzo 2017, infatti, nella zona adiacente allo Scoglio d'Affrica, un geysir si è sollevato fino a 10 m di altezza dalla superficie del mare. Lo studio interdisciplinare qui presentato, è stato intrapreso al fine di stabilire l'estensione dell'area emissiva nei pressi dello Scoglio d'Affrica, fornire una panoramica sull'evoluzione del fenomeno nel corso degli anni e porre le basi per un successivo monitoraggio.

Due campagne esplorative sono state effettuate nel 2018 (Saroni et al., 2020) e nel 2019, nelle quali è stata individuata una nuova area emissiva, caratterizzata da un vulcano di fango formato da una decina di crateri con emissione discontinua di bolle centimetriche, oltre a diversi punti emissivi provenienti dalle fessure tra i blocchi rocciosi del fondale. Sono stati prelevati campioni di gas, sedimenti, acqua e roccia; inoltre, è stato riprodotto un foto-mosaico del vulcano di fango e sono state effettuate sia acquisizioni acustiche tramite ecoscandaglio multifascio che un'esplorazione subacquea con ROV (Remotely Operated Vehicle).

Le analisi geochimiche dei gas hanno mostrato una componente predominante di metano (~96% CH<sub>4</sub>) e gas minori che includono CO<sub>2</sub>, N e tracce di He. Inoltre, un confronto delle componenti isotopiche di metano e CO<sub>2</sub> ha posto in evidenza la prevalente origine microbica secondaria del gas. Il  $\delta^{13}\text{C}_{\text{CH}_4}$  aveva valori medi di ~-35,8‰, mentre i valori  $\delta^{13}\text{C}_{\text{CO}_2}$  variavano da +15,3 a +21,7‰. In aggiunta, il gas era estremamente impoverito in <sup>3</sup>He e presentava rapporti <sup>3</sup>He/<sup>4</sup>He tipici di un ambiente geologico in cui l'elio crostale radiogenico è fortemente predominante. I campioni di roccia prelevati nelle vicinanze delle emissioni si sono rivelati essere dei mudstones con microfossili della famiglia *Globigerinidae* e delle siltiti. Tramite l'analisi acustica multifascio del fondale e la sua mappatura, è stata identificata una configurazione ricorrente caratterizzante il sito di emissione. Si tratta della presenza di grandi blocchi di rocce frantumate e di alti morfologici (circa 9-12 m di profondità) di forma conica. Questa constatazione ha portato l'attenzione su di un nuovo alto morfologico subcircolare di 14,5 m di profondità, dove la presenza di fango misto a sabbia e ghiaia e l'analisi acustica della colonna d'acqua hanno rivelato la possibile presenza di un'ulteriore area emissiva.

### References:

Saroni A., Sciarra A., Grassa F., Eich A., Weber M., Lott C., Ferretti G., Ivaldi R. & Coltorti M. (2020) – Shallow submarine mud volcano in the northern Tyrrhenian Sea, Italy. *Applied Geochemistry*, 122, 104722.

## Change detection analysis on sand reservoir redistribution in a coupled beach-estuarine environment in the Gulf of Maine (USA)

Staro A.<sup>1</sup>, FitzGerald D.<sup>1</sup> & Hughes Z.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Department of Earth and Environment, Boston University, MA 02215, US

Corresponding author email: [astaro@bu.edu](mailto:astaro@bu.edu)

**Keywords:** Barrier islands-tidal inlets systems, sediment dynamics, change detection, remote sensing, The Great Marsh

Climate change in New England (USA) is expected to cause an increase in storm frequency and magnitude (Zhang & Colle, 2018). Coupled with sea-level rise, these events will significantly affect erosional and depositional patterns along barrier and inlet shorelines (Lyddon et al., 2019). In barrier island settings, intensified storms will produce greater wave energy leading to increased longshore transport rates. This will cause greater sediment delivery to tidal inlets affecting sand bypassing to downdrift shorelines and potential movement of sand into backbarrier bays and lagoons (Leonardi et al. 2016; Herrling & Winter, 2018).

Castle Neck, a barrier island located in the southern portion of the Merrimack Embayment, is the longest barrier system in the Gulf of Maine (USA). It is comprised between the Parker and the Essex river inlets (ERI), its backbarrier environment consists of extensive marsh, tidal flats and mudflats (Dougherty et al., 2004). In 2018 four months of Nor'easters, i.e. extratropical storms, have invested the Gulf of Maine.

We have used high-resolution (3.5 m) Planet Scope satellite imagery to determine the effect of the 2018 Nor'easters storms sequence on Castle Neck coupled barrier island-tidal river system in New England. We have used remote sensing techniques (image classification and change detection analysis) to determine the stable/unstable area on the beach, dunes and back barrier environment of Castle Neck, highlighting changes in land cover as well as migration/formation/destruction of shoals within the river inlet.

Our results show that the most unstable areas include foredune ridges along Crane Beach and the sand reservoirs within the ERI. In particular, change detection analysis has shown that, after the 2018 sequence, there has been a net gain of 3.11 Km<sup>2</sup> of sand reservoir due to beach migration on Crane Beach and shoaling processes in the Essex River Inlet.

### References:

- Dougherty A. J., FitzGerald D. M. & Buynevich I. V. (2004) - Evidence for storm-dominated early progradation of Castle Neck barrier, Massachusetts, USA. *Marine Geology*, 210 (1-4), 123-134.
- Herrling G., & Winter C. (2018). Tidal inlet sediment bypassing at mixed-energy barrier islands. *Coastal Engineering*, 140, 342-354
- Zhang Z. & Colle B. A. (2018) - Impact of dynamically downscaling two CMIP5 models on the historical and future changes in winter extratropical cyclones along the East Coast of North America. *Journal of Climate*, 31(20), 8499-8525.
- Lyddon C. E., Brown J. M., Leonardi N., Saulter A. & Plater A. J. (2019) - Quantification of the uncertainty in coastal storm hazard predictions due to wave-current interaction and wind forcing. *Geophysical Research Letters*, 46(24), 14576-14585.
- Leonardi N., Ganju N. K. & Fagherazzi S. (2016) - A linear relationship between wave power and erosion determines salt-marsh resilience to violent storms and hurricanes. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113(1), 64-68.

**Authors' Index**

Authors are listed alphabetically: For each contribution, the page number and the session are given.

