



Proceedings e report

121

CNR - IBIMET
Comune di Livorno

Fondazione Clima e Sostenibilità
Fondazione LEM - Livorno Euro Mediterranea
Compagnia Portuale di Livorno

Seventh International Symposium

**MONITORING OF MEDITERRANEAN COASTAL AREAS:
PROBLEMS AND MEASUREMENT TECHNIQUES**

LIVORNO (ITALY) JUNE 19-20-21 2018

Patronized by

Accademia Nazionale dei Lincei

Università degli Studi di Firenze

Regione Toscana

Accademia dei Georgofili

**Autorità di Sistema Portuale
del Mar Tirreno Settentrionale**

Seventh International Symposium. Monitoring of Mediterranean Coastal Areas

Problems and Measurement Techniques

Livorno (Italy) June 19-20-21, 2018

edited by

FABRIZIO BENINCASA

FIRENZE UNIVERSITY PRESS

2018

Seventh International Symposium : monitoring of Mediterranean Coastal Areas : Problems and Measurement Techniques : livorno (Italy) June 19-20-21, 2018 / edited by Fabrizio Benincasa. – Firenze : Firenze University Press, 2018.
(Proceedings e report ; 121).

<http://digital.casalini.it/9788864538112>

ISBN 978-88-6453-811-2 (online)

Edited by: Fabrizio Benincasa
Desktop publishing: Matteo De Vincenzi
Graphic Design: Gianni Fasano
Front cover photo: Cisternone Livorno (Italy), photo by Gianni Fasano
Cover graphic design: Lettera Meccanica SRLs

Peer Review Process

All publications are submitted to an external refereeing process under the responsibility of the FUP Editorial Board and the Scientific Committees of the individual series. The works published in the FUP catalogue are evaluated and approved by the Editorial Board of the publishing house. For a more detailed description of the refereeing process we refer to the official documents published on the website and in the online catalogue of the FUP (www.fupress.com).

Firenze University Press Editorial Board

A. Dolfi (Editor-in-Chief), M. Boddi, A. Bucelli, R. Casalbuoni, M. Garzaniti, M.C. Grisolia, P. Guarnieri, R. Lanfredini, A. Lenzi, P. Lo Nostro, G. Mari, A. Mariani, P.M. Mariano, S. Marinai, R. Minuti, P. Nanni, G. Nigro, A. Perulli, M.C. Torricelli.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0: <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

CC 2018 Firenze University Press
Università degli Studi di Firenze
Firenze University Press
via Cittadella, 7, 50144 Firenze, Italy
www.fupress.com

ORGANIZING AUTHORITIES

**National Research Council of Italy
Institute of Biometeorology (CNR-IBIMET)**

Clima e Sostenibilità Foundation (FCS)

Livorno Euro Mediterranea (L.E.M.) Foundation

Comune di Livorno

Compagnia Portuale di Livorno



Patronized by



SCIENTIFIC COMMITTEE

Presidency:

Fabrizio Benincasa (<i>Symposiarch</i>)	CNR-IBIMET Sassari
Simone Orlandini	Dip. Scienze Produzioni Agroalimentari e dell’Ambiente Università di Firenze - FCS
Antonio Raschi	CNR-IBIMET Firenze
President of LEM Foundation - Livorno	
Laura Bonora (Scientific Secretariat)	CNR-IBIMET Firenze
Matteo De Vincenzi <i>Coordinator of the Scientific Secretariat</i>	CNR-IBIMET Firenze

Session *Coastal landscapes: past and present aspects of human influence*

Donatella Cialdea	Dip. Bioscienze e Territorio - Università del Molise
Giovanna Bianchi	Dip. Scienze Storiche e dei Beni Culturali, Università di Siena
Biagio Guccione	Dipartimento di Architettura Università di Firenze
Tessa Matteini	Dipartimento di Architettura Università di Firenze
Marinella Pasquinucci	Docente Scuola di Specializzazione in Beni Archeologici - Università di Firenze
Gloria Pungetti	Dip. Scienze Umanistiche e Sociali - Università di Sassari

Session *Flora and Fauna of the littoral system: dynamics and protection*

Davide Travaglini	Dip. Gestione Sistemi Agrari, Alimentari e Forestali, Università di Firenze
Laura Bonora	CNR-IBIMET Firenze
Carla Cesaraccio	CNR IBIMET Sassari
Federico Selvi	Dip. Scienze Produzioni Agroalimentari e dell’Ambiente, Università di Firenze
Roberto Tognetti	Dip. Agricoltura, Ambiente e Alimenti, Università del Molise

Session *Coastline geography: territory uses, processes and dynamics*

Donatella Carboni	Dip. Scienze Umanistiche e Sociali Università di Sassari
Rossella Bardazzi	Dip. Scienze per l'Economia e l'Impresa, Università di Firenze
Ilaria Lolli	Dipartimento di Giurisprudenza, Università di Pisa
Carlo Natali	Dipartimento di Architettura Università di Firenze
Stefano Soriani	Dipartimento di Economia Università di Venezia

Session Measures for environment and energy production in the coastal zones

Marcantonio Catelani	Dip. Ingegneria dell'Informazione Università di Firenze
Rossella Bardazzi	Dip. Scienze per l'Economia e l'Impresa, Università di Firenze
Carlo Carcasci	Dip. Ingegneria Industriale, Università di Firenze
Giampaolo Manfreda	Dip. Ingegneria Industriale, Università di Firenze

Session Morphology and evolution of coastlines and seabeds

Giovanni Sarti	Dip. Scienze della Terra, Università di Pisa
Filippo Catani	Dip. Scienze della Terra, Università di Firenze
Giuliano Gabbani	Dip. Scienze della Terra, Università di Firenze
Stefano Miserocchi	CNR-Istituto di Scienze Marine UOS Bologna
Sandro Moretti	Dip. Scienze della Terra, Università di Firenze

Organizing Committee:

Gianni Fasano	CNR – IBIMET Seat of Florence (Coordinator of Committee)
Rita Franchi	L.E.M.- Foundation Livorno
Alessandro Materassi	CNR – IBIMET Seat of Florence
Laura Pellegrino	CNR – IBIMET Seat of Livorno
Maurizio Romani	CNR – IBIMET Seat of Florence
Francesco Sabatini,	CNR-IBIMET Seat of Florence
Francesca Chellini	FCS Florence
Anna Riva	FCS Florence

Organizing secretariat:

CNR-IBIMET Area di Ricerca di Firenze Via Madonna del Piano 10,
50019 Sesto Fiorentino (Florence- Italy)
Phone +390555226551, e-mail: segr.org@ibimet.cnr.it

Scientific Secretariat:

CNR-IBIMET Area di Ricerca di Firenze Via Madonna del Piano 10,
50019 Sesto Fiorentino (Florence - Italy)
Phone +390555226552 +390555226030, e-mail: simposio@ibimet.cnr.it

INDEX OF PAPERS

Session: Coastal landscapes: past and present aspects of human influence 1
Chairman: D. Cialdea

