CIRIAF

Centro Interuniversitario di Ricerca sull'Inquinamento e sull'Ambiente - "Mauro Felli"

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PERUGIA

ATTI

XX CONGRESSO NAZIONALE C.I.R.I.A.F.

Sviluppo Sostenibile, Tutela dell'Ambiente e della Salute Umana

16-17 APRILE

PERUGIA 2020

Con il patrocinio di

MINISTERO DELL'AMBIENTE
E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE

Regione Umbria

CIRIAF - Centro Interuniversitario di Ricerca sull'Inquinamento e sull'Ambiente - "Mauro Felli"
Università degli Studi di Perugia

XX CONGRESSO NAZIONALE CIRIAF - Sviluppo Sostenibile, Tutela dell'Ambiente e della Salute Umana - Atti
Perugia, 16 e 17 aprile 2020, Università degli Studi di Perugia

Perugia: Morlacchi Editore University Press, 2020.
ISBN (online PDF) 978-88-9392-190-9

Impaginazione e progetto grafico di copertina:
Roberto Fiorella (CIRIAF - Università degli Studi di Perugia)

L'edizione digitale on-line del volume è pubblicata ad accesso aperto su www.morlacchilibri.com.
La presente opera è rilasciata nei termini della licenza Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0: http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/legalcode). La licenza permette di condividere l'opera, nella sua interezza o in parte, con qualsiasi mezzo e formato, e di modificarla per qualsiasi fine, anche commerciale, a condizione che ne sia menzionata la paternità in modo adeguato, sia indicato se sono state effettuate modifiche e sia fornito un link alla licenza.
© 2020 Morlacchi Editore University Press
Pubblicato da Morlacchi Editore University Press, Piazza Morlacchi 7/9, 06123 Perugia
www.morlacchilibri.com

Temi Congressuali

1) Energie rinnovabili e impianti sostenibili
2) Sostenibilità ambientale ed economico-sociale
3) Edilizia sostenibile e bioarchitettura
4) Modelli di economia circolare e filiere innovative integrate
5) Impatto del cambiamento climatico sugli ecosistemi naturali ed agrari
6) Pianificazione strategica del territorio

Sessioni Strutturate Progetti

PRIN 2017

- BIOmasses Circular Holistic Economy APproach to EneRgy equipments (BIO-CHEAPER)
- Methane recovery and carbon dioxide disposal in natural gas hydrate reservoirs
- Development and promotion of levulinic acid and carboxilate platforms by the formulation of novel and advanced PHA-based biomaterials and their exploitation for 3D printed green-electronics applications (VISION)

Progetto PNR 2015-2020

- BIOFEEDSTOCK "Sviluppo di Piattaforme Tecnologiche Integrate per la Valorizzazione di Biomasse Residuali"

Comitato Organizzatore

Franco Cotana - Presidente
Francesco Asdrubali - Vice Presidente

Pietro Buzzini
Federico Rossi
Elisa Moretti
Mirko Filipponi
Andrea Presciutti
Marco Barbanera
Giorgio Baldinelli
Paolina Cerlini
Elisa Belloni
Cinzia Buratti
Andrea Nicolini
Benedetta Turchetti
Beatrice Castellani
Gianluca Cavalaglio
Anna Laura Pisello
Valentina Coccia
Michele Goretti
Luca Fondacci

Segreteria Organizzativa

Ilaria Castellini
Roberto Fiorella
Serena Gallicchio
Leandro Lunghi
Giovanni Magara
Fabio Meattelli
Maria Angela Polverini

ISBN (online PDF) 978-88-9392-190-9 - © 2020 Morlacchi Editore University Press, CC BY 4.0 International.
Published by Morlacchi Editore University Press.

Indice

Introduzione ..... p. VII

L'approccio spazialista nell'analisi degli impatti socio-economici e ambientali in presenza di territori soggetti a vulnerabilità da alluvione. ..... p. 1
Luca Fondacci

A Novel Lab-Scale Fixed-Bed Pyrolysis Reactor for Biofuel Production from Agro-Waste: Experimental Set-up and Preliminary Life Cycle Assessment Study. ..... p. 30
Maurizio Volpe, Maurizio Cellura, Francesco Guarino, Sonia Longo, Vincenzo Bellante, Antonio Messineo

Analysis of mass and energy flows from industrial activity: a prototype plant in S. Apollinare (PG) for oil seeds extraction. ..... p. 39
Alessandro Petrozzi, Ramoon Temporim, Gianluca Cavalaglio, Valentina Coccia, Franco Cotana

Circular economy and integrated supply chains for exploitation of the waste biomass coffee silverskin to valuable antioxidant polyphenols. ..... p. 49
Serena Ciorba, Domenico Licursi, Anna Maria Raspolli Galletti, Claudia Antonetti

Produzione di pannelli isolanti eco – sostenibili mediante recupero degli scarti del legno: realizzazione e caratterizzazione preliminare delle proprietà termiche. ..... p. 67
Francesca Merli, Elisa Belloni, Costanza Vittoria Fiorini, Cinzia Buratti

La sicurezza in un impianto a biomassa: analisi e valutazione dei rischi in un impianto ad olio vegetale. ..... p. 83
Alessandro Petrozzi, Gianluca Cavalaglio, Valentina Coccia, Francesco Strangis, Luca Fondacci, Andrea Nicolini, Franco Cotana

Realizzazione di una test room per l'analisi empirica delle soluzioni ottimizzate. ..... p. 97
Fabio Bianconi, Marco Filippucci, Giulia Pelliccia, Giorgio Baldinelli, Francesco Bianchi

Zero Emission Burg. Riqualificazione energetica nel territorio di Campello sul Clitunno. ..... p. 110
Fabio Bianconi, Marco Filippucci, Michela Meschini

Frost damages in the shoots can be controlled using insulating organic material?. ..... p. 123
Alessia Di Giuseppe, Alberto Maria Gambelli, Federico Rossi, Andrea Nicolini, Nicola Ceccarelli, Alberto Palliotti

ISBN (online PDF) 978-88-9392-190-9 - © 2020 Morlacchi Editore University Press, CC BY 4.0 International.
Published by Morlacchi Editore University Press.

Parameters and design for the best music listening experience:
a case study concerns acoustic wellness in enclosed spaces for performance. ..... p. 138
Piergiovanni Domenighini

Analisi e rappresentazione del benessere psicofisico dell'uomo nello spazio urbano. ..... p. 154
Fabio Bianconi, Marco Filippucci, Marco Seccaroni

Fermentation strategies for microbial biodiesel production using orange peel extract and
glycerol as growth substrates. ..... p. 163
Eleonora Carota, Silvia Crognale, Alessandro D'Annibale, Danilo Monarca,
Maurizio Petruccioli, Stefano Ubertini

La programmazione di piani e strumenti territoriali per contenere il consumo energetico globale. .... p. 174
Gastone Ave

Urban regeneration and acoustic climate of the Campoleone-Aprilia railway axis and
the hub of Campoleone. ..... p. 191
Costanza Vittoria Fiorini

Valorization of Cynara Cardunculus L. to chemicals and biofuels. ..... p. 211
Serena Ciorba, Claudia Antonetti, Marco Martinelli, Ylenia Lubrano,
Valentina Coccia, Franco Cotana, Anna Maria Raspolli Galletti

Biomethane potential of lignocellulosic waste from industrial hemp production. ..... p. 226
Silvio Matassa, Stefano Papirio, Giovanni Esposito, Francesco Pirozzi

Hydrothermal liquefaction of wet waste biomass:
a practical assessment to achieve an integral valorization of municipal sludge. ..... p. 232
Claudia Prestigiacomo, Vito Armando Laudicina, Angelo Siragusa,
Onofrio Scialdone, Alessandro Galia

Combined Oxidation-Gasification system for waste treatment with supercritical water:
LCA and performance analysis. ..... p. 235
Pasquale Iannotta, Giuseppe Caputo, Francesca Scargiali, Sonia Longo,
Maurizio Cellura, Alberto Brucato

Environmental assessment of energy valorisation of
residual agro-food industry biomass in Sicily: a life cycle approach. ..... p. 246
Maria Anna Cusenza, Maurizio Cellura, Francesco Guarino, Sonia Longo, Michela Biundo

ISBN (online PDF) 978-88-9392-190-9 - © 2020 Morlacchi Editore University Press, CC BY 4.0 International.
Published by Morlacchi Editore University Press.

Produzione di acidi grassi volatili dalla fermentazione anaerobica di scarti dell'industria agrumaria. ..... p. 255
Santo Fabio Corsino, Marco Capodici, Daniele Di Trapani, Michele Torregrossa, Gaspare Viviani

Analisi sperimentale delle prestazioni termiche di un sistema di isolamento a cappotto con pannelli in aerogel. ..... p. 269
Francesco Asdrubali, Paola Marrone, Lucia Fontana, Federico Orsini, Claudia Guattari, Luca Evangelisti, Marta Roncone, Roberto De Lieto Vollaro

Preliminary environmental impact evaluation of industrial scale microbial biodiesel production from cardoon stalks via steam explosion pretreatment. ..... p. 282
Marco Castellini, Enrico Maria Mosconi, Tiziana Laureti, Gianluca Rubino, Marco Marconi, Sonia Castellucci, Benedetta Turchetti, Pietro Buzzini, Giorgia Tasselli, Marco Barbanera

Acid-assisted organosolv pre-treatment and enzymatic hydrolysis of Cynara cardunculus for the production of glucose. ..... p. 298
Alessandro Bertini, Mattia Gelosia, Gianluca Cavalaglio, Marco Barbanera, Tommaso Giannoni, Salvatore Grimaldi, Alvaro Marucci, Andrea Nicolini, Franco Cotana

Analisi preliminare del funzionamento di una microgrid termica alimentata da un cogeneratore a biomassa: il caso di studio Loccioni. ..... p. 310
Ettore Stamponi, Francesco Giorgini, Nicola Lattanzi, Nicola Di Lisa, Elisa Moretti

Valutazione delle disponibilità potenziali di residui e sottoprodotti biogenici sfruttabili ai fini energetici nelle regioni (Campania, Sicilia e Basilicata), oggetto del progetto PON-Biofeedstock. ..... p. 328
Salvatore Masi, Daniele Bianchi, Riccardo Palumbo, Giuseppe Caputo, Ignazio M. Mancini, Claudio Miranda, Gianluca Tumminelli, Pietro Mazziotta, Stefano Ubertini, Antonio De Cicco, Riccardo Chirone, Piero Salatino.

Dalla potenzialità alla disponibilità effettiva di materiali e sottoprodotti biogenici sfruttabili ai fini energetici nella regione Basilicata: sostenibilità ambientale ed analisi tecnico-economica ..... p. 348
Salvatore Masi, Donatella Caniani, Ignazio M. Mancini, Marianna Caivano, Mario Cozzi, Mauro Viccaro, Severino Romano

From surface meteorological data to bio-climatic indexes as a measure of climate change impact over the Umbria region. ..... p. 368
Lorenzo Silvestri, Paolina Bongioannini Cerlini, Miriam Saraceni

ISBN (online PDF) 978-88-9392-190-9 - © 2020 Morlacchi Editore University Press, CC BY 4.0 International.
Published by Morlacchi Editore University Press.

First activities of the project BIOCHEAPER
Biomasses Circular Holistic Economy Approach to Energy Equipments. ..... p. 376
Gianluca Cavalaglio, Franco Cotana, Andrea Nicolini, Valentina Coccia,
Alessandro Petrozzi, Alessandro Formica, Alessandro Bertini

Intensification of processes for the production of ethyl levulinate using $AlCl_3 \cdot 6H_2O$. ..... p. 385
Carlo Pastore, Luigi di Bitonto

Considerazioni preliminari sulle potenzialità di recupero energetico
da caldaie a combustibile liquido, gassoso, o biomasse. ..... p. 396
Marco Cartesegna, Daniele Dondi, Cristina López, Anna Magrini, Gianluca Candito

Aumentare la sostenibilità degli impianti di riscaldamento a biomassa negli edifici:
alcune note preliminari allo studio di potenziali soluzioni. ..... p. 414
Anna Magrini, Marco Cartesegna, Daniele Dondi, Cristina López, Riccardo Capoccia

Comparative assessment of residual biomass valorization paths. ..... p. 427
Roberto Chirone, Giulia Paone, Antonio Coppola, Riccardo Chirone, Fabrizio Scala, Piero Salatino

Sviluppo di sistemi delle competenze sull'economia circolare:
le attività svolte in Umbria per la messa a punto di un modello replicabile a livello regionale. p. 440
Grazia Barberio, Elisabetta Boncio, Claudia Brunori, Laura Cutaia, Carla Creo,
Marco La Monica, Erika Mancuso, Andrea Massoli, Susanna Paoni, Flavio Scrucca

Biofabrication strategies for transforming food-industry
waste into added-value tissue engineering products. ..... p. 454
C. De Maria, A. Lapomarda, A. De Acutis, I. Chiesa, G. M. Fortunato, F. Biagini,
A.F. Bonatti, F. Montemurro, G. Vozzi

Il Minimetrò di Perugia, esperienze di integrazione sul territorio. ..... p. 467
Andrea Vignaroli

Baseline study for methane recovery and carbon dioxide sequestration
in natural gas hydrate reservoirs. ..... p. 471
Umberta Tinivella, Michela Giustiniani, Giorgia Rosset

Chemical characterization of water present in the natural marine sediment
samples containing gas hydrates. ..... p. 488
Andrea Rossi, Stefano Ferraro, Laura Petetta, Marco Zannotti, Rita Giovannetti

ISBN (online PDF) 978-88-9392-190-9 - © 2020 Morlacchi Editore University Press, CC BY 4.0 International.
Published by Morlacchi Editore University Press.