Accettella D.	121	Burca M.	18
Adami G.	97	Burrato P.	85, 86, 91, 92
Agate M.	34	Busato A.	18
Agiadi K.	61	Busetti M.	34, 37
Agostini S.	73, 119	Buttò S.	27
Aiello G.	35, 60, 61, 103	Caldareri F.	107
Altamura F.	54	Calvert A.T.	79
Andreetto F.	61	Camerlenghi A.	59, 61, 62, 79
Annibaldi A.	94	Canepa M.	100
Antonoli F.	25, 43, 47, 115	Capasso G.	74
Anzidei M.	43, 117	Caporizzo C.	45, 52
Apollaro C.	109	Capotondi L.	101
Argentieri A.	104	Caratori Tontini F.	36
Aringoli D.	44	Carbajales R.	17
Arizzi Novelli A.	99	Caridi F.	29, 30
Asioli A.	113	Carnevale G.	68
Aslanian D.	62	Caruso A.	60, 61, 71, 119
Aucelli P.P.C.	42, 45, 52	Casalbore D.	26, 27, 92, 115
Auriemma R.	31	Cascella A.	72
Ausili A.	100	Cassin D.	93
Barber G.	87	Casu M.A.	29
Barreca G.	89	Catalano N.	46
Basilone G.	41	Cattaneo A.	10, 113
Bassinot F.	77	Cavallaro D.	87
Battaglini L.	18	Cavinato G.P.	67
Bazzicalupo P.	77	Ceramicola S.	102
Beblo-Vranesevic K.	66	Cerotti C.	94
Bellucci M.	62	Chiarella D.	106
Benini A.	57	Chiocci F.L.	24, 26, 47, 54, 56, 102, 115
Bergamin L.	28, 32, 100	Cianfarra P.	39
Bertini A.	59, 77	Cipollari P.	67
Bertotti G.	92	Civile D.	37
Besio G.	27	Cocchi L.	36
Bigi S.	31	Cocco M.	14, 15
Birarda G.	29, 30	Colizza E.	33, 91
Birgel D.	70	Colleoni F.	121
Blondel S.	61, 62	Coltelli M.	87
Blumetti A.M.	86	Coltorti M.	123
Böhm G.	37	Comerci V.	86
Bonadeo L.	86	Conte A.M.	31
Bonamano S.	98	Conte R.	121
Bonomo S.	72	Conti A.	31
Borzi L.	106	Corbelli V.	74
Bosman A.	92	Cornacchia I.	73, 119
Brancatelli G.	37	Corradi N.	39
Budillon F.	79, 102	Corradino M.	27, 91, 92, 108
Bufalini M.	44	Correggiari A.	122
Bulian F.	61, 63	Cosentino D.	67
Buosi C.	29	Costanzi E.	30

Covelli S.	93, 97	Firetto Carlino M.	87
Crispini L.	39	FitzGerald D.	124
Cristofalo G.C.	104	Flecker R.	61
Crosera M.	97	Foglini F.	14
Croudace I.W.	100	Foglini F.	19
d'Alessandro N.	99	Fontana A.	122
Dal Cin M.	37	Foresi L.M.	119
De Giosa F.	74	Forlin E.	65
De Giudici G.	29, 30	Fortelli A.	111
De Leo F.	27	Frapiccini E.	94, 95
De Marco R.	94, 95	Fратиanni C.	23
De Santis L.	121	Frezza V.	67
De Vittor C.	31	Frontalini F.	93, 95
Deiana G.	49, 51, 54	Furlani S.	25, 43
Deias C.	109	Galeazzi R.	30
Del Ben A.	62, 65, 88	Gales J.	121
Dela Pierre F.	60, 68, 70	Gamberi F.	76, 102, 116
Delanghe D.	50	Gambi M.C.	31
Delrosso D.	23	Gambino S.	89
Demarte M.	14, 16	Gande V.	19
Demurtas V.	49	García-Castellanos D.	61
Di Bella L.	28, 29, 31	Gariboldi K.	33
Di Bucci D.	86	Gasperini L.	112
Di Donato V.	75	Gauchery T.	113
Di Lorenzo H.	75	Gaullier V.	61
Di Manna P.	86	Gennari R.	68, 69
Di Martino G.	110, 114	Georgiev N.	66
Di Pietro P.	23	Ghilardi M.	50, 58
Di Rita F.	50, 58, 82, 83	Giordano P.	33, 95, 96
Di Stefano A.	76, 106	Girone A.	77
Di Stefano P.	41	Gliozzi E.	67
Dinelli E.	95	Gorini C.	40, 64
Distefano S.	76	Grande V.	21
Diviacco P.	14, 18	Gross F.	89
Donda F.	65	Guarnieri A.	23
Dottore Stagna M.	64	Guerra R.	96
Droghini E.	94	Guerrieri L.	86
Duarte H.	108	Guibourdenche L.	60, 61
Ebner R.	61	Guido A.	109
Ercilla G.	40	Guirguis M.	49
Esposito V.	31	Gutscher M.A.	89
Fabiani M.	104	Gvirtzman Z.	61
Faccioli A.	46	Hartley A.	64
Fagel N.	50	Heida H.	61
Falese F.	26	Hoyle T.M.	61
Faraci C.	27	Hughes Z.	124
Fazio E.	109	Iacopini D.	20
Fedele A.	111	Iacopini D.	59, 64
Federico L.	39	Illuminati S.	94
Ferrante V.	21	Incarbona A.	78
Ferranti L.	27, 85, 91, 92, 108, 117	Ingrassia M.	31
Ferretti P.	75	Innangi M.	114
Fiorentino A.	14, 18	Innangi S.	110, 114