Invited speakers

M. Pasquinucci, S. Ducci, S. Genovesi 13
Portus Pisanus and Livorno: environmental, archaeological and Historical interdisciplinary research

C. Saragosa, M. Chiti 31
Morfogenesi e percezione della città nel dialogo dinamico tra terraferma e acqua

Contributed papers

G. Asmundo 45
Lagoon anthropization and waters. Venice and the Mediterranean settlements in a comparative perspective

G. Bandiera 53
Waterfront mediterranei. Identità territoriale e narrazione

F. Broglia 61
Le fortificazioni, la flora e la fauna dell'antico Stato dei Presidi, Orbetello (GR) Italia

F. Bulfone Gransinigh, C. Mazzanti, D. Bilić 68
Misurazione, controllo e difesa degli opposti versanti litoranei adriatici: le torri costiere dal XVI secolo ad oggi

A. Capolupo, M. Rigillo, L. Boccia 78
Photogrammetric technique for analysing the anthropization process in coastal areas: the case study of Minori

L. Corniello, E. Mirra, I. Gioia, A. Trematerra 89
Il paesaggio e le architetture sacre nel territorio costiero tra Montenegro e Albania

P. Fornasa, M. Ardielli 98
Dealing with climate change along the new coast of the Mediterranean: a design manual for adaptation of small villages (phase I: mapping of small villages)

F. Fratini, E. Cantisani, E. Pecchioni, D. Pittaluga 107
The coastal sight towers, a distinctive anthropic element of the ancient coastal landscape: the risk of restoration works with examples from the Tuscan coast (Italy)

S. Gallico, M.G. Turco 117
Il paesaggio costiero del litorale romano. Trasformazioni, segni, testimonianze e prospettive per il futuro

C. Gori	128
<i>L'ambito costiero di Bellaria Igea Marina: progetti di sviluppo e rigenerazione</i>	
F. Jannuzzi, G. N. M. Giudici, S. Patrizio, F. Pisani Massamormile	136
<i>Le dimore storiche sul mare. Storia e Natura: un'area di studio</i>	
S. Lai, F. Leone	146
<i>La pianificazione nei paesaggi costieri: l'applicazione del concetto di integrazione nelle esperienze di due aree protette italiane</i>	
L. Maggiore, M. Tsokanos, M. Klaric	156
<i>PUNTI DI VISTA. Rifunionalizzazione delle torri appartenenti al sistema di difesa del Regno di Napoli</i>	
N. Martinelli, V. D'Onghia, S. Milella	166
<i>Processi urbani nel litorale del Golfo di Taranto: Marina di Chiatona</i>	
C. Mottola	175
<i>Insediamiento portuale: molo di San Vincenzo. La rappresentazione grafica per la valorizzazione e il riuso del patrimonio borbonico nell'area portuale di Napoli.</i>	
F. Privitera	185
<i>L'isola d'Elba di Emilio Isotta (1947-1960): progetto di architettura e paesaggio costiero, una lezione esemplare</i>	
G. Pungetti	195
<i>Cultural heritage interface of European coastal landscapes</i>	
M. Russo	201
<i>Il rilancio ottocentesco delle attività portuali nell'Italia meridionale: il porto di Salerno</i>	
M. Zerbini, A. Vezzi	213
<i>Il nuovo orizzonte del porto crociato di San Giovanni d'Acri</i>	
C. Zoppi	222
<i>Integrazione delle misure di conservazione dei siti della Rete Natura 2000 nei regolamenti delle aree marine protette: uno studio relativo alla Sardegna</i>	
Session: Flora and Fauna of the littoral system: dynamics and protection	235
Chairman: D. Travaglini	
B. E. Belabed, T. Tata, L. Aleya	239
<i>Premières investigations sur la pollution par les macro plastiques et les microplastiques: cas du golfe d'Annaba Nord-Est Algérien</i>	
R. Benespero, E. Bianchi, G. Chirici, L. Di Nuzzo, F. Giannetti, P. Giordani	248
<i>Effects of habitat structure on functional diversity of epiphytic lichen communities of coastal dunes with Juniperus spp.</i>	

P. Borrello, E. Spada	256
<i>Monitoraggio di Ostreopsis cf. ovata: una microalga potenzialmente tossica nelle acque costiere italiane</i>	
G. D'Amico, B. Del Perugia, G. Chirici, F. Giannetti, D. Travaglini	266
<i>Caratterizzazione delle pinete litoranee di pino domestico della Toscana con dati telerilevati a supporto della gestione forestale sostenibile</i>	
M. De Luca, A. Cossu, V. Pascucci, V. Gazale	275
<i>Habitat e specie marine costiere di interesse comunitario nell'area Marina Protetta "Isola dell'Asinara"</i>	
L. Fanini, F. Bozzeda	280
<i>Insights from temporal dynamics of plastic resin pellets deposition on a beach in Crete, Greece: potential integration into sandy beach ecology and citizen science</i>	
H. Humenyuk, O. Voloshyn, V. Khomenchuk	287
<i>Complex assessment of chemical pollution of small rivers on the example of the river Seret</i>	
C. Mancusi, M. Bainsi, C. Caruso, F. Cianchi, N. D'Apolito, T. Magliocco, L. Marsili, L. Papetti, C. Mancino, M. Senese, M. Sommer, G. Terracciano, S. Ventrella, L. Venturi	297
<i>First documented nestings of Caretta caretta in Tuscany area (north western Mediterranean Sea), the northern site in Italy</i>	
C. Mancusi, L. Marsili, G. Terracciano, S. Ventrella	302
<i>L'Osservatorio Toscano Biodiversità: 2007-2016, dieci anni di attività di recupero cetacei, tartarughe e grandi pesci cartilaginei</i>	
L. Piazzini, C. N. Bianchi, E. Cecchi, P. Gennaro, G. Marino, M. Montefalcone, C. Morri, F. Serena	311
<i>Il coralligeno toscano: distribuzione, struttura dei popolamenti e monitoraggio mediante utilizzo di differenti indici di qualità ecologica</i>	
E. Tondini, L. Lombardi, M. Giunti, G. Bedini	317
<i>Plant cover dynamics after morphological and ecological redevelopment of the dune system of the Sterpaia beach (Piombino, LI)</i>	
F. Tozzi, S. Pecchioli, V. Nencetti, E. Picardi, W. A. Petrucci, G. Renella, A. Lenzi, C. Macci, S. Doni, G. Masciandaro, E. Giordani	325
<i>A new life for the dredged sediment of Leghorn harbor: from waste to food production</i>	
V. Volpe, C. Cerasuolo, F. Turco, R. Rocco, F. Pavanello, A. Vendramini, G. Salogni, M. Vendrame	333
<i>Studio C 1.9 "Piano delle misure di compensazione, conservazione e riqualificazione ambientale dei SIC e della ZPS della laguna di Venezia - Miglioramento, ripristino e recupero dei SIC IT 3250003 e IT3250023" - Un nuovo approccio alla riattivazione della dinamica dunale per la ricostituzione degli habitat di interesse comunitario. Esperienze venete presso il litorale del Lido e Cavallino.</i>	