Experimental analysis on the possibility of coupling chemical inhibitors injection and CO_2 replacement strategies in natural gas hydrates reservoirs.. ..... p. 496
Federico Rossi, Alberto Maria Gambelli, Beatrice Castellani, Mirko Filipponi, Andrea Nicolini

Temperature and salinity effects on the Raman OH-stretching vibration bands of water: starting point to know hydrate occupancy and unreacted water in the gas hydrates. .. p. 507
Andrea Rossi, Marco Minicucci, Marco Zannotti, Francesco Nobili, Andrea Di Cicco, Rita Giovannetti

Preliminary assessment of forestry residues potential in South Tyrol as viable source for clean energy production through small scale gasification. ..... p. 516
Daniele Antolini, Boris Brianti, Daniele Basso, Rohit Borooah, Carlo Caligiuri, Francesco Patuzzi, Marco Baratieri

Ricerca ed innovazione eco-friendly nelle reti infrastrutturali in plastica per lo sviluppo sostenibile del territorio: il caso della Riccini S.r.l.. ..... p. 527
Vincenzo Sorella, Stefano Silvestri, Fabio Riccini, Luca Fondacci

Analytical and numerical modelling of biomass gasification in a lab scale downdraft gasifier. p. 545
Fausto Arpino, Laura Canale, Gino Cortellessa, Simona Di Fraia, Maria Di Palma, Linda Moretti, Laura Vanoli

Technical assessment on the pathway for CO2-enhanced methane recovery from hydrates. .. p. 563
Salvatore F. Cannone, Andrea Lanzini, Massimo Santarelli

Torneranno i boschi orizzontali? Processi di innovazione e di ricerca per la rigenerazione del paesaggio urbano di San Mariano a Corciano (PG). ..... p. 590
Fabio Bianconi, Marco Filippucci

DTM to NURBS-A parametric approach to landscape modeling. ..... p. 603
Domenico D'Uva, Federico Eugeni

NGH exploitation with sequestration of carbon dioxide: economic and financing perspectives. ..... p. 609
Roberto Fazioli

Geological material for synthetic methane hydrate experiments: comments and suggestion. p. 617
Giorgio Minelli, Massimiliano Barchi, Alba Zappone

ISBN (online PDF) 978-88-9392-190-9 - © 2020 Morlacchi Editore University Press, CC BY 4.0 International.
Published by Morlacchi Editore University Press.

Renewable Fuels and Bioenergy IP8 Experience within the SET Plan Framework and Potential Impacts on Energy and Climate Policy. ..... p. 627
Mattia Manni, Valentina Coccia, Diletta Paoletti, Fabio Raspadori, Franco Cotana

ISBN (online PDF) 978-88-9392-190-9 - © 2020 Morlacchi Editore University Press, CC BY 4.0 International.
Published by Morlacchi Editore University Press.

Perugia, 16 e 17 aprile 2020, Università degli Studi di Perugia

XX Congresso Nazionale CIRIAF

Sviluppo Sostenibile Tutela dell'Ambiente e della Salute Umana

L'approccio spazialista nell'analisi degli impatti socio-economici e ambientali in presenza di territori soggetti a vulnerabilità da alluvione

Luca Fondacci [1,*]

[1] Comitato scientifico Ciriaf Università di Perugia – Dipartimento Architettura Università di Ferrara, Italia - via G.Duranti 67, 06125 Perugia – Via della Ghiara 36, 44121 Ferrara

* Autore di riferimento. E-Mail: luca.fondacci@unipg.it

Abstract: Tra il 1980 e il 2018 l'Europa è stata colpita da una serie di eventi idrologici che hanno provocato circa 900 inondazioni, 4.800 vittime e perdite economiche complessive per oltre 190 miliardi di euro. La Direttiva europea 2007/60 *per la valutazione e la gestione dei rischi alluvionali* ha istituzionalizzato la svolta spaziale che ha consentito di passare da robuste politiche di difesa "contro" le inondazioni attraverso il controllo ingegneristico dei fiumi, a politiche integrate "per" la gestione dei rischi da alluvione. Questo lavoro è parte **del progetto *Gestione Eco-sostenibile dei Territori a Rischio Inondazione e Valorizzazione Economica delle Risorse* (Gest-River), e** si inserisce in un quadro nazionale in cui le Autorità di bacino distrettuali stanno aggiornando i propri potenti strumenti per la gestione integrata del rischio da alluvione. La ricerca restituisce i risultati delle analisi degli impatti socio-economici e ambientali condotte sull'area studio individuata nel bacino idrografico del fosso di Montecalvello, nel comune di Graffignano, provincia di Viterbo. L'analisi SWAT mostra un tessuto socio-economico basato sul settore agricolo che stenta a ritrovare un proprio sentiero dopo la crisi economica del 2007 e un quadro territoriale e ambientale dotato di un adeguato impianto pianificatorio e programmatico. L'approccio spazialista ha mostrato che le opportunità offerte dal progetto Gest-River possono costituire la chiave di volta per il rilancio del sistema socio-economico ambientale di Graffignano. Emerge tuttavia l'urgenza di implementare l'approccio spazialista con la valutazione del capitale naturale disponibile attraverso l'analisi dei servizi ecosistemici, al fine di evitare l'affermarsi di forme patogene di vulnerabilità.

Keywords: approccio spazialista, vulnerabilità da alluvione, analisi socio-economiche e ambientale**,** servizi ecosistemici

ISBN (online PDF) 978-88-9392-190-9 - © 2020 Morlacchi Editore University Press, CC BY 4.0 International.
Published by Morlacchi Editore University Press.

Introduzione

Da sempre, gli esseri umani hanno a che fare con rischi, pericoli e disastri. Ciò che nel corso dei secoli è seriamente cambiato è la percezione delle fonti di rischio, pericolo e disastro, [1,2].

Negli ultimi decenni del '900, attraverso il concetto di vulnerabilità si troverà l'anello di congiunzione tra agire umano e disastri naturali che porterà ad azioni economico-sociali e a processi di sviluppo volte a ridurre l'impatto delle catastrofi, [3].

Un fondamentale contributo per il salto qualitativo degli studi esperti e specialistici dedicati alla riduzione della vulnerabilità da disastri proviene dall'economia, la scienza che affronta lo studio del comportamento umano come relazione tra fini e risorse scarse. In particolare, gli studi sulla povertà, le carestie e il diritto di attribuzione (*Entitlements*) dimostrano che le cause determinanti la povertà, la malnutrizione e le carestie, non sono da attribuirsi ad inevitabili e incontrollabili contingenze naturali, come la scarsa quantità di risorse disponibile (cibo pro-capite disponibile), ma all'ineguale distribuzione dei mezzi (reddito pro-capite) per ottenere quelle risorse, a cui si aggiungono altri fattori di carattere sociale: discriminazioni, scadente livello delle infrastrutture e ridotto accesso all'istruzione, [4].

Da quel momento l'agire dell'uomo, passa dall'essere considerato come separato dai rischi naturali che incombono su una comunità e come estraneo alla capacità di quella comunità di reagire e difendersi da quel pericolo, all'essere l'elemento cruciale per la gestione dei rischi naturali e per la definizione delle relative strategie di difesa, [5-8**].**

I processi sociali, economici e culturali presenti all'interno di ogni comunità diventano, così, l'interfaccia tra la scienza e la politica sia negli ampi e diversificati scenari generati dai cambiamenti climatici, [9,10], sia nei passaggi chiave che spingeranno le politiche internazionali a passare da tecniche per la gestione del disastro a metodologie per la gestione del rischio da disastro e di conseguenza allo sviluppo del concetto di vulnerabilità, tabella 1.

ISBN (online PDF) 978-88-9392-190-9 - © 2020 Morlacchi Editore University Press, CC BY 4.0 International.
Published by Morlacchi Editore University Press.

Tabella 1. Sintesi delle politiche internazionali di riduzione dei rischi e della vulnerabilità da disastro naturale. Fonte: elaborazione dell'autore su [11].

Decenni	Riduzione dei rischi da disastro naturale e vulnerabilità	Ambiente e sviluppo sostenibile	Convenzioni sul cambiamento climatico	Insediamenti Umani	Metodologia
1960	1965 - E' prevista assistenza da parte degli Stati membri delle Nazioni Uniti in caso di disastro naturale (1965)				GESTIONE DEL DISASTRO
1970	1971 - Nascita dell' United Nations Disaster Relief Office (UNDRO)			1976 - Habitat I, Vancouver, diritto ad una casa dignitosa per tutti e nel 1978 nascita dell'United Nation Human Settlement Programme	
1990	Assemblea Generale ONU lancia la Decade Internazionale per la riduzione dei disastri naturali (1990-2000)	1992- Summit della terra di Rio – Giugno 1992 (UNCED)	1994 - Nascita della United Nation Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) nell'ambito del Summit di Rio	1996 - Habitat II, Instanbul, realizzare insediamenti sostenibili	
			Protocollo di Kyoto entrato in vigore nel 2005		
2000	2000- Strategia internazionale per la riduzione da disastri (UNISDR, ora UNDRR)	Dichiarazione del Millennio- 8 Millennium Development Goals - MDGs (2000-2015)			
	2005 - Documento quadro di Hyogo per la costruzione della resilienza di Nazioni e comunità (2005-2015)				
2010		2012 - Conferenza Rio+20 (UNCSD)			
	2015 - Documento quadro di Sendai per la riduzione dei rischi da disastro (2015-2030)	2015 - The 2030 Agenda for Sustainable Development, (SDGs)	2015 - Accordo di Parigi entrato in vigore nel 2016	2016 - Habitat III, Quito, per una nuova agenda urbana.	GESTIONE DEL RISCHIO
SVILUPPO SOSTENIBILE CONSAPEVOLE INFORMATO DI RISCHI E VULNERABILITA'					

In risposta alla sequenza disastrosa di eventi idrologici che tra il 1980 e il 2018 hanno provocato circa 900 inondazioni, 4.800 vittime e perdite economiche complessive per oltre 190 miliardi di euro [12], fin dagli anni Novanta l'Europa si è impegnata nel passaggio da robuste politiche di difesa "contro" le inondazioni per mezzo del controllo ingegneristico dei fiumi, a politiche spaziali di tipo integrato - strutturali e non strutturali - "per" la gestione dei rischi di alluvione, [13]. Le tradizionali politiche per frenare il pericolo di inondazioni erano sostanzialmente basate sul "contrasto" all'acqua attraverso la costruzione di opere d'ingegneria civile ed idraulica permanenti (dighe, argini, canali, ecc.) che marcavano fortemente il confine tra acqua e terra, [14,15]. Le nuove politiche integrate prevedono invece sinergie fra la gestione delle risorse idriche e la pianificazione dello spazio, [16]. La Direttiva europea 2007/60 per la valutazione e la gestione dei rischi alluvionali (Direttiva alluvioni) è la pietra angolare di questa svolta spaziale poiché istituzionalizza l'utilizzo dell'approccio di scenario nella gestione dei rischi da inondazione.

ISBN (online PDF) 978-88-9392-190-9 - © 2020 Morlacchi Editore University Press, CC BY 4.0 International.
Published by Morlacchi Editore University Press.

Il presente articolo restituisce i risultati della ricerca "Vulnerabilità del territorio in presenza di bacini fluviali. Analisi degli impatti socio-economici e ambientali e individuazione di aree di studio rappresentative", realizzata da chi scrive, tra il Febbraio 2019 e il Gennaio 2020, presso il Centro Interuniversitario di Ricerca sull'Inquinamento e sull'Ambiente Mauro Felli (Ciriaf) dell'Università degli Studi di Perugia, in qualità di assegnista di ricerca nell'ambito del progetto *Gestione Eco-sostenibile dei Territori a Rischio Inondazione e Valorizzazione Economica delle Risorse* (Gest-River), finanziato dal Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio e del mare, di cui il Ciriaf è partner assieme a l'Università degli Studi della Tuscia e l'Università per Stranieri di Perugia. Obiettivo di fondo della ricerca è stato lo studio degli aspetti socio-economici e ambientali legati alla vulnerabilità da alluvione di un tratto rappresentativo del Fosso di Montecalvello nel Comune di Graffignano, provincia di Viterbo, selezionato come area studio rappresentativa dal gruppo di lavoro dell'Università della Tuscia. La ricerca è per lo più qualitativa, ma in relazione al tipo di argomento affrontato è stato usato un mix di differenti metodologie: A) esame della più importante letteratura scientifica di genere e settore; B) esame della documentazione ufficiale come documenti tecnici, documenti governativi, testi legali, strumenti pianificatori e programmatici; C) esame empirico del caso studio, attraverso l'elaborazione di dati originali e di prima mano ottenuti da Amministrazioni e istituzioni locali contattate da chi scrive per lo svolgimento della ricerca[1].

L'articolo è strutturato in 3 sezioni e considera l'approccio spazialista nell'analisi degli impatti socio-economici e ambientali in presenza di territori soggetti a vulnerabilità da alluvione come un metodo utile a migliorare la qualità generale dei sistemi territoriali considerati. In particolare, nella prima sezione si presenta l'approccio spazialista nella Direttiva alluvioni ed il concetto di vulnerabilità. La seconda sezione riporta l'analisi socio-economica ed ambientale che ha interessato l'intero territorio del comunale di Graffignano in cui ricade l'area pilota. Nell'ultima parte si presenta la proposta per la valorizzazione integrata di territori soggetti a vulnerabilità da alluvione, che prevede l'introduzione dei servizi ecosistemici nel progetto Gest-River. Per questo, dapprima si è prodotta l'analisi Swat del caso pilota e successivamente sono stati individuati i servizi ecosistemici per il caso studio. I risultati di questo percorso mostrano l'urgenza di implementare l'approccio spazialista con la valutazione del capitale naturale. Infatti, la ricerca dimostra che se da un lato la vulnerabilità alluvionale è sotto controllo, dall'altro sono già presenti nuove e gravi forme di vulnerabilità definite come patogene.

1. Inquadramento del problema

1.1. L'approccio spazialista e la Direttiva alluvioni

L'approccio spazialista dei territori si basa sulla comprensione che le componenti del rischio e della vulnerabilità sono dinamiche e non strutturali [17-19]. Per questo, viene rivolta particolare attenzione per: a) gli spazi liberi a disposizione dei fiumi: connessione con le aree golenali funzionali ad esempio al valore ecologico dei paesaggi fluviali); b) il coordinamento delle misure tra le aree vulnerabili a monte e quelle a valle: interdipendenze a scala di bacino, ad esempio superando la visione dei confini giuridico-amministravi in favore di una visione bio-fisica degli ecosistemi; c) il

ISBN (online PDF) 978-88-9392-190-9 - © 2020 Morlacchi Editore University Press, CC BY 4.0 International.
Published by Morlacchi Editore University Press.

raccordo tra la gestione delle acque e la pianificazione spaziale, [20,21]. Ne deriva la necessità di azioni intersettoriali, in cui la pianificazione spaziale non è solo uno strumento per regolare l'uso del suolo, ma la chiave per definire in senso strategico le prospettive di sviluppo nelle aree vulnerabili al rischio-idraulico, [22-24].