Insinga D.D.	72, 75, 79, 84	Mattei G.	45, 52
Iorio M.	79, 103	Mattia G.	23
Italiano F.	31	Mazzini I.	28
Iurcev M.	18	McGenity T.	66
Ivaldi R.	16, 102, 123	Medas D.	29, 30
Jiménez-Espejo F.J.	63	Meijer P.T.	61
Jordan R.W.	68	Melis R.T.	42, 49, 51, 54, 58
Kanari M.	92	Meneghini C.	29
Ki S.	121	Meo A.	56
Kouwenhoven T.J.	63	Micallef A.	41, 118
Krastel S.	89	Michelangeli F.	82, 83
Krijgsman W.	61, 63	Misrocchi S.	96
Langone L.	33, 93, 96	Mobbili G.	30
Lanza S.	115	Molisso F.	75, 103, 114
Lanzoni A.	65	Monaco C.	85, 89, 91, 92
Leroux E.	62	Mondati G.	67
Ligi M.	21	Moneron J.	61
Lipparini L.	87	Montagna P.	25
Lirer F.	72, 80, 82, 83, 84, 119	Morelli D.	34, 39, 91
Lisco S.	74	Moretti M.	74
Lo Presti V.	115	Morigi C.	33
Lofi J.	61	Moulin M.	62
Longo M.	31	Mussi M.	54
Lopes da Rocha M.	96	Nannini M.	16
Loreto M.F.	14, 21, 101	Natale J.	117
Lozar F.	68, 69	Natalicchio M.	60, 68, 70
Lubritto C.	79	Negri A.	30
Macelloni L.	11	Oliveri P.	23
Madonia A.	98	Oppo, D.	64
Maggi C.	100	Orrù P.	51
Magliulo M.	66	Orrù P.E.	42, 54, 49
Magri D.	82, 83	Pallotta F.	44
Mainul Kabir S.M.	64	Palmiotto C.	21
Maiorano P.	77	Pambianchi G.	44
Maisto F.	26	Pappone G.	45, 52
Mancini A.M.	68, 69	Parrino N.	92
Maniscalco R.	59	Passaro S.	34, 36
Marani M. P.	116	Pavoni E.	97
Marassich A.	32	Peckmann P.	70
Marcelli M.	93, 98	Pellegrini C.	96, 113
Marchetti M.	104	Pellegrino L.	68
Margaritelli G.	84	Pellen R.	62
Mariani G.S.	51	Peluso F.	52
Marinangeli L.	99	Pepe F.	24, 27, 85, 91, 92, 108
Marino C.	117	Pernice M.	119
Marino M.	77	Petrosino P.	75, 84
Martinet L.	50	Piazzolla D.	98
Martire M.L.	104	Picotti S.	37
Martorelli E.	26, 92	Pierantoni P. P.	44
Maselli V.	64	Pierdomenico M.	29
Mastronuzzi G.	49, 74	Piermattei V.	98
Matano F.	111	Pilade F.	69
Materazzi M.	44	Pinto F.	56

Polonia A.	59, 112	Solinas E.	49
Pompilio L.	99	Somma R.	57, 111
Poort J.	62	Spagnoli F.	93, 94, 95
Potleca N.	18	Spatola D.	40, 41
Prezioso E.	94	Stanghellini G.	112
Provenzani C.	32	Staro A.	124
Putignano M.L.	55	Stocchi P.	24, 25, 45
Quivelli O.	77	Sulli A.	40, 41, 102, 107, 115
Raad F.	61	Surowka A.	29
Rabineau M.	62	Surricchio G.	99
Randazzo G.	115	Taliana D.M.R.	104
Rebesco M.	121	Tangari A.C.	99
Rettberg P.	66	Tesi T.	33, 96, 113
Ricciutelli M.	30	Tibor G.	92
Ridente D.	26	Todaro S.	41, 107
Rizzo A.	74	Tonielli R.	110, 114
Robresco S.	50	Tonucci L.	99
Rodrigues T.	77	Torricella F.	33
Romagnoli C.	26	Totaro F.	84
Romano E.	28, 32, 93, 100	Tramontana M.	94
Romano S.	101	Travan G.	61
Romano V.	14	Trincardi F.	113
Ronchi L.	122	Trocciola A.	57
Rosso A.	109	Troisi S.	52
Rovere M.	14, 21, 22, 113,	Trotta S.	77
Ruello M.L.	30	Trua T.	116
Russo Ermolli E.	75	Truzzi C.	94
Sabbatini A.	29, 30	Tzevahirtzian A.	61, 71
Sabino M.	70	Vaccari L.	29, 30
Sacchi M.	27, 75, 85, 91, 92, 103, 108, 110, 111, 114, 117	Vacchi M.	50, 58
Sanfilippo R..	109	Valenzano E.	74
Santoro P.C.	104	Vannucchi P.	13
Saroni A.	123	Vasiliev I.	61
Scamosci A.	99	Velardo R.	74
Scanu S.	98	Ventura G.	36
Scardino G.	74	Vertenzi D.	104
Scarfi L.	87	Vespasiano G.	109
Schiattarella M.	55	Vigliotti L.	101
Scicchitano G.	74	Viola A.	18
Scopelliti G.	71	Vittori E.	86
Senatore M.R.	42, 56, 75	Vozzi S.	104
Serio D.	109	Warichet F.	50
Siani G.	12	Zampa L.S.,	37
Sicurani J.	50	Zappalà G.	98
Sierro F.J.	61, 63	Zecchin M.	59, 65
Simoncelli S.	23	Zgur F.	37, 121
Solaro G.	108	Zinno I.	108
		Zizzo E.	40



Il quarto Convegno dei Geologi Marini italiani, nonostante l'emergenza Covid, si svolgerà come previsto, incrementando partecipanti, presentazioni scientifiche (115, quasi raddoppiate!), enti patrocinatori e sponsor tecnici. Le limitazioni legate dall'emergenza sanitaria impongono un formato telematico, con una rinuncia particolarmente dolorosa della nostra formula originale, basata su presentazioni lampo e lunghe esposizioni di poster digitali, che fin dalla prima edizione è stata la chiave per coinvolgere attivamente tutti i ricercatori attivi nel campo delle geoscienze marine, stimolando momenti di aggregazione e di discussione scientifica approfondita, a beneficio soprattutto ai più giovani.

Ci siamo quindi dovuti reinventare il convegno ed elaborare una formula che preservasse le prerogative traendo vantaggio dalla modalità a distanza.

Abbiamo quindi proposto e realizzato un convegno costituito da quattro stanze virtuali nelle quali, nel corso dei due giorni di convegno, si svolgono **workshop tematici**, su nove tematiche specifiche proposte dalla comunità scientifica. Le tematiche sono ampie per coinvolgere la maggior parte dei ricercatori ma abbastanza strette da favorire un reale confronto sulle idee e sui modelli interpretativi ed arrivare ad un avanzamento nelle conoscenze. Lavori che non rientrano nelle 9 tematiche sono stati riuniti in una sessione a tema libero.

Nell'organizzazione del workshop è stato lasciato un ampio spazio alla discussione, con tempo circa equivalente a quello delle presentazioni; per permettere approfondite discussioni che potessero contemporaneamente avere uno scopo: 1) scientifico (far crescere la comprensione dei processi attraverso la comparazione di casi di studio); 2) didattico (stimolare, specie nei giovani ricercatori e dottorandi il senso critico attraverso la definizione di modelli interpretativi originali e la messa in discussione di modelli esistenti); 3) organizzativo (stimolare collaborazioni tra gruppi, finalizzate alla preparazione di progetti o di volumi special su riviste scientifiche indicizzate).