Session: Coastline geography: territorial dynamics and integrated protection	343
Chairman: D. Carboni	
I. Cannas, D. Ruggeri	347
<i>La pianificazione nelle aree protette marino-costiere. Una proposta metodologica per la creazione di un quadro analitico-conoscitivo ambientale</i>	
A. Casu, G. Ricciardi	357
<i>Strategie e scenari d'adattamento per la prevenzione dei rischi indotti nei contesti urbani costieri</i>	
C. Corbau, I. Rodella, P. Congiatu, U. Simeoni, D. Carboni	367
<i>Usi e conflitti nel Parco Nazionale dell'Asinara (Italia)</i>	
M. Floris, F. Isola	382
<i>Strumenti e strategie per la tutela integrata della fascia costiera</i>	
S. Pinna, F. Leccis	391
<i>Integrating Nature 2000 conservation measures into the regulation of marine protected areas: an experimental approach</i>	
D. Sgambati, F. Maresca, A. De Angelis, N. R. de la Ballina, O. M. Azevedo, A. Miccio	401
<i>Monitoring and sustainable usage of Ieranto bay: marine conservation in a mass tourism environment</i>	
A. Valente	415
<i>Conflicts over the land-use of the Gaeta Coastal Zone (Southern Lazio, Italy)</i>	
A. Yazar	426
<i>Spatial transformation of coastal areas for tourism and instrumentalization of Integrated Coastal Zone Management Plan: the case of Kemeragzi-Kundu region in Antalya</i>	
Session: Measures for environment and energy production in the coastal zones	435
Chairman: M. Catelani	
A. Bono, E. Casti, M. Marini	441
<i>Renewable primary power source for desalination plants in coastal zones. Analysis and economical assessment in a dispatching regulatory policy</i>	
G. Caroti, A. Piemonte, Y. Pieracci	453
<i>UAV-borne remote sensing for shoreline and coastal environment monitoring</i>	
G. Ciruolo, A. Drago, S. Cosoli, F. Capodici, A. Maltese, A. Gauci, A. Galea, J. Azzopardi, G. Buscaino, F. Raffa, S. Aronica, S. Mazzola, R. Sinatra	463
<i>CALYPSO: la rete RADAR HF per il monitoraggio delle correnti marine superficiali nel canale tra la Sicilia e Malta (Mar Mediterraneo)</i>	

M. Colli, A. Caridi, C. Carmisciano, D. D. Caviglia, A. Delucchi, F. Serafino, A. Benedetti	471
<i>Emerging techniques for coastal environmental monitoring: a field test-bed in Liguria</i>	
I. Lolli	481
<i>La realizzazione dei parchi eolici off-shore in Italia: Quis, quid, ubi, quibus auxiliis, cur, quomodo, quando?</i>	
M. Punzo F. Lirer, N. Pelosi, F. Raffa, F. Serafino, R. Dominici, R. De Rosa	506
<i>X-band radar system to observe local coastal phenomena in near-real time: some examples of studies and monitoring</i>	
D. Ventura, A. Bonifazi, A. Belluscio, G. Ardizzone	515
<i>Very high spatial resolution orthophotos using small Unmanned Aerial Vehicles: a new tool for coastal marine habitats mapping</i>	
Session: Morphology and evolution of coastlines and seabeds	519
Chairman: G. Sarti	
A. Aloia, F. Dentale, D. Guida, A. Valente	523
<i>Geomorphological evolution of “Ripe Rosse”, a coastal cliff in Cilento Geopark (Italy)</i>	
D. Bertoni, G. Sarti, A. Pozzebon	533
<i>The impact of coarse sediment tracing experiments for an in-depth characterization (management; planning) of artificial pebble beaches</i>	
A. Bougherira, T. Ghodbani	542
<i>Evolution and dynamics of the sandy shoreline of Falcon Cape beaches (Oran, Algeria); quantification of change, origins and impacts</i>	
A. Caiti, R. Costanzi	553
<i>Sea bottom evolution assessment through underwater robots</i>	
O. Cohen	559
<i>Impacts of the 1959 Malpasset dam breach on the Fréjus shoreline evolution (French Riviera): a case of an “onshore tsunami”?</i>	
M. Costa, R. Ledda, A. Lebani, E. M. Paliaga, A. Pitzalis	569
<i>Monitoraggio della dinamica costiera nella rada di Bosa Marina (Sardegna Occidentale): risultati e tendenze evolutive della spiaggia emersa e sommersa</i>	
M. Eryılmaz, E. Meriç, F. Yücesoy Eryılmaz, U. Eryılmaz	577
<i>The Sunken Island of Marmara Sea; the Vordinisi (Prince Islands of Istanbul - Turkey)</i>	
M. Eryılmaz, F. Yücesoy Eryılmaz	587
<i>Oceanography and sediment distribution of the Mersin Gulf (East Mediterranean - Turkey)</i>	
E. Perugini, L. Soldini, C. Lorenzoni, M. L. Palmsten	597
<i>Video-monitoring to sand bar analysis in a middle Adriatic beach</i>	

K. Pikelj, G. Vlastelica, B. Kordic	607
<i>Evaluation of erosional processes of the eroding flysch cliff in the Split urban zone (Croatia)</i>	
G. Sarti, D. Bertoni, D. Ciccarelli, A. Caiti, R. Costanzi, A. Mecocci, A. Pozzebon, S. Bartolini, F. Catani, S. Moretti	617
<i>L'approccio del Team COSTE: una sfida per prendere decisioni consapevoli lungo le coste</i>	
F. Yücesoy Eryilmaz, E. Meriç, M. Eryilmaz	626
<i>Geochemical characteristic of Northern Golden Horn Holocene Sediments (İstanbul-Turkey)</i>	
Session: Institutions for the Protection of the Marine and Coastal Environment	637
Direzione AMP Isola di Bergeggi	639
<i>L'Area Marina Protetta (AMP) "Isola di Bergeggi"</i>	
S. Venturini, L. Merotto, V. Capanera, G. Fanciulli, P. Vassallo, C. Paoli, P. Povero	643
<i>Area Marina Protetta (AMP) Portofino: l'alto valore ecologico dei suoi habitat di pregio</i>	
L. Pacciardi, C. Ceccarelli, C. Pretti, A. Porchera, A.M. De Biasi	646
<i>AMP delle Secche della Meloria peculiarità e monitoraggio</i>	
V. Gazale, G. Vargiu, A. Zanello, D. Nieto Yàbar, E. Gordini, D. Cotterle, M. Deponte, L. Baradello, R. Romeo, M. Caffà, R. Auriemma, E. Lodolo, A. Affatato, A. Falace, P. Del Negro, R. Blanos, P. Paganini, A. Pavan, C. Pietrapertosa, P. Sterzai	649
<i>Area Marina Protetta "Isola dell'Asinara" monitoraggi e tecniche di studio</i>	
C. Iacono	653
<i>Regno di Nettuno: peculiarità e caratteristiche salienti</i>	
Direzione AMP Punta Campanella	656
<i>Area Marina Protetta di Punta Campanella</i>	
Direzione Marittima di Livorno	662
<i>Il ruolo del Corpo delle Capitanerie di porto nella tutela dell'ambiente marino e costiero</i>	
V. Marchi, A. Raschi, S. Trampetti	665
<i>Models of integrated tourism in the Mediterranean - MITOMED+ Project overview</i>	
Index of Authors	669