La Direttiva 2007/60/CE ha istituzionalizzato questo approccio, lasciando ai singoli Stati membri la definizione delle indicazioni per la realizzazione dei piani di gestione del rischio alluvioni, così da favorire l'integrazione fra la gestione delle risorse idriche e la pianificazione dello spazio, tabella 2.

Tabella 2. Sintesi delle principali prescrizioni della Direttiva alluvioni.
Fonte: elaborazione dell'autore su [25].

1)	Approccio olistico per affrontare tutti gli aspetti della gestione del rischio di alluvione, compresi prevenzione, protezione e preparazione
2)	Approccio a livello di bacino idrografico per coordinare meglio i piani di gestione del rischio di alluvione e la pianificazione del territorio
3)	Presa in considerazione di scenari di eventi estremi
4)	Maggiore coinvolgimento dei settori politici e dei gruppi di stakeholder
5)	Revisioni cicliche delle valutazioni del rischio e piani di gestione del rischio per meglio spiegare le variazioni del rischio di alluvione

L'esame dei principi chiave della Direttiva alluvioni, inoltre, evidenzia una *governance* che si muove su un doppio livello: 1) inter-istituzionale, basato sulla cooperazione fra Stati, Regioni, Comuni, autorità di bacino, ecc.; 2) inter-settoriale, basato sulla cooperazione fra più settori scientifici, in particolare, fra le discipline della pianificazione dello spazio e della gestione delle risorse idriche, tabella 3.

Tabella 3. Sintesi dei principi chiave richiamati dalla Direttiva alluvioni.
Fonte: elaborazione dell'autore su [25].

1)	**Principio di sussidiarietà**: si deve tener conto delle condizioni locali, in quanto diverse da Paese a Paese e da regione a regione all'interno dello stesso Paese.
2)	**Principio di solidarietà**: i Paesi che condividono bacini internazionali - il distretto idrografico del Danubio è il più grande dell'Unione europea e si estende in dieci Stati – devono collaborare, attraverso scambio informazioni, coordinamento misure di prevenzione, unico piano internazionale di gestione del rischio alluvioni, per evitare ad esempio che misure utili a Paesi a monte danneggino sezioni di altri Paesi che si trovano più a valle.
3)	**Principio di coordinamento**: realizzare sinergie e vantaggi comuni: in particolare attuazione delle misure multifunzionali di ritenzione naturale delle acque che servono a proteggere le risorse idriche, a migliorare la capacità di conservazione degli acquiferi, del suolo e degli ecosistemi acquatici, migliorandone lo stato e riducendone la vulnerabilità ad alluvioni e siccità.

La prima generazione dei piani di gestione del rischio di alluvioni (PGRA), realizzati su queste basi ha visto la luce alla fine del 2015, (fasi 1-3). Nel corso del biennio 2018-2019 (fasi 4-5) sono state aggiornate le valutazioni preliminari del rischio e le mappe della pericolosità, mentre il loro aggiornamento avverrà nel 2021, e successivamente ogni 6 anni, tabella 4.

ISBN (online PDF) 978-88-9392-190-9 - © 2020 Morlacchi Editore University Press, CC BY 4.0 International.
Published by Morlacchi Editore University Press.

Tabella 4. Ciclo di attuazione della Direttiva CE 2007/60.
Fonte: elaborazione dell'autore su [25,26].

FASE 1 Linee guida Valutazione Preliminare rischio alluvioni (2011)	→	**FASE 2** Mappatura pericolosità e rischio rischio alluvioni (2013)	→	**FASE 3** Piani di gestione rischio rischio alluvioni- PGRA (2015)
				↓
FASE 6 Aggiornamento piani di gestione rischio alluvioni (2021)	←	**FASE 5** Aggiornamento mappatura pericolosità e rischio alluvioni (2019)	←	**FASE 4** Aggiornamento valutazione preliminare rischio alluvioni (2018)

Nel 2018 la Corte dei Conti europea ha esaminato l'applicazione della Direttiva alluvione nella prima generazione dei PGRA, riferendo che se, da un lato, la Direttiva alluvioni ha avuto nel complesso effetti positivi, dall'altro, le principali sfide per il futuro riguarderanno la necessità di integrare maggiormente nei PGRA i seguenti aspetti: 1) i cambiamenti climatici; 2) l'assicurazione contro le alluvioni; 3) la pianificazione territoriale nella gestione del rischio di alluvioni, [27]. Proprio la integrazione fra la gestione delle acque e la pianificazione spaziale costituisce il cuore dell'approccio spazialista, le cui principali caratteristiche sono riportate nella seguente tabella.

Tabella 5. Sintesi delle caratteristiche principali della svolta spaziale.
Fonte: elaborazione dell'autore su [28,29].

	Caratteristiche	Punti di forza	Punti di debolezza
1)	**Aumentare lo spazio per i fiumi** - Arretrare le linee di difesa dalle alluvioni - Incrementare la gestione naturale del rischio-idraulico	Aumento della capacità di trattenere le acque in modo naturale e riduzione di impatti catastrofici	Conflittualità sui diritti di proprietà e sull'uso del suolo
2)	**Approccio integrato.** Cooperazione con i portatori di interesse: - attraverso le dighe non più intese come confine fisico - lungo il fiume inteso come bacino idrico - fra settori dello sviluppo urbano e della gestione delle acque	Coordinamento della gestione dei rischi da alluvione attraverso una prospettiva di bacino	Difficoltà nel fare squadra tra istituzioni e portatori di interesse a monte e a valle del bacino idrico
3)	**Superare le misure strutturali** Da misure "contro" a misure "per" la riduzione/gestione del rischio da alluvione: - gestione spaziale (regolazione uso suolo lungo gli argini fluviali, dislocazione attività, intensità sviluppo, ecc.) - misure preventive (disegno strutture fisiche, prevenzione individuale del rischio-idraulico, leggi, regolamenti, accordi volontari, ecc.)	Le misure non strutturali si diffondono su tutte le aree delle regioni soggette ad inondazione, diversamente dalle misure strutturali che invece si focalizzano lungo gli alvei o le coste	Sforzi moderati nel perseguire le misure non strutturali, perché viste come difficili da applicare nella pratica

ISBN (online PDF) 978-88-9392-190-9 - © 2020 Morlacchi Editore University Press, CC BY 4.0 International.
Published by Morlacchi Editore University Press.

La Direttiva europea sulle alluvioni può essere dunque considerata come un precursore di scala globale della svolta spaziale nella gestione del rischio di alluvione. Da questa importante evoluzione, è emerso che la vulnerabilità è concetto fluido e dinamico che non dipende solo da condizioni fisiche e materiali, ma anche da fattori qualitativi come l'organizzazione della società ed il grado di consapevolezza della comunità rispetto a problematiche ambientali.

1.2 Il concetto di vulnerabilità

Con vulnerabilità si intende la propensione di un soggetto, di un oggetto, o di un sistema, naturale o sociale, a subire un danno associato ad un fenomeno di origine fisica o umana cui è esposto, [30-33]. La vulnerabilità è pertanto una misura o una stima di una perdita attesa di un elemento o di un gruppo di elementi a rischio al verificarsi di un evento calamitoso, [34]. Maggiore è la vulnerabilità, maggiore è il livello di danno alle strutture. La vulnerabilità ricomprende la capacità di rispondere ad un determinato cambiamento, ovvero la capacità di adattarsi ad una serie di effetti e circostanze ambientali, inclusa la variabilità climatica e gli eventi estremi. Il che significa che sono parte integrante della vulnerabilità i concetti di tempo - quando e quanto di frequente si verifica quella sollecitazione, magnitudo - intensità e dimensione del danno, e spazio - area dove si verifica quel danno, [35-37]. Ne consegue che la vulnerabilità è uno stato di suscettibilità al rischio che può essere compreso e misurato, considerando come fattori di vulnerabilità le condizioni fisiche, materiali e climatiche dell'elemento esposto e gli aspetti socio-culturali della società in cui si trova quell'elemento, [38-43].

La vulnerabilità è parte del concetto di rischio. Tra le più consolidate definizioni di rischio, vi è quella fornita dalle commissioni tecnico-scientifiche dell'Unesco, le quali definiscono il rischio (R) con la espressione R= Pericolosità x Esposizione x Vulnerabilità, che indica le perdite attese da un determinato pericolo ad un dato elemento per un periodo di tempo determinato, [44,45]. Dovrebbe risultare intuitivo che R aumenta se un territorio è naturalmente predisposto alle alluvioni. D'altro canto, R dipende in pari misura dall'uso che l'uomo ha fatto di tale territorio. Ad esempio, se sono stati costruiti insediamenti abitativi e attività economiche in zone non adeguate, allora aumentano esposizione, pericolosità e vulnerabilità territoriale; se invece il comportamento umano è stato virtuoso - si è costruito poco e bene, ovvero sono state installate protezioni alle inondazioni - si riducono pericolo, esposizione, vulnerabilità, e di conseguenza i danni da alluvione[2]. Questa concezione è ripresa nei piani di assetto idrogeologico (PAI) delle Autorità di bacino (AdB), elaborati con con l'obiettivo di fornire una valutazione comparativa del rischio all'interno dei bacini fluviali, [46]. La Direttiva 2007/60 fa propria la dinamicità del lavoro svolto a livello locale con PAI e infatti al suo art. 2 definisce il rischio come: "la combinazione della probabilità di un evento alluvionale e delle potenziali conseguenze negative per la salute umana, l'ambiente, il patrimonio culturale e l'attività economica derivanti da tale intervento". Anche il documento conclusivo del tavolo tecnico Stato-Regioni *per l'attuazione della direttiva 2007/60/CE* segue la linea dei PAI, affermando che la vulnerabilità ovvero la propensione dell'elemento a contrapporsi all'evento dipende da: 1) le condizioni fisiche e materiali: relative al tipo e alla qualità dei materiali delle strutture e alle caratteristiche idro-morfologiche; 2) le condizioni di organizzazione: legato al modo in cui le comunità

ISBN (online PDF) 978-88-9392-190-9 - © 2020 Morlacchi Editore University Press, CC BY 4.0 International.
Published by Morlacchi Editore University Press.

sono gestite, strutturate ed interconnesse; 3) le condizioni attitudinali: relative al grado di responsabilità e consapevolezza culturale sulla sostenibilità ambientale, tabella 6.

Tabella 6. Fattori e fonti di vulnerabilità per tipologia di elementi vulnerabili.
Fonte: elaborazione dell'autore su [47].

Fattori di vulnerabilità	Fonti di vulnerabilità	Elementi vulnerabili
Condizioni fisiche	Infrastrutture deboli/design errato Materiali inadeguati Mancanza di manutenzione Consumo del suolo in aree a rischio Malnutrizione, malattia, handicap, età	Infrastrutture, case, aziende agricole, esseri umani
Organizzazione	Mancanza di strutture organizzative Mancanza di capacità gestionali Scarsa disponibilità alla rappresentanza Scarsa preparazione della protezione civile Limitato accesso al mondo esterno	Società, ed ecosistemi
Consapevolezza	Assenza di responsabilità sulle questioni dello sviluppo Mancanza di documenti quadro istituzionali Inadeguate competenze e background educativi Mancanza di autonomia decisionale Dipendenza dal supporto esterno	Società, ed ecosistemi

La parametrizzazione della vulnerabilità di elementi a rischio risulta onerosa e complessa, dato che non è sempre possibile conoscere le caratteristiche strutturali di ogni singolo edificio e quindi definire numericamente il relativo grado di resistenza alle sollecitazioni provocate dall'evento naturale. Per questo motivo, in Italia sia nei PAI che nei PGRA la vulnerabilità è stata considerata di valore pari a 1 in tutte le aree comprese nelle perimetrazioni condotte per la definizione della pericolosità idraulica ed è stata classificata in 5 classi dal valore crescente: da V1 in cui gli elementi a rischio possono subire danni funzionali di livello minore, fino a V 5 in cui gli elementi a rischio sono sicuramente distrutti o gravemente danneggiati e c'è la possibilità che la vita umana possa essere persa.

2. Studio socio-economico ed ambientale dell'area pilota

2.1 Quadro socio-economico dell'area studio

L'analisi socio-economica è stata svolta prendendo considerando in considerazione anzitutto il comune di Graffignano in cui ricade l'area pilota. Come territori comparativi sono stati i comuni di Civitella d'Agliano e Viterbo, in quanto interessati dal fosso di Montecalvello.

Il quadro demografico mostra che tra il 2001 e il 2018 la popolazione è in crescita nel solo capoluogo di Provincia, ma nel comune di Graffignano è sostanzialmente stabile, tab 7.

ISBN (online PDF) 978-88-9392-190-9 - © 2020 Morlacchi Editore University Press, CC BY 4.0 International.
Published by Morlacchi Editore University Press.

Tabella 7. Popolazione residente ai censimenti 1971-2001 e al 01-01-2019.
Fonte: Elaborazione dell'autore su dati Istat.

Comuni	ANNI				
	1971	**1981**	**1991**	**2001**	**01/01/19**
Civitella d'Agliano	1894	1769	1765	1734	1572
Graffignano	2446	2366	2330	2288	2204
Viterbo	54461	57632	61622	59308	67681

Questa tendenza è vera anche per quanto riguarda la densità degli abitanti, tabella 8

Tabella 8. Densità abitanti per Km^2 ai censimenti 1971-2011 e al 01-01-2019.
Fonte: Elaborazione dell'autore su dati Istat.

Comuni	Superficie territoriale Km^2	ANNI				
		1971	**1981**	**1991**	**2001**	**01/01/19**
Civitella d'Agliano	32,9	58	54	54	53	48
Graffignano	29,12	84	81	80	79	76
Viterbo	406,31	134	142	152	146	167

Se si guarda alla struttura demografica della popolazione di Graffignano si può vedere che le persone al di sopra dei 65 anni costituiscono quasi il 30% della popolazione complessiva, rispetto al 23% del Paese, tabella 9. Si tratta di un dato che incide sull'età media dei graffignanesi, 48 anni, e che si riverbera sugli altri indicatori demografici.

Tabella 9. Struttura demografica per età (2019).
Fonte: Elaborazione dell'autore su dati Istat.