Il contributo degli sponsor tecnici, che nelle passate edizioni era stato utilizzato per spese vive di convegno è stato in questa edizione devoluto a premi a giovani ricercatori non strutturati, con quattro premi all'attività scientifica svolta nel periodo inter-convegno (2019-2021), uno alla migliore immagine e uno al miglior filmato di geologia marina. Ai quattro vincitori di premi all'attività scientifica è stato richiesto di esporre le loro ricerche nell'ambito di quattro sessioni plenarie, nelle quali saranno affiancati da quattro ricercatori italiani che hanno svolto brillanti carriere all'estero. Abbiamo invitato ad intervenire questi quattro ricercatori perché raccontassero il loro percorso, illustrassero una ricerca di punta ed indicassero modi organizzativi e tematiche oggi di punta in ambiente internazionale.

Sarà un convegno diverso dal solito per tempi che sono diversi dal solito e la comunità dei geologi marini sarà chiamata a dimostrare di essere come sempre vitale e desiderosa di confrontarsi scientificamente, pur nel perdurare dell'incredibile situazione di carenza di mezzi navali, assolutamente non degna di un Paese economicamente sviluppato come il nostro che per storia e geografia dovrebbe anche avere nel mare, e soprattutto nel Mediterraneo, la sua naturale vocazione e propensione, anche di ricerca scientifica.

#### Segreteria tecnica:

Valentina De Santis, valentina.desantis@cnr.it  
Fabio M. Patti, fabio.patti@socgeo.it  
Ireneida Piratello, irene.piratello@ymail.com;  
Giovanni Porcellini, porcellini.1706986@studentiamroma1.it  
Leone Tarozzi, leone.tarozzi@cnr.it

E-mail: [quartarunione.geologimarini@cnr.it](mailto:quartarunione.geologimarini@cnr.it);

tel. +39 06 49914935

#### 25 febbraio 2021

9:00-10:30 Apertura del Convegno -

Saluto degli Enti Patrocinatori

10:30 – 11:30 Presentazione del primo vincitore del premio giovani e intervento di Antonio Cattaneo (IFREMER)

14:00 – 15:00 Presentazione del secondo vincitore del premio giovani e intervento di Leonardo Macelloni (Un. Southern Mississippi)

18:00 – 19:00 Assemblée della Sezione di Geologia Marina della SGI

#### 26 febbraio 2021

09:00 – 10:00 Presentazione del terzo vincitore del premio giovani e intervento di Giuseppe Siani (Un. Paris-Saclay)

14:00 – 15:00 Presentazione del quarto vincitore del premio giovani e intervento di Paola Yannucchi (ex Royal Holloway)

18:00 – 19:00 Chiusura dei lavori e proclamazione del nuovo coordinatore della SGM-SGI

# La geologia marina in Italia

## Quarto convegno dei geologi marini italiani

25-26 febbraio 2021  
telematico

Il programma è disponibile nella pagina della Sezione di geologia marina

<https://www.socgeo.it/N3249/4-convegno-dei-geologi-marini-italiani.html>

per il webinar in sala Marconi

<https://realster.gotowebinar.com/realster/6635776942773152527>

per il webinar in sala Fermi

<https://realster.gotowebinar.com/realster/623334444932700299>

per il webinar in sala Volterra

<https://realster.gotowebinar.com/realster/64083352659866317839>

per il webinar in sala Selli

<https://enonline.webex.com/enonline/j.php?MTID=me5e813d6cef582cef4ef45314b6d9ed2>

Per una migliore fruizione scaricare le applicazioni **Gotowebinar** (Sale Marconi, Fermi e Volterra) e **Cisco-Webex** (Sala Selli)

I riassunti saranno raccolti nel volume della collana  
Abstract Book della Società Geologica Italiana,  
[doi.org/10.3301/ABSGI.2021.01](https://doi.org/10.3301/ABSGI.2021.01)



Con il patrocinio scientifico di



#### Comitato Organizzatore:

Francesco L. Chiocci - Università Splendenzia, IGAG - CNR  
Francesca Budillon - ISMAR - CNR  
Silvia Ceramicali - OGS  
Fabiano Gambieri - ISMAR - CNR  
Maria Filomena Loreto - ISMAR - CNR  
Maria Rosaria Senatore - Università del Sannio  
Federico Spagnoli - IRBIM - CNR  
Attilio Sulli - Università di Palermo

**PROGRAMMA SESSIONI COMUNI IN AULA MARCONI**  
**PRIMA GIORNATA – giovedì 25/2 Aula Marconi** [Link alla sala virtuale Marconi](#)

**9.00 – 10.30 SESSIONE DI APERTURA**

- Francesco L. Chiocci** - Comitato organizzatore  
**Fabio Trincardi** (CNR - Direttore DTA)  
**Antonio Mazzola** (Conisma - Presidente)  
**Nicola Casagli** (OGS - Presidente)  
**Leonardo Sagnotti** (INGV - Direttore del Dipartimento Ambiente)  
**Alessandro Bratti** (ISPRA - Direttore Generale)  
**Massimiliano Nannini** (Istituto Idrografico della Marina - Direttore)  
**Sandro Coticelli** (SGI - Presidente)

10.30-10.45 Presentazione di uno dei quattro vincitori del premio "giovani"  
 10.45-11.30 Antonio Cattaneo (IFREMER) "Frane sottomarine e contouriti in Mediterraneo occidentale"

11.30-13.00 Workshop tematici e sessione libera nelle 4 stanze virtuali

13.00-14.00 INTERVALLO

14.00-14.15 Presentazione di uno dei quattro vincitori del premio "giovani"  
 14.15-15.00 Leonardo Macelloni (University of Southern Mississippi) "Ocean Exploration Cooperative Institute (OEC), exploring the "New America". Come gli Stati Uniti affrontano la geologia marina del terzo millennio".

15.00-18.00 Workshop tematici e sessione libera nelle 4 stanze virtuali

18.00-19.00 Assemblea afferenti sezione di geologia marina della SGI (aperta a tutti)

**SECONDA GIORNATA – venerdì 26/2 Aula Marconi**

9.00 – 9:15 Presentazione di uno dei quattro vincitori del premio "giovani"  
 9:15-10:00 Giuseppe Siani (University of Paris Saclay) "Timing and climate variability of the last deglaciation".