SESSION

MEASURES FOR ENVIRONMENT AND ENERGY PRODUCTION IN THE COASTAL ZONES

Chairmen: Marcantonio Catelani
Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione
Università degli Studi di Firenze

MISURE PER L'AMBIENTE E PRODUZIONE ENERGETICA IN ZONE COSTIERE

Misurare una grandezza fisica comporta una serie di azioni e operazioni, note come processo di misurazione, finalizzate ad assegnare alla grandezza in esame un insieme di valori tramite un procedimento sperimentale. Ciò è particolarmente rilevante nei casi in cui, sulla base del risultato che si ottiene, l'output del processo, cioè la *misura*, si assumono decisioni. L'attendibilità della misura dipende infatti dalla conoscenza di diversi fattori che concorrono a definire sia il *misurando*, ovvero la grandezza oggetto della misurazione, sia il *processo di misurazione* inteso come una serie di attività tra loro interagenti che coinvolgono risorse di natura diversa tra cui operatori, strumenti, metodi, laboratori. Poiché esiste sempre un grado di indeterminazione da associare alla misura, una espressione completa del risultato, oltre all'unità di misura, comprende informazioni sull'*incertezza di misura*. L'incertezza rappresenta quindi il parametro, associato al risultato della misurazione, dato dalla dispersione dei valori che possono essere ragionevolmente attribuiti al misurando stesso. Per la teoria ed il calcolo dell'incertezza, da non confondere con una valutazione di errore di misura, è utile fare riferimento alla *Norma UNI CEI 70098-3:2016 - Incertezza di misura - Parte 3: Guida all'espressione dell'incertezza di misura*. In particolare, tale documento stabilisce le regole generali per la valutazione e l'espressione dell'incertezza di misura che possono essere applicabili ad un vasto spettro di misurazioni tra cui le *misure per l'ambiente*.

Le *misure per l'ambiente* rappresentano, infatti, il risultato di processi - di misurazione - complessi in cui intervengono fattori spesso eterogenei, situazioni di non ripetibilità e riproducibilità dei fenomeni fisici nel tempo, correlazione tra grandezze fisiche non sempre facili da quantificare, effetti cumulativi di grandezze di influenza che interagiscono con il misurando, ed altro. Nonostante la complessità del processo di misurazione, le *misure per l'ambiente* ricoprono un ruolo di estrema importanza per la corretta individuazione ed interpretazione dei fenomeni fisico-ambientali. La *produzione energetica*, come altri ambiti, è strettamente connessa con le misure per l'ambiente.

È questo uno dei motivi che ha spinto gli organizzatori del Simposio a dedicare una Sessione specifica alle *Misure per l'Ambiente e Produzione energetica in zone costiere*, Sessione che ha visto nel suo complesso un'ampia partecipazione, con lavori presentati sia in forma orale che come poster, da qualificate Unità di ricerca variamente distribuite a livello geografico nazionale ed internazionale, a dimostrazione di un interesse condiviso e diffuso sui temi proposti.

Considerata la vastità del tema si è ritenuto opportuno suddividere la Sessione in due parti di cui una più orientata alle *misure fisico-ambientali costiere terrestri e subacquee* in cui trovano ampio margine di trattazione gli strumenti e i metodi per la misurazione e il monitoraggio, gli studi meteo-climatici e oceanografici costieri, la predisposizione di sistemi informativi geografici, l'individuazione di reti telematiche e le banche dati. I contributi pervenuti a tale riguardo sono molteplici e di notevole interesse scientifico, anche per la natura trasversale che le tematiche trattate in alcuni di essi rivestono nell'ampio tema del Simposio.

Il lavoro presentato da *Gabriella Caroti* dell'Università di Pisa dal titolo *UAV-borne remote sensing for shoreline and coastal environment monitoring* (Autori: G. Caroti, A. Piemonte, Y. Pieracci) focalizza l'attenzione sull'impiego dei sistemi UAV (*Unmanned*

Aerial Vehicle) per il rilievo di ambienti costieri, con particolare riferimento alla valutazione della resilienza. L'elaborazione delle immagini ottenute, e presentate, fornisce un modello digitale del terreno (DSM) e una ortofotocarta di cui è analizzata la precisione e risoluzione. Un confronto con le cartografie reperibili nei database evidenzia le potenziali applicazioni in questi ambienti.

Sempre nell'ambito degli strumenti per misurazione e monitoraggio rientra il contributo presentato da *Matteo Colli*, Università di Genova, *Emerging techniques for coastal environmental monitoring: a field test-bed in Liguria* (Autori: M.Colli, A. Caridi, C. Carmisciano, D. D. Caviglia, A. Delucchi, F. Serafino) in cui gli Autori riportano i risultati ottenuti dall'installazione di stazioni meteorologiche e di monitoraggio dello stato del mare in alcuni siti costieri della Liguria. Le stazioni costituiscono, di fatto, un sistema di monitoraggio integrato dotato di sensori innovativi finalizzati alla misurazione delle principali caratteristiche dell'onda marina.

Ancora un contributo per questa area riguarda il lavoro *Dynamics of echo-reflecting objects in aquatic systems: implementation of acoustic Doppler current profiler for ecosystem analysis* presentato da *Ernst Uzhanskii* dell'Università di Haifa, Israele, co-autori B. Katsnelson, I. Ostrovsky. Sono riportati i primi risultati di studi sulle dinamiche spazio-temporali di oggetti e strati eco-riflettenti presenti in "sistemi acquatici", tenuto conto di fattori di influenza quali il vento, la radiazione solare e la stratificazione. La tecnica proposta fa uso metodi acustici remoti e generatori di corrente Doppler (ADCP) acustico-stazionari.

Infine, per questa parte della Sessione, si cita il lavoro presentato da *Giuseppe Ciruolo*, Università degli Studi di Palermo, co-autori A. Drago, S. Cosoli, F. Capodici, A. Maltese, A. Gauci, A. Galea, J. Azzopardi, G. Buscaino, F. Raffa, S. Aronica, S. Mazzola, R. Sinatra. Il lavoro *CALYPSO: la rete RADAR HF per il monitoraggio delle correnti marine superficiali nel canale tra la Sicilia e Malta (Mar Mediterraneo)* presenta i risultati di una campagna di misura per il monitoraggio di correnti marine superficiali mediante la rete CALYPSO. La rete è costituita da quattro sistemi SeaSonde (CODAR) che lavorano alla frequenza di 13,5 MHz e le cui misure sono state validate attraverso correntometri e *drifters*.