Comuni	0-14 anni	15-64 anni	65+ anni	Totale residenti	Età media
Civitella d'Agliano	159 (10%)	927 (59%)	486 (31%)	1572	50
Graffignano	235 (11 %)	1356 (61%)	613 (28%)	2204	48
Viterbo	8497 (13%)	43623 (64%)	15561 (23%)	67681	45
Italia	7962215 (13 %)	38613751 (64%)	13783580 (23%)	60359546	45

L'indice di vecchiaia che rappresenta il grado di invecchiamento di una popolazione[3] indica che nel 2018 a Graffigano c'erano 260 anziani ogni 100 giovanissimi, rispetto ai 169 anziani presenti nel nostro Paese. L'indice di dipendenza strutturale[4], 62, non è invece così distante rispetto al dato nazionale, 56. Tuttavia se si guarda all'indice del ricambio della popolazione attiva[5] secondo cui la popolazione attiva è tanto più giovane quanto più l'indicatore è minore di 100, emerge che a Graffignano una importante fetta della popolazione in età lavorativa sta per entrare nella classe dei non più attivi.

ISBN (online PDF) 978-88-9392-190-9 - © 2020 Morlacchi Editore University Press, CC BY 4.0 International.
Published by Morlacchi Editore University Press.

Tabella 10. Principali indici demografici, anno 2018.
Fonte: Elaborazione dell'autore su dati Istat.

Comuni	Vecchiaia	Dipendenza	Ricambio popolazione	Natalità (x 1000 abitanti)	Mortalità (x 1000 abitanti)
Civitella d'Agliano	297	69	237	3,2	13,4
Graffignano	260	62	184,5	5,4	13,5
Viterbo	180	55	138,4	6,8	11,6
Italia	169	56	129	7,3	10,5

L'attuale fase recessiva dell'economia nazionale ha colpito duramente il territorio di Graffignano, anche a causa di un certo isolamento territoriale. Nella maggior parte dei casi inoltre è un solo componente ad essere occupato, il che fa emergere il bisogno di capillari servizi di prossimità caratterizzati, nelle pratiche di assistenza, accoglienza e sostegno, dalla centralità della dimensione relazionale, dall'accettazione dell'incertezza, dalla flessibilità dell'accompagnamento. Va detto che il settore del commercio è quello che ha maggiormente risentito della contrazione della capacità di spesa delle famiglie, tanto che alcuni piccoli negozi sono stati costretti a chiudere con gravi ripercussioni sull'aspetto occupazionale dei residenti, [48]. Tuttavia l'intera economia locale è fondata sul settore agricolo, tabella 11.

Tabella 11. Utilizzazione dei terreni, VI° Censimento agricoltura. Fonte:
Elaborazione dell'autore su [49].

			Superficie Agricola Totale					
			Superficie Agricola Utilizzata					
Comuni	Superficie agricola totale	Superficie agricola utilizzata	Seminativi	Vite	Coltivazioni legnose agrarie	Orti familiari, prati e pascoli	Arboricoltura da legno e boschi di aziende agricole	Superficie agricola non utilizzata
Civitella d'Agliano	2113	1572	904	249	200	219	300	241
Graffignano	1494	1112	861	33	172	46	281	101
Viterbo	28231	23112	16920	294	3436	2462	3483	1635
Italia	17081099	12856048	7009311	664296	1716472	3465969	3002666	1222385

Circa il 57% delle aziende rientra tra quelle che hanno una superficie totale che non supera i 2 ettari, il 25% sono aziende tra i 2 ed i 5 ettari, e l'1% delle aziende ha più di 50 ettari, tabella 12.

ISBN (online PDF) 978-88-9392-190-9 - © 2020 Morlacchi Editore University Press, CC BY 4.0 International.
Published by Morlacchi Editore University Press.

Tabella 12. Numero di aziende per classi di superficie totali in ettari - VI° Censimento agricoltura. Fonte: Elaborazione dell'autore su [49].

	Classi di superficie totali in ettari										
Comuni	Da 0 a 0,99	Da 1 a 1,99	Da 2 a 2,99	Da 3 a 4,99	Da 5 a 9,99	Da 10 a 19,99	Da 20 a 29,99	Da 30 a 49,99	Da 50 a 99,99	100 e più	Totale
Civitella d'Agliano	55	53	22	21	21	18	6	11	7	2	216
Graffignano	78	48	23	32	13	12	2	1	1	2	222
Viterbo	630	633	281	279	269	176	97	86	30	55	2566
Italia	407323	325015	179289	201628	206089	139232	55503	49106	35974	21725	1620884

In Italia dagli anni '50 ad oggi la percentuale degli occupati in agricoltura è drasticamente calata - da oltre il 43% a meno del 4%. Questo dato si riflette sia sulla superficie agricola utilizzata che è scesa da 18,6 milioni di ettari del 1961 a 12,4 milioni del 2013, sia sul numero delle aziende agricole attive che in circa 50 anni sono calate del 66%. [50]. Accanto alla riduzione del territorio destinato a uso agricolo tuttavia è corrisposto un aumento della superficie coperta da foreste, che dal 1948 a oggi si è incrementato di oltre il doppio. Queste considerazioni mostrano che la chiave di volta per l'economia graffignanese è da ricercare nella svolta multifunzionale delle aziende agricole locale. In tale senso, un importante contributo può venire dall'implementazione del progetto Gest-River che in particolare punta al recupero e alla valorizzazione energetica delle biomasse derivanti dalla manutenzione degli alvei fluviali mediante tecnologie innovative, e alla caratterizzazione e alla valorizzazione di sedimenti e fanghi di drenaggio per la produzione di laterizi. La messa in pratica del progetto consentirebbe di rispondere alla bassa redditività e la perdita di autonomia nei confronti del mercato e di diversificare le funzioni produttive, mantenendo la centralità della produzione dei beni primari (cibo, legno, fibre) e riconoscendo l'importanza di altre funzioni, come la produzione di energia rinnovabile, biogas da deiezioni animali e biomasse da attività agricole e forestali, già riconosciute a livello nazionale, figura 1.

Figura 1. Attività secondarie e attività di supporto dell'agricoltura. Anno 2018. Fonte: [50].

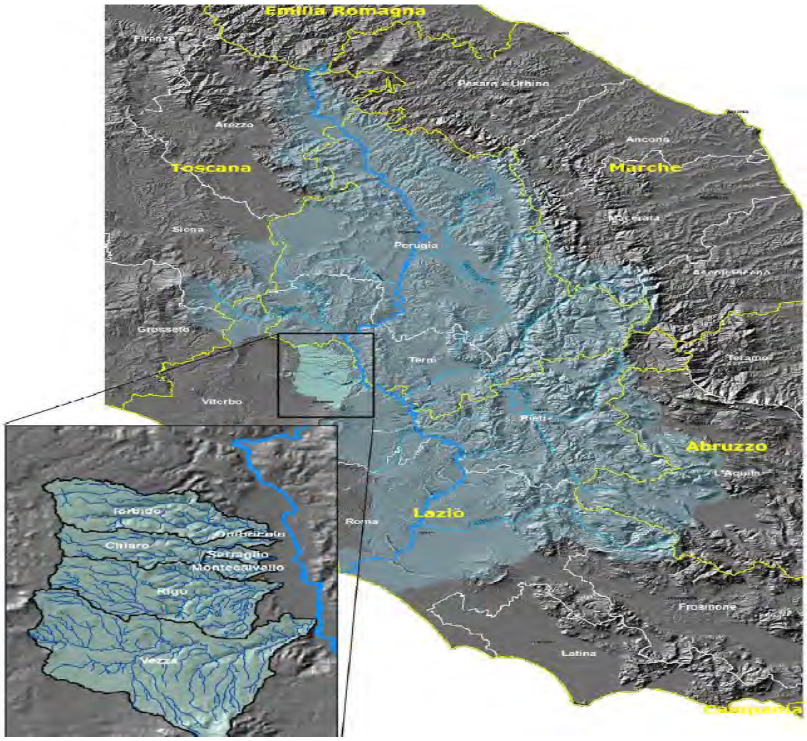
2.2. Quadro territoriale-ambientale

Il bacino idrografico di Graffignano si sviluppa prevalentemente da Ovest verso Est con numerosi piccoli fossi a carattere torrentizio che hanno come ultimo corpo recettore il fiume Tevere, il corpo

ISBN (online PDF) 978-88-9392-190-9 - © 2020 Morlacchi Editore University Press, CC BY 4.0 International.
Published by Morlacchi Editore University Press.

idrico principale della zona. Il reticolo idrografico si è impostato su coltri tufaceo-piroclastiche derivanti dall'attività del complesso Vulsino. Il Fosso di Montecalvello, incluso nella provincia di Viterbo, confluisce direttamente nell'asta principale del fiume Tevere, in destra idraulica, nel tratto a valle della confluenza Paglia-Tevere ed a monte della confluenza Treia-Tevere, figura 2.

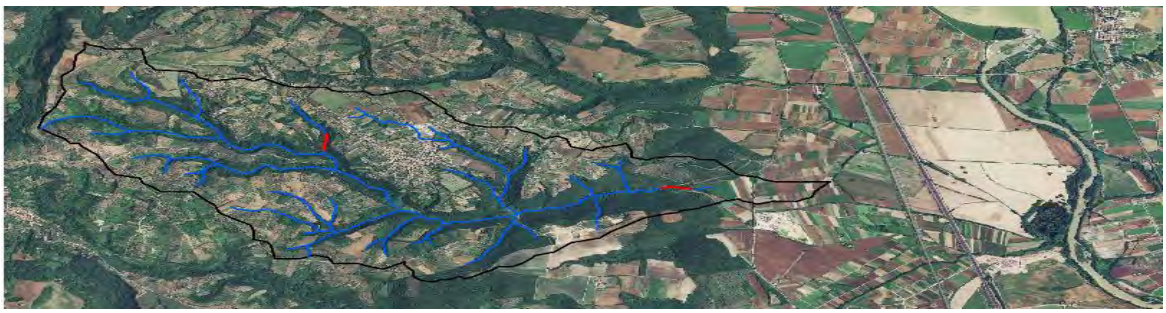
Figura 2. Planimetria di inquadramento generale: bacino di Montecalvello e bacini limitrofi. Fonte: [55].



Il suo distretto idrografico di riferimento è quello dell'Appennino centrale. A tale proposito, va fatto presente che l'esame dei piani e programmi dell'Autorità di Bacino dell'Appennino centrale, [51-53], e del piano di bonifica, valorizzazione e tutela del territorio del Consorzio di bonifica Tevere Nera, [54], evidenzia un quadro pianificatorio e programmatico in grado di assicurare sicurezza per gli insediamenti e le infrastrutture esistenti.

La lunghezza dell'asta principale del fosso di Montecalvello è di 5.07 km, con un'area contribuente di circa 7 km2 che interessa anche i comuni di Viterbo e Civitella d'Agliano, figura 3.

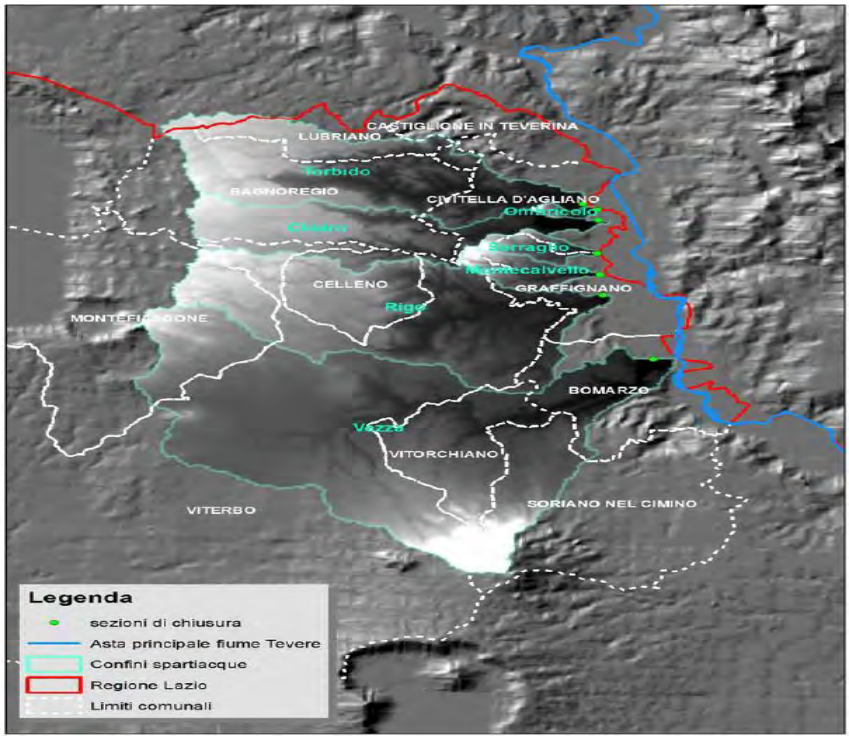
Figura 3. Bacino idrografico del fosso di Montecalvello nel comune di Graffignano.
Fonte: Elaborazione Unituscia su Google Earth.



ISBN (online PDF) 978-88-9392-190-9 - © 2020 Morlacchi Editore University Press, CC BY 4.0 International.
Published by Morlacchi Editore University Press.

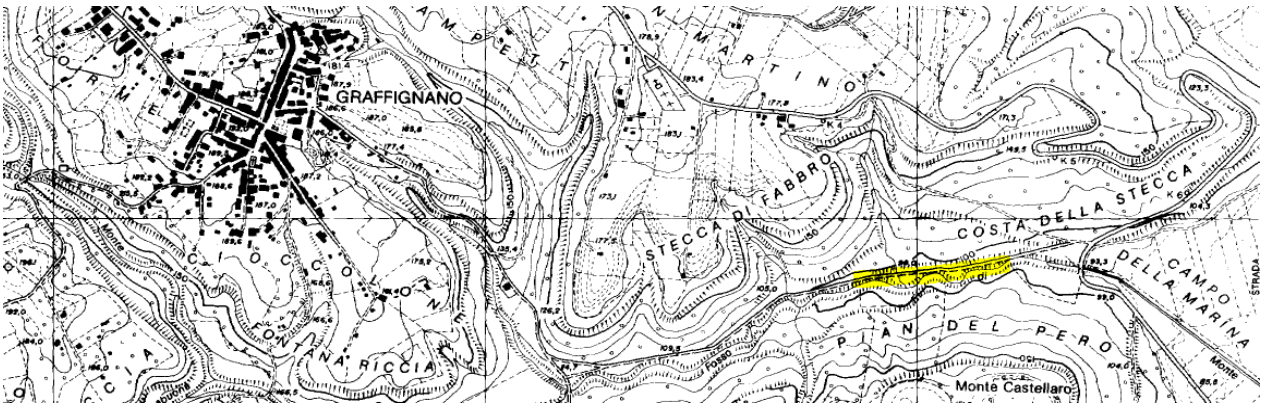
Il centroide del bacino è posizionato alla coordinata Est 270675 m e Nord 4717394 m (Coordinate metriche nel sistema di riferimento definito dalla proiezione cartografica piana con datum ED 1950 e sistema UTM Nord zona 33). La differenza altimetrica massima è di 268 m., misurata dalla sezione di chiusura, 74 m s.l.m., alla massima quota, 342 m s.l.m., sui limiti del bacino imbrifero, figura 4.