10.00-13.00 Workshop tematici e sessione libera nelle 4 stanze virtuali

13.00-14.00 INTERVALLO

14.00-14.15 Presentazione di uno dei quattro vincitori del premio "giovani"  
 14.15-15.00 Paola Vamucchi ( ex Royal Holloway) "Zone di subduzione fra passata e futuro".

15.00-18.00 Workshop tematici e sessione libera nelle 4 stanze virtuali

18.00-19.00 Chiusura del convegno e proclamazione nuovo coordinatore della sezione di geologia marina della SGI (aperta a tutti)

**ELENCO WORKSHOP TEMATICI**

- Workshop 1: Banche dati e infrastrutture verso la Next Generation (EU). Potenzialità, Opportunità o Illusione?** Moderato: M.F. Loreto, M. Cocco, V. Romano, P. Diviacco, A. Fiorentino, F. Fogliani, M. Rovere, M. Demarte.  
**Workshop 2 Indicatori di minimo eustatico. Moderato:** F.L. Chiocci, P. Stocchi, F. Pepe, Romano, L. Bergamin, I. Mazzini.  
**Workshop 4 L'influenza della tettonica sull'architettura dei margini continentali.** Moderato: M. Agate, S. Passaro, D. Morelli, M. Busetti.  
**Workshop 5 Geoarcheologia marina e costiera. Moderato:** M.R. Senatore, P. P. C. Accelli, P. E. Orrù, R. T. Mells.  
**Workshop 6 Crisi di salinità Messiniana: stato di avanzamento. Moderato:** D. Iacopini, A. Camerlenghi, M. Zechin, R. Maniscalco, A. Bertini, A. Polonia.  
**Workshop 7 Stratigrafia integrata di successioni marine quaternarie-oloceneiche.** Moderato: F. Lirer, D. D. Insigna, S. Bonomo, A. Cascella.  
**Workshop 8 Faglie attive in ambiente marino: criteri per la costituzione di un database georiferito. Moderato:** P. Burrato, L. Feranti, C. Monaco, F. Pepe, M. Sacchi.  
**Workshop 9 Geochimica dei sedimenti: strumento per la definizione dei processi naturali e antropici in aree marine. Moderato:** D. Cassin, S. Covelli, F. Frontalini, L. Langone, M. Marcelli, E. Romano, F. Spagnoli.  
**Sessione a tema libero Moderato:** F. Budillon, S. Ceramicola, R. Valdiri, F. Gamberti, A. Sulli, F. L. Chiocci

**25 Febbraio 2021**

Marconi	Volterra	Fermi	Selli
8.30-9.00	possibile il collegamento		
9.00-9.30	<b>Sessione di apertura</b> (Link Sala Marconi) Saluti da Presidenti e Direzioni CNR, Conisma, OGS, INGV, ISPRA, IM, Società Geologica		
9.30-10.00	Proclamazione vincitori premio per giovani non strutturali		
10.00-10.30	<b>Sessione plenaria</b> (Link Sala Marconi) Presentazione di un vincitore del "Premio Giovani"		
10.30-11.00	Intervento al invito di Antonio Cattaneo (IFREMER)		
11.00-11.30	Workshop 1 Banche dati e infrastrutture verso la Next Generation (EU). Potenzialità, Opportunità o Illusione?		
11.30-12.00	Workshop 2 Indicatori di minimo eustatico		
12.00-12.30	Sessione a tema libero		
12.30-13.00	Sessione a tema libero		
13.00-13.30	Intervallo pranzo		
13.30-14.00	<b>Sessione plenaria</b> (Link Sala Marconi) Presentazione di un vincitore del "Premio Giovani"		
14.00-14.30	Intervento al invito di Leonardo Macelloni (University of Southern Mississippi)		
14.30-15.00	Workshop 3 Bioindicatori in ambienti marini estremi		
15.00-15.30	Sessione a tema libero		
15.30-16.00	Workshop 4 L'influenza della tettonica sull'architettura dei margini continentali		
16.00-16.30	Sessione a tema libero		
16.30-17.00	Workshop 5 Geoarcheologia marina e costiera		
17.00-17.30	Workshop 6 Crisi di salinità Messiniana: stato di avanzamento		
17.30-18.00	Proclamazione nuovo coordinatore (Link Sala Marconi)		
18.00-18.30			
18.30-19.00			

**26 febbraio 2021**

Marconi	Volterra	Fermi	Selli
8.30-9.00			
9.00-9.30	<b>Sessione plenaria</b> (Link Sala Marconi) Presentazione di un vincitore del "Premio Giovani"		
9.30-10.00	Intervento al invito di Giuseppe Siani (University of Paris Saclay)		
10.00-10.30	Workshop 5 Geoarcheologia marina e costiera		
10.30-11.00	Workshop 6 Crisi di salinità Messiniana: stato di avanzamento		
11.00-11.30	Workshop 7 Stratigrafia integrata di successioni marine quaternarie-oloceneiche		
11.30-12.00	Workshop 8 Faglie attive in ambiente marino: criteri per la costituzione di un database georiferito		
12.00-12.30			
12.30-13.00			
13.00-13.30	Intervallo pranzo		
13.30-14.00	<b>Sessione plenaria</b> (Link Sala Marconi) Presentazione di un vincitore del "Premio Giovani"		
14.00-14.30	Intervento al invito di Paola Vamucchi ( ex Royal Holloway)		
14.30-15.00	Workshop 9 Geochimica dei sedimenti: strumento per la definizione dei processi naturali e antropici in aree marine		
15.00-15.30	Workshop 9: Geochimica dei sedimenti: strumento per la definizione dei processi naturali e antropici in aree marine		
15.30-16.00	Workshop 7 Stratigrafia integrata di successioni marine quaternarie-oloceneiche		
16.00-16.30	Workshop 8 Faglie attive in ambiente marino: criteri per la costituzione di un database georiferito		
16.30-17.00	Workshop 9 Geochimica dei sedimenti: strumento per la definizione dei processi naturali e antropici in aree marine		
17.00-17.30	Proclamazione nuovo coordinatore (Link Sala Marconi)		
18.00-18.30			
18.30-19.00			

**Workshop 1: Banche dati e infrastrutture verso la Next Generation (EU). Potenzialità, Opportunità o Illusione?**  
**giovedì 25/2 Aula Marconi** [Link alla sala virtuale Marconi](#)

**11:40 M. Demarte et alii** L'istituto idrografico della Marina e l'importanza del dato FAIR nel processo di standardizzazione, interoperabilità e riutilizzo del dato.