L'altro tema pertinente questa Sessione tratta, come si evince dal titolo, la *Produzione energetica in ambiente costiero*. Scopo di questa seconda parte è quello di focalizzare l'attenzione su problematiche e soluzioni legate alla produzione e conversione dell'energia, e l'utilizzo delle sorgenti di energia rinnovabile, con attenzione anche agli aspetti legislativi e regolamentari.

Anche in questo caso le memorie presentate sono di interesse scientifico e applicativo per il settore, riportano interessanti risultati e spunti per approfondimenti futuri, anche in ambito legislativo. Si citano la presentazione di *Martino Marini* dell'Università di Sassari che, insieme ai co-autori A. Bono, E. Casti, tratta il tema *Renewable primary power source for desalination plants in coastal zones. Analysis and economical assessment in a dispatching regulatory policy*. In riferimento agli impianti di desalinizzazione e al contesto delle energie rinnovabili, il contributo focalizza l'attenzione sui riferimenti legislativi-regolamentari ed il contesto del mercato dell'energia liberalizzata, con alcune considerazioni di tipo economico. Viene posta attenzione all'aspetto legislativo che regola la concessione di permessi di costruzione e di esercizio per le rinnovabili e alla regolamentazione dell'immissione di energia nella rete elettrica.

Per finire, ancora un interessante contributo orientato agli aspetti giurisprudenziali relativi al progetto, realizzazione e messa in opera di parchi eolici con la presentazione di *Ilaria Lolli* dell'Università di Pisa: *La realizzazione dei parchi eolici off-shore in Italia. Profili normativi ed orientamenti giurisprudenziali*. In questo caso il *focus* riguarda il complesso quadro normativo che regola l'installazione di tali impianti, con particolare enfasi sui procedimenti per l'acquisizione dei necessari titoli abilitativi: concessione demaniale e autorizzazione unica alla realizzazione ed all'esercizio dell'impianto, valutazione di impatto ambientale. Viene fatto riferimento ai lavori della Corte costituzionale e a relative sentenze in tema di compatibilità ambientale degli impianti eolici *off-shore*.

Come anticipato la Sessione, nel suo complesso, ha visto la partecipazione di altri lavori in forma di poster.

A conclusione di questa breve presentazione della sessione *Misure per l'Ambiente e Produzione energetica in zone costiere* preme rinnovare alcune considerazioni di carattere trasversale. Come noto, la progettazione di un qualunque dispositivo, sia esso componente, apparato o impianto, indipendentemente dalla tecnologia impiegata, si basa su una chiara definizione dei requisiti e delle prestazioni funzionali che tale dispositivo dovrà garantire, anche nel tempo. La variabile tempo introduce il concetto di Affidabilità (*Reliability*). L'affidabilità è infatti definita come la proprietà di un dispositivo di mantenere un accettabile livello di funzionamento nel tempo, fissate le condizioni di impiego. Dalla definizione appare evidente come l'affidabilità rappresenti una caratteristica complessa che richiede, per una sua corretta valutazione, un approccio multi-disciplinare. Inoltre, sempre dalla definizione, emerge che l'affidabilità è fortemente influenzata dalle condizioni di impiego del dispositivo, ovvero dove il dispositivo andrà di fatto ad operare. Come detto in altre occasioni, questo aspetto, spesso sottovalutato, assume una particolare rilevanza nella progettazione dei sistemi di monitoraggio e misura impiegati in condizioni ambientali che potrebbero essere definite critiche quali, ad esempio, le condizioni di umidità, temperatura e salinità, tipiche di un ambiente costiero. Analoghe considerazioni possono essere fatte per la progettazione ed installazione di impianti per la produzione di energia per i quali, oltre alle sollecitazioni ambientali precedentemente richiamate, sono spesso presenti anche sollecitazioni di natura meccanica (vibrazioni, urti, ecc.). Da non dimenticare, poi, gli aspetti connessi con il degrado dei materiali – plastiche, metalli, guarnizioni, ecc. – per effetto anche di radiazione solare e agenti inquinanti. Un esempio per tutti: un sistema di monitoraggio ambientale può fallire nel suo funzionamento per l'intervento di agenti esterni, ad esempio salinità combinata con temperatura e umidità, responsabili di processi chimico-fisici di degradazione dei materiali. Tutto ciò per estendere le attività di ricerca presentate in occasione di questa Sessione anche ad aspetti riguardanti le prestazioni di affidabilità di sistemi di misura ed impianti di produzione energetica impiegati in condizioni ambientali che potrebbero risultare critiche per garantirne il corretto funzionamento nel tempo.

Marcatonio Catelani
Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione
Università degli Studi di Firenze

UAV-BORNE REMOTE SENSING FOR SHORELINE AND COASTAL ENVIRONMENT MONITORING

Gabriella Caroti¹, Andrea Piemonte², Yari Pieracci³

^{1,2,3} Civil and Industrial Engineering Department, University of Pisa,

Largo Lucio Lazzarino 1, 56126 Pisa (PI)

¹ phone: +39 050 2217771, e-mail: gabriella.caroti@ing.unipi.it

Abstract – UAV systems can provide coastal environment surveys with low costs and high resolution. The present work focuses on how UAV-borne surveys can provide useful information in assessing coastal resilience. Processing of survey data generates a Digital Surface Model (DSM) and an orthophotograph, checked for accuracy and image resolution. Comparison of these products against those available in public access cartographical databases highlights the potential application of UAV in this environment.

Riassunto – I sistemi UAV possono fornire rilievi di ambienti costieri con bassi costi ed elevate risoluzioni. Il presente lavoro mira ad evidenziare l'utilità di rilievi UAV per la valutazione della resilienza in ambienti costieri. L'elaborazione delle immagini ottenute fornisce un modello digitale del terreno (DSM) e una ortofotocarta, dei quali sarà analizzata la precisione e risoluzione. Un confronto con le cartografie reperibili nei database evidenzia le potenziali applicazioni in questi ambienti.

Introduction

Resilience, in addition to consider technical and organizational aspects, needs to understand the deep unexpectedness of rare events (events with a high intensity and low probability of occurrence) [11]. Differing by predictable events (events with a known intensity and probability of occurrence), unexpected ones can't be calculated by means of statistical analyses. Rare events gather natural (floods, storms, earthquakes) or anthropic events (terroristic attack), or a combination of some of these [10]. They do not follow the probability distribution of predictable events [1] [16] but their assessment represents a factor of uncertainty and a challenge in assessing resilience [14] due to less data monitoring sources available [16]. However, to overcome this issue, a constant monitoring of land is essential to link rare events to environment changes [3] [2] [4] [8].