Figura 4. I confini del Bacino di Montecalvello e bacini limotrifi, rispetto i limiti dei comuni interessati. Fonte: [55].



Nel fosso di Montecalvello non è stata riscontrata la presenza di opere idrauliche, [55] ed il tratto individuato come rappresentativo scorre verso il Campo della Marina, tra Pian del Pero, a valle di Monte Castellaro, alla sua destra, e i profili di Stecca di Fabbro e Costa della Stecca alla sua sinistra, figura 5.

Figura 5. Cartografica tecnica regione Lazio – dettaglio su Graffignano.
Fonte: elaborazione dell'autore su [56].



ISBN (online PDF) 978-88-9392-190-9 - © 2020 Morlacchi Editore University Press, CC BY 4.0 International.
Published by Morlacchi Editore University Press.

Tale tratto è caratterizzato da una folta biomassa, figura 6, un tratto di canale con sezione trasversale adeguata e abbastanza pianeggiante, che può fungere da pianura alluvionale, e in genere da portate medie modeste, figura 7 .

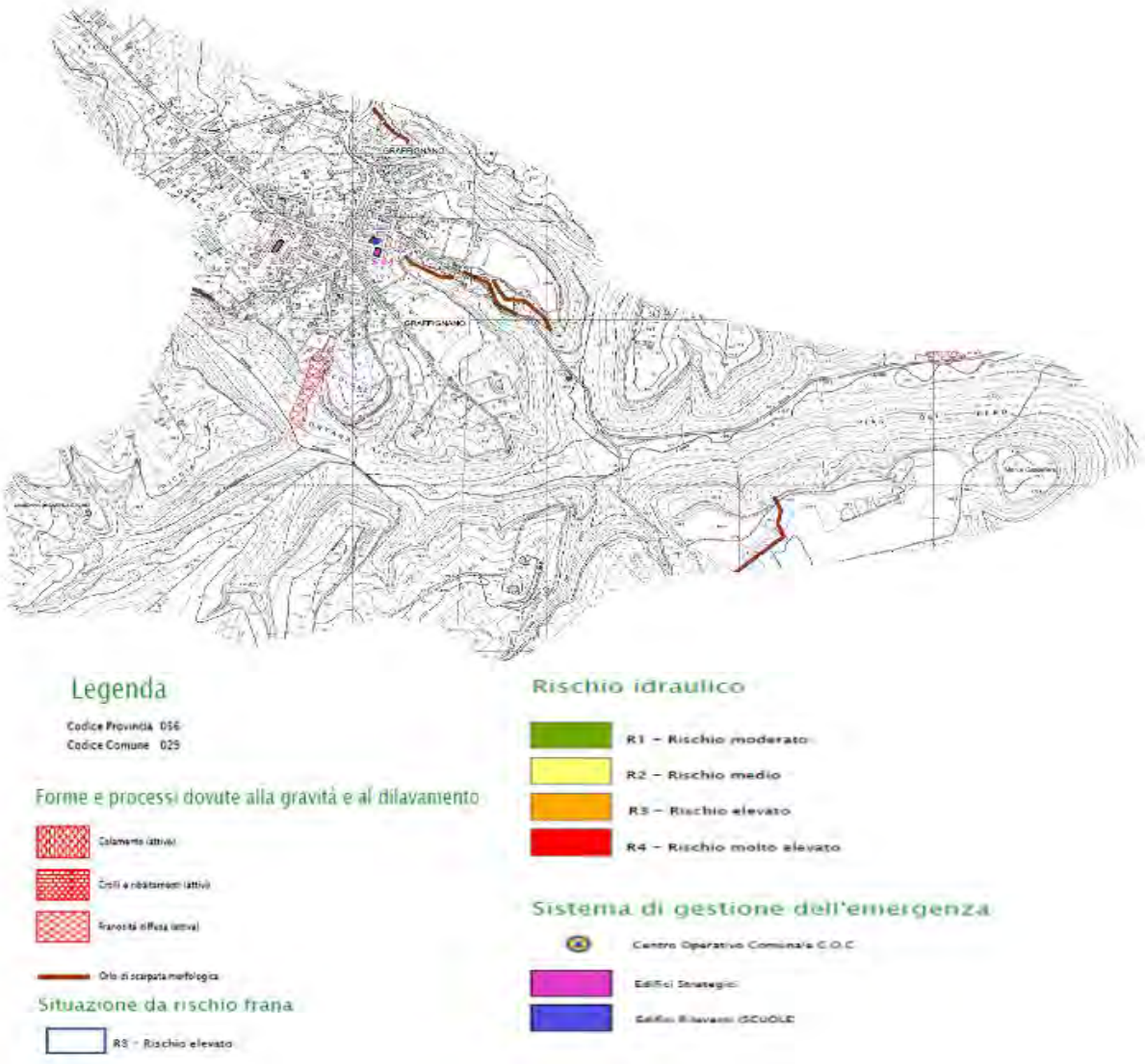
Figura 6. Bacino del fosso Montecalvello con indicazione dell'area studio.
Fonte: Elaborazione Unituscia su Google Earth.

Figura 7. Dettagli del tratto rappresentativo del Fosso di Montecalvello.
Fonte: Dipartimento DAFNE, Università della Tuscia, Viterbo.

Va fatto presente che gli interventi di manutenzione ordinaria del Fosso di Montelcavello, in capo al Consorzio di Bonifica Tevere-Nera, hanno sempre seguito un programma organico, che ha evitato disomogeneità varie lungo gli argini del fosso. Nel suo bacino, inoltre, non sono presenti aree a rischio idrogeologico o geologico, figura 8, che incombono sulle viabilità principali di connessione e accessibilità, su strutture strategiche o su insediamenti abitativi. Sul territorio comunale inoltre non sono presenti industrie passibili di incidente rilevante, [57].

ISBN (online PDF) 978-88-9392-190-9 - © 2020 Morlacchi Editore University Press, CC BY 4.0 International.
Published by Morlacchi Editore University Press.

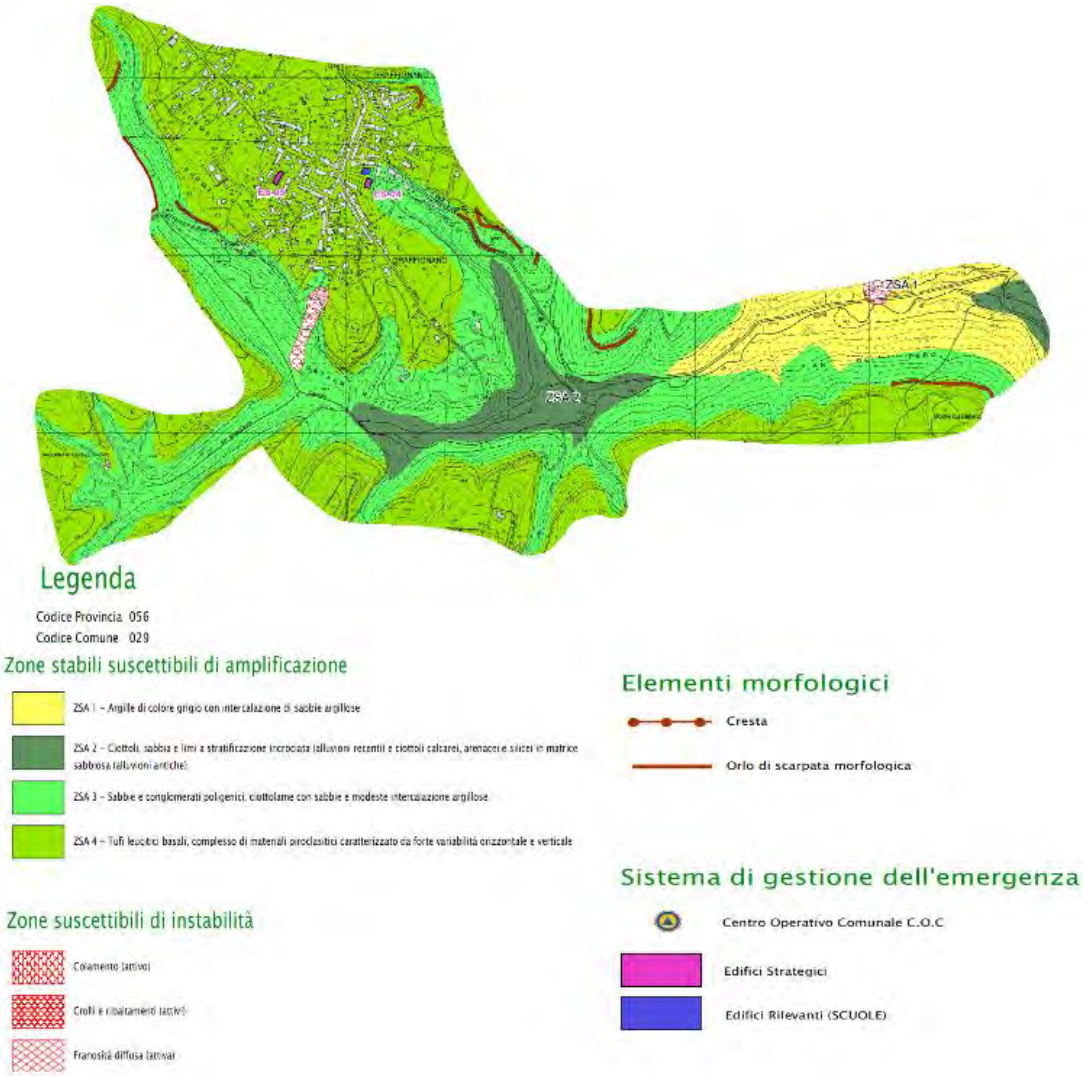
Figura 8. L'area studio dalla carta dello scenario di rischio idrogeologico del Comune di Graffignano. Fonte: [58].



Se si esclude il fenomeno di colamento attivo nel versante Sud di Graffigano, nel bacino del fosso di Montecalvello non sono presenti aree a rischio sismico, figura 9.

ISBN (online PDF) 978-88-9392-190-9 - © 2020 Morlacchi Editore University Press, CC BY 4.0 International.
Published by Morlacchi Editore University Press.

Figura 9. L'area studio dalla carta dello scenario di rischio sismico del Comune di Graffignano. Fonte: [59].



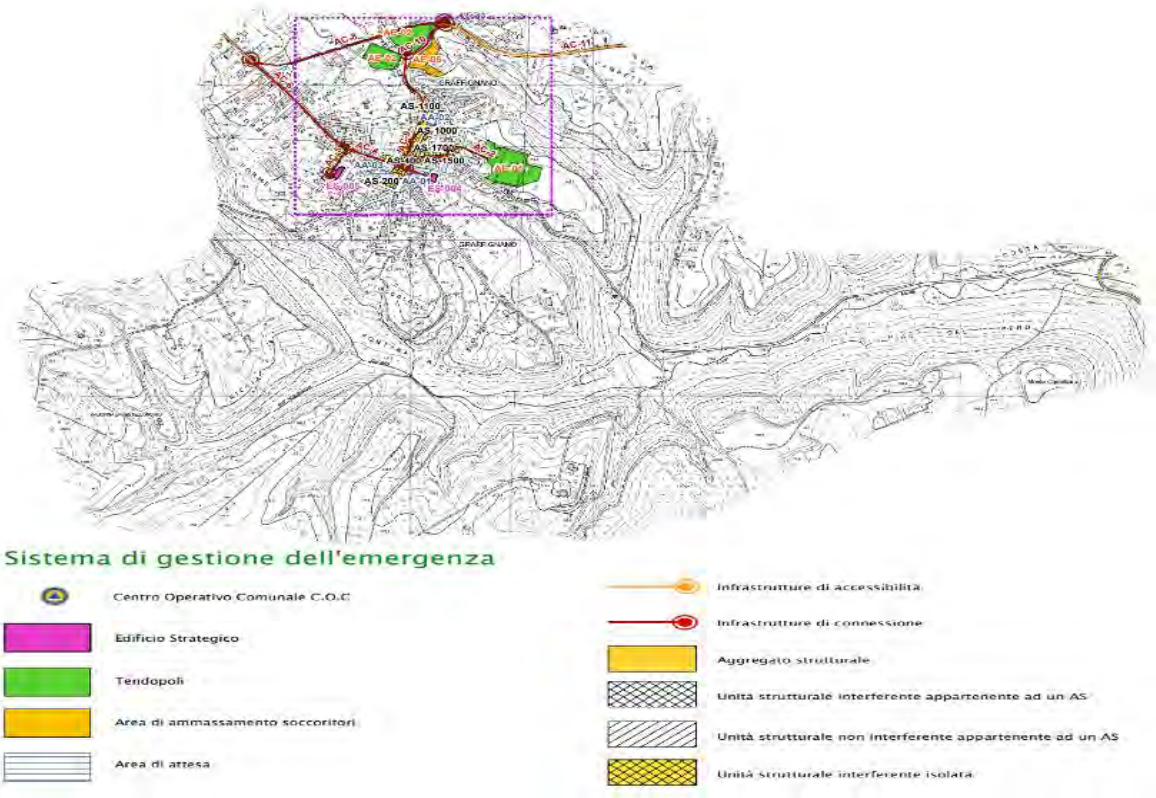
L'area studio tuttavia è collocata a valle dell'impianto di depurazione delle acque reflue, sito in via corniole e gestito dal Servizio idrico integrato Ato 1 Lazio Nord, Viterbo, dalla potenzialità di 1000 abitanti equivalenti e dalla portata media giornaliera di circa 190 mc pari ad una capacità di depurare circa 440 litri di acqua al secondo, figura 10.

Figura 10. Bacino del fosso Montecalvello con dettaglio sul depuratore. Fonte: Elaborazione dell'autore su Unituscia-Google Earth.