**11:58 M. Rovere**, Il ruolo dei dati geofisici e geologici marini nello sviluppo sostenibile degli Oceani

**12:16 D. Iacopini** Storia ed esempio del UK National Data Repository, un importante elemento dell'infrastruttura digitale britannica: cosa abbiamo da imparare?

**12:34-13:00 DISCUSSIONE E INTERAZIONI**

**15:00 M.F. Loreto et alii** Potenzialità e limiti della Banca Dati Sparker del CNR-ISMAR  
**15:18 A. Fiorentino e L. Battaglini**. Dalla banca dati Carg a Emodnet Geology  
**15:36 P. Diviacco et alii** Sistemi collaborativi di gestione web dei dati come acceleratori e motori di comunità scientifiche: la geofisica di esplorazione tra OpenScience ed e-Research Science

**15:54 F. Fogliani e V. Grande** Spatial data integration and harmonization in the Adriatic Sea – how to make data FAIR (Findable, Accessible, Interoperable and Researchable) for habitat and geological mapping

**16:12 M. Cocco** Condivisione di dati e prodotti scientifici nelle scienze della Terra solida: l'esperienza dell'infrastruttura di ricerca EPOS (EuropeanPlateObserving System)

**16:30-16:45 Pausa**

**16:45 S. Simoncelli et alii** Dati marini rapidamente accessibili per una maggiore

competitività scientifica a servizio della società  
**17:03-18:00 DISCUSSIONE E INTERAZIONI**

**Workshop 2: Indicatori di minimo eustatico**  
**giovedì 25/2 Aula Volterra** [link alla sala virtuale Volterra](#)

**11:40 F.L. Chiocci et alii** Indicatori di minimo eustatico lungo i margini continentali italiani. Stato dell'arte

**11:55 F. Antonoli et alii** Utilizzo di speleotemi sommersi quali indicatori di minimo eustatico: quando GIA e tettonica cambiano le carte in tavola

**12:10 F. Pepe et alii** Sviluppo e validazione di un metodo analitico per quantificare i movimenti tettonici verticali attraverso l'uso di cunei progredenti di stazionamento basso (Canale di Sicilia, Italia)

**12:25-13:00 DISCUSSIONE E INTERAZIONI**

**Workshop 3: Bioindicatori in ambienti marini estremi.**  
**giovedì 25/2 Aula Volterra** [link alla sala virtuale Volterra](#)

**15:00 L. Di Bella et alii** Introduzione al workshop

**15:15 F. Torricella et alii** Diatoms assemblage in Edisto Inlet during the last 120 years

**15:30 E. Romano et alii** Variabilità ambientale in ambiente marino: indicazioni dai foraminiferi bentonici in grotte marine

**15:45 L. Di Bella et alii** La risposta delle associazioni a foraminiferi all'acidificazione delle acque: il caso dell'isola di Panarea (Arcipelago delle Isole Eolie, Mar Tirreno)

**16:00 G. Birarda et alii** Effetti dell'inquinamento da plastiche sui foraminiferi bentonici

**16:15 F. Caridi et alii** Impatto antropico: i foraminiferi come bioindicatori della tossicità dei mozziconi di sigaretta

**16:30-16:45 Pausa - 16:45-18:00 DISCUSSIONE E INTERAZIONI**

**Workshop 4: L'influenza della tettonica sull'architettura dei margini continentali**  
**giovedì 25/2 Aula Fermi** [link alla sala virtuale Fermi](#)

**15:00 D. Morelli et alii** Margini alpino e appenninico del Mar Ligure: eredità strutturali, architettura morfo-stratigrafica e neotettonica

**15:20 Dal Cin et alii** Evoluzione tettonica Cenozoica e analisi neotettonica su dati geofisici nel margine continentale tra Adria ed Europa, Golfo di Trieste (Mare Adriatico Nordorientale)

**15:40 G. Aiello** Strutture vulcaniche sepolte nei Golfi di Napoli e Gaeta (Tirreno meridionale): sismo-stratigrafici sull'assetto vulcano-tettonico del margine continentale della Campania

**16:00 L. Cocchi et alii**. Volcanism and STEP fault mechanism in the Tyrrhenian back arc basin: The Palinuro volcanic chain

**16:20 – 16:30 PAUSA**

**16:30 F. Todaro et alii**. Modello deposizionale del sistema piattaforma-scarpata nel settore occidentale del Malta Plateau durante il Pliocene superiore-Pleistocene  
**16:50 L. Spatola et alii** Evidenze di depositi conturriti nel margine continentale nord siciliano (Tirreno meridionale) basate su dati di geologia marina ad alta risoluzione

**17:10-18:00 DISCUSSIONE E INTERAZIONI**

**Workshop 5: Geoarcheologia marina e costiera**  
**venerdì 26/2 Aula Marconi** [Link alla sala virtuale Marconi](#)

**10:00 F. L. Chiocci e F. Antonoli** Archeologia preistorica sulle piattaforme continentali. Risultati del progetto europeo "Spalshicos", del Working Group EMB "Subland" e del WP "Submerged Landscape" e dell'infrastruttura "Emodnet-Geology"

**10:15 F. Rita et alii** Storia della vegetazione e geoarcheologia della Corsica nord-occidentale: nuovi dati dal sito costiero di Crovani

**10:30 G. Deiana et alii** Il monumentale porto punico sommerso di Maifatanò e la cava di Pisicini, approccio Archeometrico e Geoarcheologico

**10:45 G.S. Mariani et alii** Paesaggio costiero e dinamiche insediative nel periodo Fenicio-Punico: l'antica città di Nora (Sardegna)

**11:00 M. Vacchi et alii** Ricostruzioni geoarcheologiche e paleoambientali del litorale Sardo-Corso. Un archivio fondamentale per definire l'evoluzione livello del mare Mediterraneo negli ultimi millenni

**11:15 R.T. Mells et alii** Paleopaesaggi sommersi e dinamiche di insediamento dei gruppi



Messolitici nel Mediterraneo occidentale: i siti di S'Ornu e S'Orku (Sardegna) e Riparo Blanc Lazio)

**11:30 M. Bufalini et alii** Evoluzione geomorfologica ed evidenze geoaerologiche nell'area costiera di Selinunte (Sicilia SW)

**11:45-12:00 Pausa 12:00-13:00 DISCUSSIONE E INTERAZIONI**

**15:00 F. Antonelli et alii** La peschiera romana di Lambousa (Cipro): un nuovo dato sulle variazioni relative di livello del Mediterraneo di 2000 anni fa

**15:15 C. Caporizo et alii** L'evoluzione del paesaggio costiero in Epoca Romana nell'area vulcanica Campi Flegrei (Napoli): nuovi vincoli da rilievi geoaerologici subacquei

**15:30 M. L. Putignano e M. Schiattarella** Ricerche geoaerologiche nel Golfo di Napoli: esempi dalle isole di Procida e Vivara?