In relation to dune coastal erosion, many studies were performed in order to find relationships among rare events and environment modifications [7] [2] [4]. In fact, resilience in coastal environments involves several indexes as highlighted in the study of Ciccarelli et al. [8]. It involves shoreline historical course, geomorphology, coastal dynamics and anthropic pressure, and aims to define the Mediterranean Dune Vulnerability Index (MDVI) for dune coasts. MDVI is based on Geomorphological Conditions of the Dune Systems (GCD), Marine Influence (MI), Aeolian Effect (AE), Vegetation Condition (VC) and Human Effects (HE).

Shoreline displacement is due to many interlinked factors, acting in long-or short-term. Long-term factors include sea-level variations and human-related factors (e.g. beach nourishments or dredging activities) whilst short-term factors are linked to storms consequences, especially in dune ecosystems [3] [13].

UAV-borne surveys are a suitable solution for monitoring at short time intervals [5]. They could provide the relevant advantage of cost reduction compared to classic used methods, such as GPS, LiDAR, etc.... High-resolution geometric surveys are essential for all of these studies aiming to monitoring the shape of terrain or acquiring specific characteristics (vegetation type, geomorphologic conditions, etc...) [8] [13] [15] [9].

In this paper two cases study are analysed to show how UAV-borne surveys can provide a solid foundation to act quick actions (such as in emergencies) and to link shoreline changes to disruptive events [3] [5] [7].

The first survey was performed at Marina di Pisa port, aiming to update the status quo of a new area not yet included in regional cartography. The second survey is part of a shoreline monitoring project at the mouth of Fiume Morto in the Regional Park of Migliarino, San Rossore e Massaciuccoli.

Low-altitude UAV-borne remote sensing was performed on the sites, with the support of a GPS RTK (Real Time Kinematic) surveys. They were needed for DSM (Digital Surface Model) georeferencing. Also, orthophotographs were obtained by photogrammetric processing.

In the latter case a historical research of shoreline maps was performed on public access cartographical databases and an overlapping of shorelines, concerning different years, was performed via a GIS-based environment (Geographic Information System). Also, image resolution among orthophotograph and remote sensing from medium-resolution satellite images (e.g. Google Earth) was compared for both surveys.

Materials

First case study: Marina di Pisa port

The case study under investigation refers to the area where the touristic port of the Marina di Pisa resort stood at the mouth of Arno River. It is included in both the urban fabric and the Regional Park of Migliarino, San Rossore and Massaciuccoli.

At the end of the 2000s, a recovery and rehabilitation plan altered the appearance of the mouth of the Arno River and the urban layout of Marina di Pisa (Figure 1 - left). The present investigation aims to assess the potential (in terms of detail and accuracy) of UAV-based photogrammetry for timely updates of modifications at medium- and large-scale.

In order to assess product quality, Ground Control Points (GPs) have been compared against project documents provided by the dockyard site management; besides, the UAV-based survey has been compared against Google Earth.

Second case study: Fiume Morto Nuovo

The second case study concerns an investigation in the coast adjacent to the estuary of Fiume Morto Nuovo. The area is in the North section of the Pisa coastline with reference to the Arno estuary, and is included in the Natural Park of Migliarino, San Rossore,

Massaciuccoli. The coastline is suffering an ongoing erosion, started around the half of the 19th century, endangering the existence of the coastal dunes-wetlands environment (Figure 1 - right).



Figure 1 – Area of Marina di Pisa port (left) and area of Fiume Morto Nuovo (right)

This area has been already studied by Bini et al. [2] and a wide historical maps collection of shoreline positions are available on public platforms. Historical data come from the Cartography Bureau of the Tuscany Region [17], the Italian National Geoportal [18] and from Google Earth images [19].

Survey Methodologies

Same data processes for both surveys was followed obtaining 3D models and orthophotographs. A drone flight planning was carried out to obtain products in line with the restitution scale. Images processing was performed to obtain the 3D model. After that the model was georeferenced and errors was checked. Then products was exported.

Drone flight planning

In Marina di Pisa port, the flight plan was designed for a restitution scale greater than 1:1000, providing for a coverage of approximately 9 hectares with a total flight length of about 1200 m. The airborne photogrammetry survey has been carried out by means of an OnyxStarh exacopter fitted with a Sony NEX 7 digital camera.

In the second site a UAV-borne survey was performed by means of the Leica Geosystems Aibotix Aibot X6V2 system that carried an Olympus E-PL5 Kit 1442 Silver camera. The survey area was about 400 m by 300 m. The complete covering has required 8 strips, with a theoretical end lap of 70 % and side lap of 60 % (Figure 1 - right).

In the second case the UAV speed was about 5 m/s, so, in order to ensure the required forward overlap, the shooting timer was set at 3 s. Shooting time was set at 1/800 s in time priority mode. Under these operating conditions, the drag effect was about 0.6 pixels; accuracy computations, using the “normal case” formulas, assess the theoretical error of 3D restitution in each component as $\sigma_x=0.023$ m, $\sigma_y=0.029$ m and $\sigma_z=0.046$ m [6].

Table 1 – Cameras features and flight settings.

Camera features		
	First case study	Second case study
Camera type	Sony NEX 7	Olympus E-PL5 Kit 1442
Sensor dimensions	23.5 mm x 15.6mm	17.30 mm x 13.00 mm
Sensor definition	6000 pixel x 4000 pixel	4:3 LiveMos – 16 MPixel 4608 x 3456
Optics	18-55 mm zoom, set as $f \approx 19$ mm	14-42 mm zoom, set as $f \approx 14$ mm
Flight details and settings		
	First case study	Second case study
Flight height	80 m	60 m
GSD	2.0 cm	1.6 cm

Image processing

In order to create 3D model for both study cases a photogrammetric processing of the collected images was carried out by means of Agisoft’s PhotoScan commercial software. The software has been used to generate a Digital Surface Model (DSM) and an orthophotograph of the object area.

Georeferencing model and checking errors

Control Points (CPs) have been uniformly spread across the areas and their coordinates have been surveyed by RTK GPS for Marina di Pisa port and by GNSS for Fiume Morto Nuovo. These points have been used for the definition of external and internal orientation parameters of the images by means of a self-calibration procedure built into the bundle block adjustment, in order to scale and georeference the photogrammetric surveys.

In the processing step, some of these points were used solely for accuracy checks as CPs, while the remaining were used as GCPs to compute the photogrammetric model [6] [12]. Accuracy errors was calculated by Photoscan as difference between coordinates of targets calculated by Photoscan and CPs coordinates got by GPS surveys for both cases.

Results and discussions

Results involve assessment of three aspects: model accuracy, orthophotograph resolution and applications for resilience assessment.

First case study

The first case study has highlighted some application peculiarities of potential interest for implementation of the survey methodology in construction and coastal sites.

Image orientation errors amounted to about 0.5 pixel. Subsequent input of GCPs and CPs in the processing allowed for quality assessment of the DSM. Maximum error values in the 10 cm range are compliant with the research goals and in accordance with literature on the subject.