ISBN (online PDF) 978-88-9392-190-9 - © 2020 Morlacchi Editore University Press, CC BY 4.0 International.
Published by Morlacchi Editore University Press.

La relazione illustrativa dell'analisi della *Condizione Limite per l'Emergenza* del Comune di Graffignano, indica come aree di emergenza i luoghi più vicini possibile al centro storico, dove è concentrata la maggior parte della popolazione, figura 11.

Figura 11. L'area studio dalla carta delle condizioni limite d'emergenza del Comune di Graffignano. Fonte: [60].



Tali aree presentano le condizioni ottimali per essere di appoggio alla concertazione e al ricovero della popolazione evacuata: Piscina comunale in località San Sebastiano, Campo sportivo di Graffignano, Zona P.I.P Pisciarello e area privata in Via San Vincenzo per Sipicciano, [61].

3. Una proposta per la valorizzazione di territori soggetti a vulnerabilità da alluvione

3.1 L'introduzione dei Servizi Ecosistemici nel progetto Gest-River

Il progetto di ricerca Gest-River *Gestione Eco-sostenibile dei Territori a Rischio Inondazione e Valorizzazione Economica delle Risorse* ha ad oggetto la questione della mitigazione dei rischi di esondazione attraverso la manutenzione fluviale. Il progetto fa proprio l'approccio olistico della Direttiva alluvioni, che abbiamo visto favorire l'integrazione fra la gestione delle risorse idriche e la pianificazione dello spazio, per mezzo dei principi chiave di sussidiarietà, solidarietà e coordinamento. In Gest-River, infatti, l'aspetto della sicurezza idraulica è integrato con interventi sull'ambiente, come ad esempio il taglio della copertura vegetale, interventi di inerbimento, mediante impianti radicali profondi per il contenimento dell'erosione spondale, e la sperimentazione

ISBN (online PDF) 978-88-9392-190-9 - © 2020 Morlacchi Editore University Press, CC BY 4.0 International.
Published by Morlacchi Editore University Press.

di particolari filiere di valorizzazione economica dei materiali organici e inorganici che costituiscono i sottoprodotti dalla manutenzione ordinaria e straordinaria degli alvei fluviali, [62]. Sotto questi profili, il progetto Gest-River è in linea con l'approccio spazialista, perché prevede l'aumento dello spazio per i fiumi (spazio fisico), la promozione di approcci integrati orientati al rischio che ricomprendono dinamiche e processi culturali, sociali ed economici (spazio regolatorio), la sperimentazione di filiere di valorizzazione economica dei materiali organici e inorganici, finalizzate al superamento delle misure strutturali per la gestione del rischio da alluvione (spazio interattivo), tabella 13.

Tabella 13. Dimensioni analitiche della spazialità nel progetto Gest-River.
Fonte: Elaborazione dell'autore.

Spazio fisico	Spazio regolatorio	Spazio interattivo
Manutenzione degli alvei fluviali per aumentare lo spazio per i fiumi come prevenzione dei dissesti idrogeologici	Promozione di approcci integrati orientati al rischio che ricomprendono dinamiche e processi culturali, sociali ed economici	Sperimentazione di filiere di valorizzazione economica dei materiali organici e inorganici di risulta dalla manutenzione degli alvei

Così stando le cose, il progetto contribuisce sensibilmente ad incrementare anche la vulnerabilità del territorio incidendo positivamente sulle condizioni fisiche, sulla la capacità organizzativa ed sul livello di consapevolezza della società di riferimento.

L'analisi S.W.A.T. realizzata a seguito dello studio socio-economico ed ambientale dell'area pilota, mostra una realtà basata sull'economia agricola, dotata di adeguati strumenti pianificatori e programmatici per la tutela del territorio, e oggetto di regolari interventi di manutenzione. Tra i punti di debolezza va registrato il fatto che la maggior parte delle famiglie vive grazie alle entrate di un solo componente e che una importante fetta della popolazione in età lavorativa sta per entrare nella classe dei non più attivi, tabella 14.

Tabella 14. Quadro sintetico dei punti di forza e debolezza del Comune di Graffignano.
Fonte: Elaborazione dell'autore.

Punti di forza oggi	Punti di debolezza oggi
1) Settore agricolo 2) Impianti pianificatori e programmatici 3) Manutenzione Fosso Montecalvello	1) Elevato indice del ricambio della popolazione attiva 2) Occupazione di un solo componente per famiglia 3) Mancanza di servizi di prossimità
Elementi di opportunità per il futuro	**Elementi di pericolo per il futuro**
1) Implementazione del progetto Gest-River 2) Sviluppo multifunzionale comparto agricolo 3) Valorizzazione integrata del sistema socio-economico-ambientale locale	1) Rassegnazione all'attuale stato di incertezza 2) Economia monosettoriale (agricoltura) 3) Mancanza ricambio generale nel comparto agricolo con conseguente blocco della innovazione aziendale

L'analisi SWAT mostra due aspetti cruciali fra loro collegati. Il primo riguarda il concreto pericolo che nel settore agricolo non avvenga il ricambio generazionale necessario a compiere la svolta aziendale da cui dipende l'intera economia locale. Ne consegue, la necessità di una strategia di medio lungo-termine basata su una puntuale valutazione economica delle risorse biofisiche presenti a scala

ISBN (online PDF) 978-88-9392-190-9 - © 2020 Morlacchi Editore University Press, CC BY 4.0 International.
Published by Morlacchi Editore University Press.

locale. A tale proposito, la quantificazione dei servizi ecosistemici (SE) è lo strumento utile a misurare i benefici diretti e indiretti che l'uomo ottiene dal suolo naturale per il suo sostentamento, ovvero a quantificare le perdite economiche prodotto dal degrado ambientale, spesso invisibile, e pertanto uno strumento utile anche ad impattare sulle strategie per la gestione sostenibile dei territori, [63-66].

La prima classificazione dei SE condivisa a scala globale è stata realizzata dal *Millennium Ecosystem Assessment Board* che li ha suddivisi nei seguenti raggruppamenti, tabella 15.

Tabella 15. I raggruppamenti dei SE. Fonte: elaborazione dell'autore su [67].

Approvvigionamento	Regolazione e mantenimento	Supporto	Cultura
Cibo, acqua, fibra, biomassa, materie prime, materiale genetico, medicinali, prodotti curativi	Miglioramento qualità habitat, regolazione aria, acque e clima, cattura e stoccaggio carbonio, regolazione qualità, formazione e rigenerazione del suolo, mitigazione eventi naturali estremi	Conservazione degli habitat naturali, protezione del pool genetico e funzionalità ecosistemi	Turismo, arte, religione, spiritualità

Una valutazione dei principali SE forniti dal suolo è prodotta annualmente dal 2016 dall'Istituto superiore protezione e ricerca ambientale (Ispra) e dal Sistema Nazionale di Protezione dell'Ambiente (Snpa). Dal consumo del suolo, infatti, dipende la vulnerabilità dei territori e la capacità delle aree libere di svolgere i "servizi" indispensabili per la preservazione della vita, ed il funzionamento dell'economia. La valutazione è condotta attraverso l'utilizzo di software GIS, e in alcuni casi, attraverso i modelli InVEST (*Integrated Valuation of Ecosystem Services and Trade-offs, Natural Capital Project*), mediante le carte di copertura, uso e consumo del suolo di ISPRA relative al 2012 e al 2018. I SE considerati sono i servizi ecosistemici individuati dalla *Common International Classification of Ecosystem Services* (Cices) che lavora sotto l'egida dall'Agenzia europea per l'ambiente, tabella, 16.

Tabella 16. I servizi ecosistemici di Ispra e Snpa su base CICES.
Fonte: elaborazione dell'autore su [68-71].

SERVIZI ECOSISTEMICI	ESEMPI	FUNZIONALITÀ
1) Qualità degli habitat	Aree naturali e seminaturali	Regolazione e mantenimento della biodiversità, attraverso la fornitura di diversi tipi di habitat per la vita di qualsiasi specie
2) Produzione agricola	Cibo	Struttura, capacità di trattenere l'acqua e fertilità dei nutrienti.
3) Produzione di legname	Legno, fibre	Struttura, capacità di trattenere l'acqua e fertilità dei nutrienti.
4) Acqua di sorgente	Scopi dell'acqua potabile e non potabile come irrigazione	Trama, struttura, tenuta d'acqua capacità, profondità, capacità di drennaggio del sottosuolo
5) Capacità di carico per infrastrutture, edifici e animali	La torba ha una bassa capacità di carico mentre la sabbia è l'elemento base per infrastrutture ed edifici	Trama del suolo, struttura, contenuto di umidità

ISBN (online PDF) 978-88-9392-190-9 - © 2020 Morlacchi Editore University Press, CC BY 4.0 International.
Published by Morlacchi Editore University Press.

6) Purificazione delle acque e riduzione della contaminazione del suolo	I processi di bonifica da parte di alghe, micororganismi, piante ed animali non funzionano se c'è troppa presenza di inibitori o sostanze tossiche	Trama del suolo, struttura, materiale organico contenuto, biodiversità del suolo
7) Regolazione cicli idrologici	Mitigazione delle alluvioni, ricarica delle fonti sotterranee	Trama, struttura, tenuta d'acqua capacità, profondità, capacità di drenaggio del sottosuolo
8) Sequestro di carbonio	Processi di decomposizione e fissaggio	Trama del suolo, struttura, contenuto di umidità, disponibilità di nutrienti, temperatura, biodiversità
9) Regolazione dei gas serra	Regolazione globale del clima, riduzione della concentrazione dei gas serra	Trama del suolo, struttura, contenuto di umidità, disponibilità di nutrienti, temperatura, capacità di trattenimento delle acque, biodiversità
10) Regolazione del clima	Il suolo fornisce l'habitat alla vegetazione che fornisce ombreggiatura e raffreddamento attraverso l'evapotraspirazione	Struttura, capacità di trattenere l'acqua e fertilità dei nutrienti. La disponibilità d'acqua è di particolare importanza per la traspirazione
11) Regolazione qualità aria	Il suolo fornisce l'habitat alla vegetazione che influenza la qualità dell'aria attraverso la purificazione degli agenti inquinanti emissioni di composti volatili biogenici	Struttura, capacità di trattenere l'acqua e fertilità dei nutrienti
12) Impollinazione	Lo sviluppo dei semi e dei frutti per molteplici produzioni alimentari avviene per mezzo dell'impollinazione	Fecondazione delle piante e conseguente produzione di cibo

3.2 I servizi ecosistemici per la valorizzazione di territori

Ai fini della valutazione di una prima valutazione dei SE del fosso di Montecalvello, si è deciso di utilizzare la serie di SE identificati nell'ambito del progetto Life+ *Soil Administration Model 4 Comunity Profit* (SAM4CP), coordinato dalla Città metropolitana di Torino con il Dipartimento Interateneo di Scienze Progetto e Politiche del Territorio del Politecnico e dell'Università di Torino (DIST), ISPRA e Istituto Nazionale di Economia Agraria, tabella 17.

Tabella 17. Servizi ecosistemici del suolo per la valorizzazione dei territori.
Fonte: elaborazione dell'autore su [72-73].

SERVIZI ECOSISTEMICI	FUNZIONI	FATTORI DI INFLUENZA
1) Qualità habitat	Regolazione e mantenimento della biodiversità, attraverso la fornitura di diversi tipi di habitat per la vita di qualsiasi specie	Intensità usi antropici del suolo
2) Sequestro e stoccaggio carbonio	Capacità ecosistemi terrestri e marini di fissare gas serra, in modo da regolare il clima e favorire la biodiversità	Intensità usi antropici del suolo
3) Regolazione deflusso, disponibilità e qualità idrica,	Capacità della vegetazione e del suolo di assorbire e rimuovere inquinanti e nutrienti dell'acqua. Stoccaggio e disponibilità di acque. Il servizio riduce la possibilità di inondazioni grazie al maggior drenaggio dei suoli	Interventi materiali e fisici sul bacino idrico
4) Abbondanza impollinatori	Fecondazione delle piante e conseguente produzione di cibo	Presenza di specie impollinatrici selvatiche

ISBN (online PDF) 978-88-9392-190-9 - © 2020 Morlacchi Editore University Press, CC BY 4.0 International.
Published by Morlacchi Editore University Press.

5) Trattenimento dei sedimenti/nutrienti Erosione suolo	Capacità del suolo di mitigare l'asportazione delle sostanze organiche del terreno a seguito dell'azione delle acque (ruscellamento e piogge)	Caratteristiche geologiche, pedologiche, morfologiche e vegetazionali, condizioni climatiche, attività agricole
6) Produzione legnosa	Approvvigionamento di legna e legname garantito in larga misura dalle superfici forestali naturali e dagli impianti di arboricoltura da legno	Intensità usi antropici del suolo
7) Produzione agricola	Approvvigionamento collegato all'uso antropico del suolo a fini produttivi	Intensità usi antropici del suolo

La gamma delle funzionalità che i SE del suolo (naturale, semi-naturale ed agricolo) sono in grado di assolvere, rappresenta il "capitale naturale" di un territorio. Il concetto di capitale naturale è molto importante, perché ci aiuta a capire che accanto ai termini bio-fisici degli SE, esiste il loro valore economico, ovvero il valore economico dello stock di risorse prodotte dagli ecosistemi [74]. Nell'ambito della costruzione di un quadro conoscitivo per il governo del territorio finalizzato alla gestione eco-sostenibile delle risorse ambientali e alla loro valorizzazione economica, la valutazione dei SE di Graffignano negli ultimi 6 anni ha evidenziato una perdita complessiva del valore economico dello stock di risorse prodotte dagli ecosistemi pari a 1.739.258 €, tabella 18.

Tabella 18. Schema di analisi delle funzioni ecosistemiche.
Fonte: elaborazione dell'autore su [75].