**15:45 A. Troccoli et alii** The sustainable valorisation of submerged geoaerology in Campania (Sinuesa and Anenaria)

**16:00 G. Matteri et alii** Ricostruzione ad alta risoluzione di antichi paesaggi costieri e livelli marini relativi nel Golfo di Napoli mediante tecnologie innovative

**16:15 N. Catalano et alii** L'importanza di indagini OBI-UXO accurate sott'acqua

**16:30 M. R. Senatore et alii** Il Progetto GeoArcheo Siti: Metodologie, strumenti e servizi innovativi per lo sviluppo di Geo-Archeo-Siti marini

**16:45-17:00 Pausa – 17:00-18:00 DISCUSSIONE E INTERAZIONI**

Workshop 6: **Crisi di salinità messiniana: stato di avanzamento.**  
**venerdì 26/2 Aula Volterra [link alla sala virtuale Volterra](#)**

**10:00 F. Bullian et alii** Primi effetti di connessione ristretta Mediterraneo-Atlantica sul record sedimentario profondo del Mare di Alboran Occidentale

**10:15 L. Pellegrino et alii** La facies diatomica del Messiniano pre-evaporitico nell'area mediterranea: stato delle conoscenze, nuove interpretazioni e prospettive future

**10:30 M. Sabino et alii** Studio dei cambiamenti ambientali all'inizio della Crisi di salinità messiniana nel Mediterraneo Settentrionale (Bacino Piemontese, Italia Nord-occidentale)

**10:45 A. Trevahtirtzan et alii** L'inizio della crisi di salinità Messiniana: nuove conoscenze dalla successione del Bacino di Caltanissetta (Sicilia, IT)

**11:00 F. Pilade et alii** Sopravvivere sotto stress all'approssimarsi della Crisi di Salinità Messiniana

**11:15-12:30 DISCUSSIONE E INTERAZIONI**

**12:30 M. Bellucci et alii** Tettonica salina nel Mediterraneo Occidentale: un caso studio nel margine Balearico

**12:45 A. Lanzoni et alii** Crisi di Salinità del Messiniano nel Mare Adriatico

**15:00 D. Iacopini et alii** Eterogeneità stratigrafiche e controllo strutturale della successione Evaporitiche Messiniane lungo la transizione di piattaforma e scarpata del Bacino Levantino Meridionale, Libano Meridionale.

**15:15-16:00 DISCUSSIONE E INTERAZIONI**

**16:00 M. Magliulo et alii** Sopravvivenza a lungo termine degli alofili nelle inclusioni fluide d'altre

**16:15 G. Aloisi et alii** Il problema del gesso evaporitico Messiniano formato a bassa salinità: deposito chimico o biologico?

**16:30-17:00 DISCUSSIONE E INTERAZIONI**

**17:00 F. Andreotto et alii** Diluizione del Gigante Salino del Mediterraneo: controversie e certezze sulle fasi terminali (Gessi Superiori e Lago-Mare) della Crisi di Salinità del Mediterraneo

**17:15 G. Mondati et alii** L'evento Lago-Mare della crisi di salinità messiniana in Appennino centrale: nuove indicazioni dal settore marsicano (Bacino del Fucino, AQ)

**17:30-18:00 DISCUSSIONE E INTERAZIONI**

Workshop 7: **Stratigrafia integrata di successioni marine quaternarie-oloceniche.**  
**venerdì 26/2 Aula Fermi [link alla sala virtuale Fermi](#)**

**10:00 A. Incarbona**, Le potenzialità dell'approccio ecobiostratigrafico per i nanofossili calcarei del tardo Quaternario nel Mediterraneo

**10:15 D. Magri et alii** Potenzialità dei diagrammi pollinici marini nello studio di eventi climatici

**10:30 I. Cornacchia e S. Agostini** La nuova frontiera della stratigrafia integrata: cosa ci dicono gli isotopi radiogenici e stabili non convenzionali

**10:45 F. Lirer** Il GSSP del tardo Olocene. Nel bacino del Mediterraneo esistono bioeventi che permettono di identificare la base del Meghalayan in sedimenti marini?

**11:00 F. Michelangeli et alii** Analisi polliniche di sedimenti marini tardo-olocenici della Sicilia sudorientale.

**11:15 P. Petrosino et alii** The Late Pleistocene to Holocene tephra record of ND\_14/Q site (southern Adriatic Sea): traceability and preservation of Neapolitan explosive products in the marine realm

**11:30-11:45 Pausa 11:45-13:00 DISCUSSIONE E INTERAZIONI**

**15:00 V. Di Donato et alii** High-resolution records of climate variation over the last 15 ka in the Tyrrhenian Sea

**15:15 A. Girone et alii** Climatostatigraphic signal across MIS 20-18 from western to central Mediterranean

**15:30 D. D. Ininga et alii** The Late Pleistocene-Holocene tephra record along the southern Campanian margin (eastern Tyrrhenian Sea): a contribution to time constrain submarine slide events

**15:45 F. De Giosa et alii** La Geologia Marina di Taranto: la base fisica per lo studio dell'inquinamento antropico nel settore settentrionale del Mar Ionio.

**16:00 S. Distefano et alii** Evoluzione quaternaria di un'area costiera in risposta alle variazioni del livello marino: un esempio dalla Sicilia sudorientale (Marzamemi, Siracusa)

**16:15-16:30 Pausa – 16:30-18:00 DISCUSSIONE E INTERAZIONI**

Workshop 8 **Faglie attive in ambiente marino:**  
**Venerdì 26/2 Aula Sellì [link alla sala Sellì](#)**

**10:00 P. Burrato et alii** Analisi integrata delle banche dati DISS e ITHACA: casi studio in aree offshore

**10:20 D. Cavallaro et alii** Approcci integrati nell'identificazione di faglie attive nell'offshore siciliano

**10:40 S. Gambino et alii** 3D modelling and sequential back-restoration as tools for assessing faults deformation rate in offshore setting and estimation of their seismic potential

**11:00 A. Del Ben** Integrazione di metodi sismici a diversa risoluzione: approccio fondamentale per una corretta valutazione delle faglie

**11:20 D. Morelli et alii** Tettonica attiva del Margine Ionico della Calabria: stato dell'arte e prospettive della caratterizzazione di faglie attive nel Golfo di Squillace.