The orthophotograph of the test area has been generated by the PhotoScan software (Figure 2) and georeferenced in the Technical Regional Cartography system.

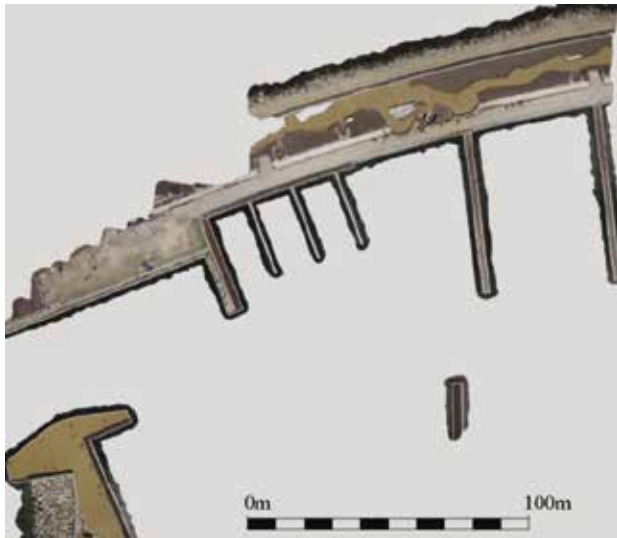


Figure 2 – Orthophotograph of the North-West part of the surveyed area.

A further comparison has been made against the marina blueprint, also georeferenced in the Technical Regional Cartography system. This displayed an excellent compliance within the foresaid limitations (Figure 3 - left).

In order to register the model orthographic projection in the same reference system of Google Earth service, it was exported by Photoscan software in “kmz” format. It is of course advisable to keep in mind that accuracy Google Earth renderings is in the 1:10.000 range, anyway a first qualitative analysis denotes good compliance.

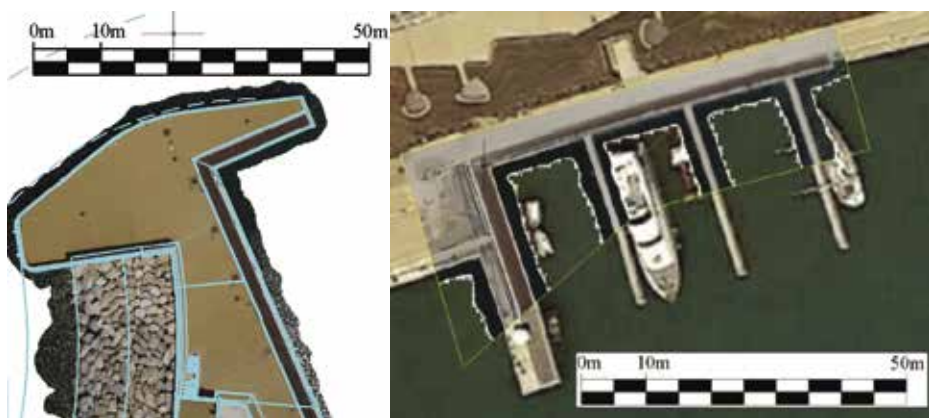


Figure 3 – On the left comparison areas with 10 cm range compliance. On the right Google Earth’s map and orthophoto overlay (North part).

Second case study

In the second case, processing of 145 images defined internal and external orientation parameters. By using three points as Ground Control Points (GCPs), rototranslation with scale factor was got. Remaining points was used as CPs to measure model accuracy.

The resulting photogrammetry model was correctly oriented, with a mean error of 0.48 pixels on Tie Points and 0.046 m on CPs. Results are reported in the table below as average mean and average deviation values of the CPs. They are in line with default theoretical precision.

Table 2 – StudyCPs deviation values for X, Y, Z coordinates.

	X_error [m]	Y_error [m]	Z_error [m]
Mean [m]	0.003	0.017	0.023
St.dev. [m]	0.019	0.017	0.027
RMSE [m]	0.019	0.024	0.036

Comparing orthophotograph resolution and Google Earth resolution, different features can be assessed. In the left images land features such as plant type, the percentage of covered surface on the beach, on the dune front and along the transect can be extracted by qualified personnel for the assessment of resilience indexes. Maps available on the Google Earth platform only allow to tell apart vegetated from bare areas, while identification of plant types is in no way possible (Figure 4, right).



Figure 4 – Geometric and radiometric resolution: Orthophotograph (left) and Google Earth image (right).

Figure 5 shows two DSMs of the same area relating to different years. Both are 1x1m DSMs: the first is obtained by classic photogrammetry in 2006 (left) for the compilation of the Technical Regional Map; the other is obtained in 2016 from UAV-borne photogrammetry (right). Sectioning of these models along the same cutting plane resulted in the profiles shown in Figure 6. Both profiles are almost coinciding in zones unaffected by erosion (Figure 6, from sections point 81 to 151).

Coastal displacements can be assessed overlapping shorelines obtained by UAV-borne survey and historical shorelines (georeferenced in Gauss Boaga cartography system), as shown in Figure 7.

Resilience in coastal environments involves several indexes as highlighted in the study of Ciccarelli et al. [8]. Shoreline cover an important role in the coastal resilience assessment, especially in the definition of the Marine Influence (MI) parameter. It can be obtained by comparing historical series of available 2D representations (maps, orthophotographs, coastline thematic databases). Resilience involves also Geomorphological Conditions of the Dune Systems (GCD), Aeolian Effect (AE), Vegetation Condition (VC) and Human Effects (HE) indexes. Computation of these parameters requires a topographic documentation supporting, as well as on-site inspections by qualified personnel. Most of these values are easily definable by analysis of a 3D land model, providing sections and 2D information on position and distance. Besides, the interpretation of orthophotographs can directly provide other parameters (such as the % of seaward dune vegetated for Aeolian Effect (AE), the Path network as percent of the frontal dune, the Relative surface (%) forested in the system and the Relative surface (%) of agriculture in the system for the Human Effect (HE) variable) [8].

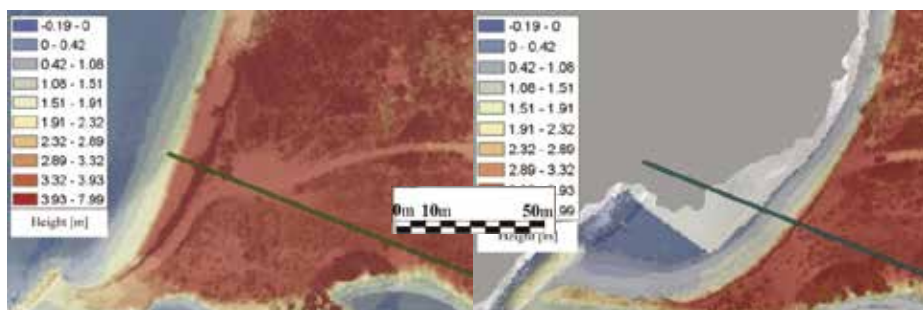


Figure 5 – DSM - classic photogrammetry, 2006 (left) and UAV-borne photogrammetry, 2016.