SERVIZI ECOSISTEMICI	DESCRIZIONE VALUTAZIONE ECONOMICA	QUANTIFICAZIONE ECONOMICA
1) Qualità habitat	Variazione (€) dal 2012 al 2018 della qualità degli habitat. Il valore di riferimento è di 1.000,891 € per ettaro, moltiplicato per l'indice di qualità.	-4.348€
2) Sequestro e stoccaggio carbonio	Variazione (€) del flusso annuale di carbonio stoccato dovuta al consumo di suolo 2012 – 2018. Il valore di riferimento medio è di 72,2 € per ogni tonnellata di carbonio.	-88.451€
3) Regolazione deflusso, disponibilità e qualità idrica	Variazione (€) dal 2012 al 2018 del deflusso superficiale. Il valore di riferimento medio è di 7,50 € per ogni metro cubo di acqua.	-1.582.405,5
4) Abbondanza impollinatori	Variazione (€) dal 2012 al 2018 dell'abbondanza di impollinatori. Il valore di riferimento medio è di 197,6 € per ettaro, moltiplicato per l'indice di abbondanza.	-4.113,5€
5) Trattenimento dei sedimenti/nutrienti Erosione suolo	Variazione (€) dal 2012 al 2018 di suolo eroso. Il valore di riferimento è di 11,01 € per ogni tonellata di sedimenti.	0
	Variazione (€) dal 2012 al 2018 di suolo eroso. Il valore di riferimento è di 117,6 € per ogni tonnellata di sedimenti.	0
6) Produzione legnosa	Variazione (€) dal 2012 al 2018 della produzione legnosa. Calcolata con l'utilizzo dei Valori Agricoli Medi.	0
7) Produzione agricola	Variazione (€) dal 2012 al 2018 della produzione agricola. Calcolata con l'utilizzo dei Valori Agricoli Medi.	- 59.940€

Questa perdita è sostanzialmente dovuta al SE indicato come n.3 *Regolazione deflusso, disponibilità e qualità idrica.* Ciò significa che a Graffignano, nonostante un quadro pianificatorio e programmatico adeguato ed una regolare attività di manutenzione del fosso è in corso un costante

ISBN (online PDF) 978-88-9392-190-9 - © 2020 Morlacchi Editore University Press, CC BY 4.0 International.
Published by Morlacchi Editore University Press.

depauperamento della capacità della vegetazione e del suolo di assorbire e rimuovere inquinanti e nutrienti dell'acqua, così come della capacità di stoccaggio e disponibilità di acque, e della funzione cruciale di ridurre la possibilità di inondazioni grazie al maggior drenaggio dei suoli, e di conseguenza di ridurre la vulnerabilità da alluvione del bacino del fosso di Montecalvello. Sotto questi profili si potrebbe dire che a Graffignano si è palesata una condizione patogena di vulnerabilità, che si verifica quando il nostro agire politico, economico e sociale, tendenzialmente progettato per proteggere gli esseri umani, ha l'effetto paradossale di generare nuove criticità e aggravare quelle generali [76].

Filosoficamente parlando, la forza per superare la condizione di vulnerabilità patogena viene dall'intendere la vulnerabilità come *philia,* e cioè a dire come mutuo riconoscimento, reciprocità e collaborazione tra soggetti. Si tratta di un concetto che rimanda all'elaborazione di una visione utopica in cui il rispetto ed il riguardo dell'uno per l'altro sono la vera risposta alla nostra condizione universale di fragilità. Provando a traslare a livello tecnico questo concetto filosofico, si può affermare che le analisi empiriche svolte hanno mostrato la urgente necessità strategica di riconoscimento, reciprocità e sinergie fra la visione spazialista (la gestione integrata delle risorse idriche e la pianificazione dello spazio "per" la gestione dei rischi di alluvione) e la valutazione dei servizi ecosistemici in termini biofisici ed economici. Questi ultimi infatti forniscono dati fondamentali per valutare gli effetti prodotti dal consumo di suolo, e soprattutto per favorire la considerazione del valore del suolo come risorsa scarsa, non rinnovabile, non sostituibile da tecnologia o innovazione, e quindi come bene comune, da tutelare nell'interesse collettivo. Da qui la richiesta di utilizzare, oggi più che mai, le migliori informazioni disponibili per promuovere una conoscenza sempre più approfondita della vulnerabilità da fenomeni naturali disastrosi e di conseguenza per perseguire l'obiettivo della gestione ecosostenibile delle risorse naturali.

Note

1 Questo lavoro non sarebbe stato possibile senza l'aiuto di:

- Autorità di bacino distrettuale dell'Appennino Centrale
- Comune di Graffignano
- Consorzio Tevere Nera
- Istat sedi di Perugia e Viterbo
- Prof. Francesco Asdrubali, Dipartimento di Ingegneria, Università degli Studi di Roma Tre
- Prof. Gastone Ave, Dipartimento di Architettura Università degli Studi di Ferrara
- Prof. Pietro Buzzini, Direttore del Ciriaf, Università degli Studi di Perugia
- Ing. Marco Barbanera, Ciriaf e Università degli Studi della Tuscia
- Prof. Franco Cotana, coordinatore scientifico del progetto di Gest-River, Ciriaf, Università degli Studi di Perugia
- Prof. Andrea Nicolini, Direttore del Centro Ricerca Biomasse del Ciriaf, Università degli Studi di Perugia
- Prof. Andrea Petroselli, Dipartimento DAFNE, Università degli Studi della Tuscia
- Regione Lazio, Direzione regionale ambiente area difesa del suolo
- Regione Piemonte, settore pianificazione difesa del suolo, difesa assetto idrogeologico, dighe

ISBN (online PDF) 978-88-9392-190-9 - © 2020 Morlacchi Editore University Press, CC BY 4.0 International.
Published by Morlacchi Editore University Press.

- Regione Umbria, Direzione regionale governo del territorio e paesaggio, Protezione
- Civile, Infrastrutture e Mobilità
- Dott.ssa Paola Salvati, CNR-IRPI Perugia
- Talete S.p.A.

Il loro contributo è stato così importante che desidero menzionarli senza attribuire nessuna responsabilità per ogni eventuale inaccuratezza o imprecisione presente nel testo. Desidero inoltre ringraziare il Comitato scientifico e la segreteria organizzativa del Convegno Ciriaf2020 che con il loro lavoro hanno assicurato tutta l'assistenza possibile agli autori delle relazioni.

2 Questi ultimi sono suddivisi in danni diretti e immediati del flusso d'acqua su persone, ambienti e proprietà, ed indiretti, cioè le conseguenze che si manifestano nella fase di emergenza. I danni diretti ed indiretti, a loro volta, possono essere considerati come tangibili, cioè monetizzabili, ed intangibili, nel momento in cui si considera la perdita di vite umane, i danni alla salute ovvero le conseguenze sull'ecosistema.

3 E' dato dal rapporto tra il numero degli ultrassessantacinquenni ed il numero dei giovanissimi (fino ai 14 anni), per cento.

4 Indicatore di rilevanza economica e sociale che rappresenta il numero di individui non attivi per ragioni demografiche (0-14 anni e 65 anni ed oltre) ogni 100 individui potenzialmente attivi (15-64 anni).

5 Il rapporto tra la fascia di popolazione che sta per andare in pensione (60-64 anni) e quella che sta per entrare nel mondo del lavoro (15-19 anni) per 100.

Riferimento

1. Kant, I., (1981), [1755], *Universal Natural History and Theory of the Heavens*, Scottish Academic Press, Edinburgh.
2. Fumagalli V., (1994), *Paesaggi della paura: vita e natura nel Medioevo, Il Mulino, Bologna*
3. Cannon, T., (1993), «A hazard need not a disaster make: vulnerability and the causes of 'natural' disaster», in *Natural Hazards. protecting vulnerable communities*, Proceeding of the conference held in London 13-15 October, P.A. Merriman, and C.W.A. Browitt, (Eds.) Thomas Telford, London, pp.92-105
4. Sen, A. K., (1981), *Poverty and Famines: An Essay on Entitlement and Deprivation*. Clarendon, Oxford
5. Timmerman P., (1981), Vulnerability resilience and collapse of society. *A Review of Models and Possible Climatic Applications.* Institute for Environmental Studies, University of Toronto
6. Susman, P., O'Keefe, P. and Wisner, B., (1983), «Global disaster: A radical interpretation» in Hewitt, K. (ed), *Interpretations of Calamity from the Viewpoint of Human Ecology*, Allen and Unwin Inc., Boston, 264-83
7. Liverman, D., M., (1990). «Vulnerability to global environmental change» in *Environmental Risks and Hazards*, Cutter, S. L. (ed.) Englewood Cliffs, N.J. Prentice Hall, pp. 326–42

ISBN (online PDF) 978-88-9392-190-9 - © 2020 Morlacchi Editore University Press, CC BY 4.0 International.
Published by Morlacchi Editore University Press.

8. Cannon, T., (1994), «Vulnerability analysis and the explanation of “natural” disasters», in Varley, A. (ed.) *Disasters, Development and Environment*, John Wiley and Sons Chichester, New York, Brisbane, Toronto and Singapore, pp.13–29
9. Adger, W. N., (2006), «Vulnerability» *Global Environmental Change,* 16, 268 - 281 [Online], <https://www.geos.ed.ac.uk/~nabo/meetings/glthec/materials/simpson/GEC_sdarticle2.pdf> [Data di accesso10/04/2019]
10. Hinkel J., (2011) «Indicators of vulnerability and adaptive capacity: towards a clarification of the science-policy interface». *Global Environmental Change,* Volume 21, Issue 2, 198-208 [Online], <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959378010000750?via%3Dihub> [Data di accesso10/04/2019]
11. Undrr, United Nation Disaster Risk Reduction, (2019), *Global assessment report on disaster risk reduction,* Undrr. [Online], <https://gar.unisdr.org/ > [Data di accesso 23/12/2019].
12. Natcatservice, (2019), URL http://natcatservice.munichre.com/ (Accesso 27/05/19).
13. Schanze, J., (2013), «The long way towards tolerable flood risks -initial lessons learnt from the recent Central European floods» *Journal of Flood Risk Management* 6, 167–168
14. Eleftheriadou E., Giannopoulou I., Yannopoulos S., (2015), «The European Flood Directive: Current Implementation and Technical Issues» *European Water,* 52: 13-22.
15. Menoni S., Molinari D., Ballio F., Minucci G. et al., (2016), «Flood damage: a model for consistent, complete and multipurpose scenarios» *Nat. Hazards Earth Syst. Sci*., 16, 2783–2797, 2016
16. Schanze, J., Penning-Rowsell, E., Nachtnebel, H., Meyer, V., Königer, P., Hutter, G., Olfert, A., Parker, D., Harris, T., Werritty, A., Neuhold, C., Holzmann, H., 2008. *Systematisation, evaluation and context conditions of structural and non-structural measures for flood risk reduction*. FLOOD-ERA Joint Report. ERA-Net Crue, London
17. Di Baldassarre, G., Kooy, M., Kemerink, J.S., Brandimarte, L., (2013), «Towards understanding the dynamic behaviour of floodplains as human-water systems» *Hydrological Earth System Science* 17, 3235–3244
18. Fuchs, S., Keiler, M., (2013). «Space and time. Coupling dimensions in natural hazard risk management?» Müller-Mahn, D. (Ed.), *The Spatial Dimension of Risk. How Geography Shapes the Emergence of Riskscapes*. Routledge, New York, pp. 189–201
19. Tempels B., Hartmann T., (2014), «A co-evolving frontier between land and water: dilemmas of flexibility versus robustness in flood risk management» *Water Int* 39: 872-883
20. Busscher T., van den Brink M., Verweij S., (2019), «Strategies for integrating water management and spatial planning: Organising for spatial quality in the Dutch “Room for the River” program», *Journal of Flood Risk Management,* 2019;12:e12448
21. Fuchs, S., Thaler, T., (2018) (Eds.). *Vulnerability and resilience to natural hazards*. Cambridge University
22. Fondacci L., Alvioli M, Fiorucci F., (2017) «La conoscenza dei pericoli naturali come supporto ai processi decisionali di governo del territorio» in *UrbanisticaInformazioni* n.271, pp. 68-69
23. Loschner, L., (2018), *The spatial turn in flood risk management. A case study of Austria's changing flood policies,* Dissertation for the degree of Doctor of Natural Resourches and Life

ISBN (online PDF) 978-88-9392-190-9 - © 2020 Morlacchi Editore University Press, CC BY 4.0 International.
Published by Morlacchi Editore University Press.

Institute of Spatial Planning, Environmental Planning and Land Rearrangement, Department of Landscape, Spatial and Infrastructure Sciences, University of natural Resources and life Sciences, Vienna, [Online] <https://www.wien.gv.at/umweltschutz/nachhaltigkeit/pdf/loeschner-2018.pdf > [Data di accesso 31/11/2019]

24. Hartmann T., Slavikova L., McCarthy S., (Eds.), (2019), *Nature-Based Flood Risk Management on Private Land. Disciplinary Perspectives on a Multidisciplinary Challenge*, Springer International Publishing
25. Gazzetta ufficiale dell'Unione europea, (2007), Direttiva 2007/60/Ce del Parlamento europeo e del Consiglio del 23 ottobre 2007 relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni, GUCE del 6.11.2007, L 288/27
26. Gazzetta ufficiale, (2010), Decreto Legislativo 23 febbraio 2010, n. 49, "Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni", *Gazzetta Ufficiale* del 2 aprile 2010, n. 77
27. Corte dei conti europea, (2018), *Direttiva Alluvioni: progressi nella valutazione dei rischi, ma occorre migliorare la pianificazione e l'attuazione, Relazione Speciale, n.25,* Unione europea [Online], <https://www.eca.europa.eu/Lists/ECADocuments/SR18_25/SR_FLOODS_IT.pdf> [Data di accesso 27/03/2019]
28. Van Ruiten, L. J., Hartmann, T., (2016), «The spatial turn and the scenario approach in flood risk management—Implementing the European Floods Directive in the Netherlands» *AIMS Environmental Science*, 3, 697–713
29. Hartmann, T., & Driessen, P. P. J. (2017). «The flood risk management plan: Towards spatial water governance» *Journal of Flood Risk Management*, 10, 145 -154
30. Cardona, O. D., (1993), «Natural Disasters, global change and sustainable development: a strategy for reducing effects» *III Meeting of the Scientific Advisory Council for the International Geophere-Biosphere Programme*, Forum on Earth System Research, ICSU, Ensenada, Baja California, Mexico.
31. IPCC, (1997), Summary for Policymakers, Watson R.T., Zinyowera M.C., Moss R.H. (Eds), *The Regional Impacts of Climate Change: an Assessment of Vulnerability*, A special Report of Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC Working Group II, World Metereological Organization, United Nation Environment Programme, Cambridge University Press, Cambridge, UK, [Online], <https://www.ipcc.ch/report/the-regional-impacts-of-climate-change-an-assessment-of-vulnerability/> [Data di accesso10/04/2019]
32. Cardona, O. D, (2004), «The need for rethinking the concepts of vulnerability and risk from a holistic perspective: a necessary review and criticism for effective risk management» in Bankof G., Frerks G., Hilhorst D., (Eds) *Mapping vulnerability: Disasters, development and people*, Hearthscan, London, pp.37-51
33. IPCC, (2007), Summary for Policymakers, J. Palutikof, P. van der Linden, C. Hanson (Eds.), *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability,* Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge

ISBN (online PDF) 978-88-9392-190-9 - © 2020 Morlacchi Editore University Press, CC BY 4.0 International.
Published by Morlacchi Editore University Press.