**11:40 F. Pepe et alii** Metodo multiscala e multidisciplinare integrato per la caratterizzazione di faglie sismogenetiche in aree marine: il Golfo di Sant'Eufemia

**12:00-13:00 DISCUSSIONE E INTERAZIONI**

Workshop 9: **Geochemica dei sedimenti: strumento per la definizione dei processi naturali e antropici in aree marine**  
**venerdì 26/2 Aula Sellì [link alla sala Sellì](#)**

**15:00 E. Romano et alii** Linee guida per la definizione delle province geochimiche a mare e dei relativi valori di fondo nei sedimenti

**15:15 L. Langone et alii** Dinamica di trasferimento del sedimento lungo il sistema di dispersione moderno del Mar Adriatico utilizzando profili di metalli in tracce

**15:30 S. Romano et alii** Analisi sedimentologica e geochimica di due carote dalla piattaforma continentale della Calabria occidentale (Tirreno SE): implicazioni per l'indagine sismogenica

**15:45 C. Cerotti et alii** Studio preliminare sul contenuto di IPA e Hg come probabili indicatori d'impatto antropici e di processi sedimentari

**16:00 E. Pavoni et alii** Presenza e distribuzione delle Terre Rare nei sedimenti superficiali dell'Alto Adriatico

**16:15 E. Frapiccini et alii** Approccio statistico multivariato per la determinazione delle facies sedimentarie dell'Adriatico Centrale (Regione Marche)

**16:30 L. Pompilio et alii** Definizione dei valori di fondo dei metalli pesanti nei sedimenti marini della costa abruzzese

**16:45 D. Piazzolla et alii** Sviluppo di un indice predittivo a supporto della gestione sostenibile di bacini semi chiusi: il caso del Porto di Civitavecchia.

**16:45-17:00 Pausa – 17:00-18:00 DISCUSSIONE E INTERAZIONI**

Sessione libera  
**Giovedì 25/2 Aula Fermi [link alla sala virtuale Fermi](#)**

**11:40 L. Gasperini et alii** Il Lago di Garda, un archivio unico per paleoisomologia e stratigrafia tardo-quaternaria dell'Italia settentrionale

**11:57 A. Argenterii et alii** Sicurezza della navigazione e balneazione nelle acque interne: rilievi batimetrici, topografici e sismici del Lago di Martignano (area metropolitana di Roma)

**12:14 A. Micallef** Acque dolci offshore ed il loro ruolo nella geologia marina

**12:31 F. A. Saroni et alii** Geo-hazard in acque poco profonde: indagine geochimica, petrografica e acustica di emissioni sottomarine di metano nel Mar Tirreno settentrionale, Italia

**12:48 T. Gauchery et alii** Archivi sedimentari dall'ultimo massimo glaciale (LGM) per lo studio delle interazioni tra processi sedimentari governati dalla variabilità delle correnti di fondo e flussi gravitativi nel Bacino Gela (Stretto di Sicilia)

Sessione libera  
**Giovedì 25/2 Aula Sellì [link alla sala Sellì](#)**

**11:35 M.P. Marani et alii** Summit zone andesite cones and peripheral basalt seamounts of Marsili volcano

**11:52 M. Corradino et alii** Le strutture della risorgenza e la loro relazione con il reservoir magmatico: nuove conoscenze dalla caldera del Tufo Giallo Napoletano (Napoli, Italia)

**12:09 C. Marino et alii** Morpho-structural and archaeological indicators to reconstruct the ground movements in the Campi Flegrei offshore caldera

**12:26 S. Innangi et alii** Seafloor morphology and sedimentological mapping of Bagnoli-Coroglio site, Pozzuoli Bay, (Naples, Italy)

**12:43 G. Di Martino et alii** Coastal seafloor morphology changes in the shelf area of the Pozzuoli Bay (Eastern Tyrrhenian Sea) revealed by bathymetric surveys

**15:00 A. Fortelli et alii** A first analysis of the 28-29th December 2020 sea storm in the Naples Bay

**15:17 L. Borzi et alii** Approccio integrato per lo studio dell'evoluzione della linea di riva nel Golfo di Gela, Sicilia Meridionale

**15:34 T. Caldarelli et alii** Sviluppo di metodologie poco invasive utili al rinvenimento di sabbie relitte sulla piattaforma continentale, ai fini del ripascimento delle spiagge in erosione

**15:51 A. Staro et alii** Change detection analysis on sand reservoir redistribution in coupled beach-estuarine environment in the Gulf of Maine (USA)

**16:08 L. Ronchi et alii** Le bocche tidali della trasgressione olocenica in Alto Adriatico  
**16:25-16:35 PAUSA**

**16:35 M. Rebecco et alii** Frana sottomarina dell'Iselin Bank (Mare di Ross, Antartide)

**16:52 G. Aiello et alii** Analisi integrata di dati morfo-batimetrici, sismo-stratigrafici e sedimentologici sul canyon Dohrn (Golfo di Napoli, Tirreno meridionale): interazioni tra vulcanismo e tettonica

**17:09 V. Lo Presti et alii** Il canyon di Gioiosa Marea (Sicilia nord-orientale). Hazard presente e futuro della fascia costiera antistante.

**17:26 C. Deias et alii** Ruolo degli habitat mediterranei a Sabelaria alveolata (Polychaeta) nella dinamica costiera

**17:43 M. Pernice et alii** Oscillazioni di CO<sub>2</sub> nel Bacino Mediterraneo del tardo Cenozoico: un progetto per utilizzare gli isotopi del boro nel guscio dei foraminiferi planctonici come indice del paleo-pH e di pCO<sub>2</sub>



## SUPPORTED BY



**CODEVINTEC**  
Tecnologie per le Scienze della Terra e del Mare

**fugro**



 **TECNOIN**<sup>®</sup>  
GEOSOLUTIONS

 **GBT**  
*offshore*

 **IDROSFERA**  
SERVIZI IDROGRAFICI