Figure 6 – Reference section comparison: 2006 DSM from classic photogrammetry (orange), 2016 UAV-based DSM (blue).

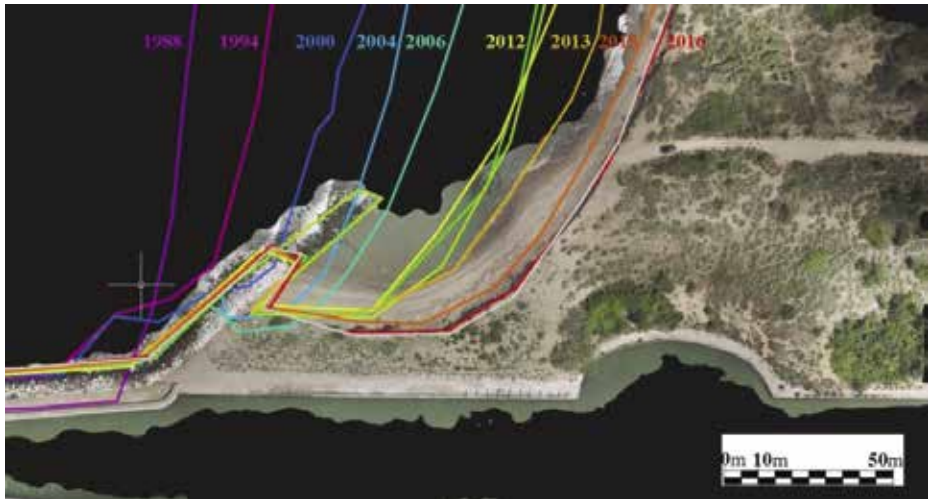


Figure 7 – Shore line progression from 1988 to 2016.

Conclusion

The present work evaluates surveys in coastal environments by means of low-altitude UAV-borne remote sensing, which is cheaper and more versatile than current survey methods such as LiDAR [13] [5]. UAV-based surveys do not provide directly the information, but high-resolution orthophotographs can be used for ground operations, and thank to qualified personnel, resilience-based indexes can be evaluated.

UAV-based surveys in seaside construction sites face peculiar operating issues. The present investigations have shown that this methodology can provide from medium- to large-scale map updates. They are especially useful in the emergence updates.

The CPs checks have shown that orthophotographs meet accuracy and detail requirements for cartography. Availability of up-to-date images in Google Earth can provide a tool for updating medium-scale cartography. If higher detail levels are required, tools as UAV-based photogrammetry may allow updates of small cartography portions with comparatively low costs. Again, images highlight the greater resolution of images obtained by low-altitude surveys than Google Earth images.

It is quite useful in the assessment of coastal systems resilience, with particular reference to endangered dune systems. The very large representation scale, together with the low costs and therefore the frequent repeatability of the surveys, provides useful information for the definition of indexes and parameters typical of these ecosystems, planning of erosion management, *a posteriori* effectiveness assessment and performing analysis and studies to link disruption and environment damage.

Acknowledgements. The research was developed within the project “PRA_2017_60: Sicurezza e resilienza delle infrastrutture civili” financed by the University of Pisa.

References

- [1] Aban I.B., Meerschaert M.M. and Panorska A.K. - *Parameter estimation for the truncated Pareto distribution*. Journal of the American Statistical Association. (2006) 101(473), 270-277.
- [2] Bini M., Casarosa N., Ribolini, A. - *L'evoluzione diacronica della linea di riva del litorale pisano (1938-2004) sulla base del confronto di immagini aeree georeferenziate*. Atti della Società Toscana di Scienze Naturali residente in Pisa. Memorie, 2008, Serie A, 113, 1-12.
- [3] Brooks S.M., Spencer T., Christie, E.K. - *Storm impacts and shoreline recovery: Mechanisms and controls in the southern North Sea*. Geomorphology. (2017) 283, 48-60.
- [4] Cappucci S., Valentini E., Monte M.D., Paci M., Filippini F., Taramelli A. - *Detection of natural and anthropic features on small islands*. Journal of Coastal Research. (2017) 77(sp1), 73-87.
- [5] Caroti G., Piemonte A., Pieracci, Y. - *UAV-Borne Photogrammetric Survey as USAR Firefighter Teams Support*. In International Conference on Computational Science and Its Applications, July, 2017, 3-15. Springer, Cham.
- [6] Caroti G., Zaragoza I.M.E., Piemonte A. - *Accuracy assessment in structure from motion 3D reconstruction from UAV-born images: the influence of the data processing methods*. The International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. (2015) 40(1), 103.
- [7] Caroti G., Piemonte A., Redini M. - *Geomatics monitoring and models of the insalination of the freshwaters phenomenon along the Pisan coastline*. Applied Geomatics. (2015) 7(4), 243-253.
- [8] Ciccarelli D., et al. - *Development of a coastal dune vulnerability index for Mediterranean ecosystems: A useful tool for coastal managers?*. Estuarine, Coastal and Shelf Science (2017)187, 84-95.
- [9] Hanley M.E., Hoggart S.P.G., Simmonds D.J., Bichot A., Colangelo M.A., Bozzeda F., Heurtefeux H., Ondiviela B., Ostrowski R., Recio M., Trude, R. - *Shifting sands? Coastal protection by sand banks, beaches and dunes*. Coastal Engineering. (2014) 87, 136-146.
- [10] Hughes J.F. and Healy K. - *Measuring the resilience of transport infrastructure* (2014) 546. ISBN/ISSN: 78-0-478-41915-3
- [11] IPCC Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation - *A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. (2012), 582. Cambridge Univ. Press.
- [12] Jarzabek-Rychard M., Karpina M. - *Quality analysis on 3d buidling models reconstructed from uav imagery*. The International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences (2016) 41, 1121.
- [13] Kroon A., Davidson M.A., Aarninkhof S.G.J., Archetti R., Armaroli C., Gonzalez M., Medri S., Osorio A., Aagaard T., Holman R.A., Spanhoff R. - *Application of remote sensing video systems to coastline management problems*. Coastal Engineering. (2007) 54(6-7), 493-505.
- [14] Linkov I, Creutzig F, Decker J, Fox-Lent C, Kröger W, et al. - *Risking Resilience: Changing the Paradigm*. Nature Climate Change. (2014) 4, 407-9.

- [15] Pajares G. - *Overview and current status of remote sensing applications based on unmanned aerial vehicles (UAVs)*. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*. (2015) 81(4), 281-329.
- [16] Park J., Seager T.P., Rao P.S.C., Convertino M., Linkov I. - *Integrating risk and resilience approaches to catastrophe management in engineering systems*. *Risk Analysis*. (2013) 33(3), 356-367.
- [17] <http://www502.regione.toscana.it/geoscopio/cartoteca.html>
- [18] <http://www.pcn.minambiente.it/mattm/>
- [19] <https://www.google.it/intl/it/earth/>