University Press,Cambridge, UK, [Online], <https://www.ipcc.ch/report/ar4/wg2/ > [Data di accesso 10/04/2019]

34. Guzzetti F., (2011), «Pericolosità, vulnerabilità e rischio da frana». *Frane e Dissesto Idrogeologico: Consuntivo*. Accademia Nazionale dei Lincei, Atti dei Convegni Lincei 262, X Giornata Mondiale dell'Acqua, Roma 22 marzo 2010, Scienze e Lettere Editore Commerciale, 11-29
35. Burton, I., Kates, R.W., White, G.F., (1978), *The Environment as Hazard*. Guilford, New York.
36. Blaikie P., Cannon T., Davis I., Wisner B., (1994), *At risk. Natural hazards, people's vulnerability and disasters.* Routledge, London and New York
37. Guzzetti F., Stark C.P., Salvati P., (2005), «Evaluation of flood and landslide risk to the population of Italy». *Envir Manage,* 36, 15 – 36
38. Varnes D.J., Unesco, International Association Engineering Geologist, Commission on Landslides and other Mass Movements, (1984), *Landslides hazard zonation: a review of principles and practice*, Unesco press, Paris
39. Anderson, M.B., Woodrow, P.J., (1998), *Rising From the Ashes. Development Strategies in Times of Disaster*. Intermediate Technology Publications, London
40. Oliver-Smith A.,(2004), «Theorizing Vulnerability in a Globalized World: A Political Ecological Perspective» in Bankof G., Frerks G., Hilhorst D., (Eds) *Mapping vulnerability: Disasters, development and people*, Hearthscan, London, pp.10 - 24.
41. Merz B., Aerts J., Nielsen K., *et al.*, (2014) «Floods and climate: emerging perspectives for flood risk assessment and management». *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 14, 1921-1942
42. Weather meteorological organization, (2006), *Social aspects and stakeholders involvement in integrated flood management*, Associated program in flood management, Geneva, Switzerland, August 2006, [Online], <https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=4280 > [Data di accesso 23/12/2019]
43. Franzi, L., (2012), <Flood Risk Management in Rivers and Torrents> in EmblemsvagJ., (Eds.), *Risk Management for the Future - Theory and Case*, InTech, 233-274. [Online], <https://www.intechopen.com/books/risk-management-for-the-future-theory-and-cases > [Data di accesso10/04/2019]
44. Undro, United Nation Disaster Relief Co-Ordination, (1980), *Natural Disaster and Vulnerability Analysis,* Report of Expert Group Meeting, 9-12 July, 1979, Geneva.
45. Schneiderbauer, S., Ehrlich, D., 2004,. *Risk, Hazard and People's Vulnerability to Natural Hazards: a Review of Definitions, Concepts and Data,* European Commission, Direcotrate General, Joint Research Centre
46. D.P.C.M. 29.09.98 *"Atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art. 1, commi 1 e 2 del D.L. 11.06.98, n. 180",* [Online], < *https://www.gazzettaufficiale.it/eli/gu/1999/01/05/3/sg/pdf*> [Data di accesso 20/05/2019].
47. Ministero dell'ambiente, della tutela del territorio e del Mare, 2013, *Indirizzi operativi per l' attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione ed alla gestione dei rischi da alluvioni con riferimento alla predisposizione delle mappe della pericolosità e del rischio di*

ISBN (online PDF) 978-88-9392-190-9 - © 2020 Morlacchi Editore University Press, CC BY 4.0 International.
Published by Morlacchi Editore University Press.

alluvioni (decreto legislativo n. 49/2010), Direzione generale per la tutela del territorio e delle risorse idriche, Documento conclusivo del tavolo tecnico Stato-Regioni, Gennaio 2013, [Online] <https://www.minambiente.it/sites/default/files/archivio/allegati/vari/documento_definitivo_indirizzi_operativi_direttiva_alluvioni_gen_13.pdf > [Data di accesso 21/05/2019]

48. Comune di Graffignano, (2017), Documento unico programmazione (DUP), 2018-2019-2020, Comune di Graffignano, Viterbo, [Online], <http://www.halleyweb.com/c056029/zf/index.php/atti-generali/> [Data di accesso20/05/2019]
49. Istat, (2010), *Censimento agricoltura 2010*, [Online], <http://dati-censimentoagricoltura.istat.it/Index.aspx> [Data di accesso 25/09/2019].
50. Istat, (2019), *Statistiche Report, Andamento dell'economia agricola. Anno 2018,* [Online], <https://www.istat.it/it/files/2019/05/Andamento-economia-agricola-2018.pdf> [Data di accesso 25/09/2019]
51. Autorità Bacino Distrettuale Appennino Centrale, (2006), *Piano stralcio di assetto idrogeologico*, - relazione di sintesi, Autorità del Bacino Distretturale Appennino Centrale, [Online], <http://www.abtevere.it/sites/default/files/datisito/relazione_generale_pai.pdf> [Data di accesso10/04/2019]
52. Autorità Bacino Distrettuale Appennino Centrale, (2016a), Piano di Gestione del Bacino Distrettuale, [Online], <http://www.autoritadistrettoac.it/pianificazione/pianificazione-distrettuale/pgdac/pgdac2-marzo-2016/pgdac2> [Data di accesso10/04/2019]
53. Autorità Bacino Distrettuale Appennino Centrale, (2016b), *Piano di Gestione del Rischio Alluvioni Distretto Idrografico dell'Appennino Centrale,* [Online], <http://www.autoritadistrettoac.it/pianificazione/pianificazione-distrettuale/pgraac> [Data di accesso10/04/2019]
54. Consorzio di Bonifica Tevere Nera, (2012), *Piano di Bonifica, valorizzazione e tutela del territorio,* aggiornamento 2012, Consorzio di Bonifica Tevere Nera, [Online], <*http://www.teverenera.it/amministrazione_trasparente/fileauth.php?par=2015/pianogenerale-bonificarelazione_1425897047.pdf*> [Data di accesso 20/05/2019]
55. Grimaldi S., Petroselli A., Nardi F., et al., (a cura di), (2010), *Studio preliminare del rischio idraulico per i bacini idrografici del Rio Torbido, Torrente Rigo, Torrente Vezza e bacini minori inclusi nel territorio della provincia di Viterbo,* Convenzione tra Provincia di Viterbo, Assessorato Ambiente Tutela delle Acque, Autorità di Bacino Fiume Tevere, Università degli Studi della Tuscia, Dipartimento Geologia e Ingegneria Meccanica, Naturalistica e Idraulica per il Territorio - Gemini.
56. Regione Lazio [Senza Data], file CTR Lazio n. 345030,[Online], < https://dati.lazio.it/it/> [Data di accesso15/07/2019].
57. Comune di Graffignano, (2016a), *Piano di emergenza comunale. Relazione illustrativa del Piano di Emergenza Comunale,* Regione Lazio, Comune di Graffignano, Viterbo, novembre 2016, [Online], <http://www.comune.graffignano.vt.it/c056029/images/Relazione%20illustrativa%20PEC%20_%20Allegati.pdf> [Data di accesso20/05/2019]

ISBN (online PDF) 978-88-9392-190-9 - © 2020 Morlacchi Editore University Press, CC BY 4.0 International.
Published by Morlacchi Editore University Press.

58. Comune di Graffignano, (2016b), *Piano di emergenza comunale. Carta dello scenario rischio idrogeologico del Comune di Graffignano,* Regione Lazio, Comune di Graffignano, Viterbo, novembre 2016, [Online], <http://www.comune.graffignano.vt.it/c056029/images/Graffignano_PEC_21_RischioIdrogeologico.pdf> [Data di accesso20/05/2019]
59. Comune di Graffignano, (2016c), *Piano di emergenza comunale. Carta dello scenario rischio idrogeologico del Comune di Graffignano,* Regione Lazio, Comune di Graffignano, Viterbo, novembre 2016, [Online], <http://www.comune.graffignano.vt.it/c056029/images/PIANO%20EMERGENZA%20C./Graffignano_PEC_22_RischioSismico_.pdf> [Data di accesso20/05/2019
60. Comune di Graffignano, (2016e), *Piano di emergenza comunale. Carta della condizione limite di emergenza,* Comune di Graffignano*,* Regione Lazio, Comune di Graffignano Viterbo, novembre 2016, [Online], <http://www.comune.graffignano.vt.it/c056029/images/PIANO%20EMERGENZA%20C./Graffignano_PEC_22_RischioSismico_.pdf> [Data di accesso20/05/2019]
61. Comune di Graffignano, (2016d), *Piano di emergenza comunale. Condizione limite di emergenza, Note Illustrative,* Comune di Graffignano*,* Regione Lazio, Comune di Graffignano, Viterbo, novembre 2016, [Online], <http://www.comune.graffignano.vt.it/c056029/images/PIANO%20EMERGENZA%20C./Graffignano_PEC_22_RischioSismico_.pdf > [Data di accesso20/05/2019]
62. Petrozzi A., Gallicchio S., Fondacci L., *et al*., (2019), «La manutenzione degli alvei fluviali per la prevenzione dei dissesti idrogeologici: quadro normativo, impatti socio-economici e ambientali, criticità e nuove opportunità per il territorio» in Atti del 19° Congresso nazionale CIRIAF, *Energia e Sviluppo Sostenibile,* 12 Aprile 2019, Perugia, Morlacchi editore, Perugia, 39-45, [Online], <https://www.morlacchilibri.com/universitypress/index.php?content=scheda&id=964 > [Data di accesso15/07/2019]
63. Costanza, R., d'Arge, R., Groot, R. de, et al, (1997), «The value of the world's ecosystem services and natural capital» , *Nature,* 387.
64. Blum, W.E.H. (2005), «Functions of soil for society and the environment», *Rev Environ Sci Biotechnol,* 4: 75
65. Commissione Europea (2006), *Strategia tematica per la protezione del suolo*, COM (2006) 231. Bruxelles, 22.9.2006
66. Kumar P., ed. (2010), *TEEB-The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB): Ecological and Economic Foundations*, Earthscan, London
67. Millennium Ecosystem Assessment, (2005), *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis,* Island Press, Washington, DC. (68 SNPA, 2019)
68. Sistema Nazionale Protezione Ambiente, (2019), Consumo *di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici,* Report di sistema, 08 - 2019, [Online], <https://www.snpambiente.it/wp-content/uploads/2019/09/Rapporto_consumo_di_suolo_20190917-1.pdf> [Data di accesso 28/12/2019].

ISBN (online PDF) 978-88-9392-190-9 - © 2020 Morlacchi Editore University Press, CC BY 4.0 International.
Published by Morlacchi Editore University Press.

69. Van der Meulen S., Maring, L., (2018), *Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services Soil ecosystems* SOILS4EU/DGENV
70. Adhikari K., Hartemink, A.E., (2016), «Linking soils to ecosystem services - A global review» *Geoderma* 262 101–111
71. Dominati, E., Patterson, M., Mackay, A., (2010). «A framework for classifying and quantifying the natural capital and ecosystem services of soils». *Ecological Economics,* 69, 1858 – 1868
72. Assennato F., Braca G., Calzolari C., et al., (2018), *Mappatura e valutazione dell'impatto del consumo di suolo sui servizi ecosistemici: proposte metodologiche per il Rapporto sul consumo di suolo*. Annesso metodologico al Rapporto servizi ecosistemici 2018, [Online], <http://www.isprambiente.gov.it/files2018/pubblicazioni/rapporti/copy_of_AnnessometodologicoalRapportoServiziecosistemici_2018.pdf> [Data di accesso10/04/2019].
73. SAM4CP, (2018), *Azione B1 – Report tecnico – Sintesi – Valutazione e quantificazione dei benefici ecosistemici resi dal suolo*, [Online], <http://www.sam4cp.eu/documenti/> [Data di accesso 5/08/2019]
74. La Notte, A., D'Amato, D., Mäkinen, et al . (2017). «Ecosystem services classification: A systems ecology perspective of the cascade framework». *Ecological indicators*, 74, 392-402.
75. Ispra, [Online], <http://www.isprambiente.gov.it/it/temi/suolo-e-territorio/il-consumo-di-suolo/i-dati-sul-consumo-di-suolo> [Data di accesso 15/01/2020].
76. Rogers, Wendy, Mackenzie, Catriona and Dodds, Susan, «Why Bioethics Needs a Concept of Vulnerability», *International Journal of Feminist Approaches to Bioethics*, vol. 5, no. 2, 2012, pp. 11-38

ISBN (online PDF) 978-88-9392-190-9 - © 2020 Morlacchi Editore University Press, CC BY 4.0 International.
Published by Morlacchi Editore University Press.

XX CONGRESSO NAZIONALE CIRIAF
Sviluppo Sostenibile, Tutela dell'Ambiente e della Salute Umana - Atti
Perugia, 16 e 17 aprile 2020, Università degli Studi di Perugia

Perugia: Morlacchi Editore University Press, 2020.
ISBN (online PDF) 978-88-9392-190-9

L'edizione digitale on-line del volume è pubblicata ad accesso aperto su www.morlacchilibri.com.
La presente opera è rilasciata nei termini della licenza Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0: http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/legalcode). La licenza permette di condividere l'opera, nella sua interezza o in parte, con qualsiasi mezzo e formato, e di modificarla per qualsiasi fine, anche commerciale, a condizione che ne sia menzionata la paternità in modo adeguato, sia indicato se sono state effettuate modifiche e sia fornito un link alla licenza.
© 2020 Morlacchi Editore University Press
Pubblicato da Morlacchi Editore University Press, Piazza Morlacchi 7/9, 06123 Perugia
www.morlacchilibri.com

C.I.R.I.A.F.
Via G. Duranti, 63
06125 - Perugia
Tel. 075.585.3717
Fax 075.585.3697
centro.ciriaf@unipg.it
www.ciriaf.it