

Una metodologia applicata per la valutazione della propensione al recupero dei terrazzamenti liguri

I terrazzamenti, caratteristica distintiva dell'agricoltura ligure, sono un bene storico e culturale di grande valore, ma se non mantenuti costituiscono un fattore di rischio idrogeologico. Gestire oggi l'abbandono dei terrazzamenti significa mettere in sicurezza il territorio, ma il recupero di un sistema terrazzato è subordinato alla sostenibilità economica dell'intervento. Per individuare le azioni più efficaci è importante quindi considerare i fattori che ne condizionano l'utilizzo e valutare le diverse modalità di intervento possibili (recupero, messa in sicurezza, rinaturalizzazione). Se molti fattori sono di tipo economico, gestionale e sociale, altri invece dipendono da caratteristiche oggettive del territorio, che è possibile quantificare. In questo senso, è stata impostata e sperimentata una metodologia volta a definire la propensione al recupero e le priorità di intervento, per localizzare i sistemi terrazzati in cui un recupero potrebbe essere auspicabile e sostenibile e quelli in cui è necessario considerare altre strategie di gestione. La metodologia proposta, basata sull'utilizzo di strumenti GIS Open Source, permette di individuare i terrazzi con la maggior possibilità di essere recuperati ad uso agricolo e definire il miglior tipo di coltura utilizzabile. L'auspicio è che la metodologia possa essere di supporto agli enti territoriali, ma anche a piccole imprese o privati che intendono operare con piccole azioni dirette e pratiche.

Parole chiave: terrazzamenti agricoli, muri a secco, gestione del territorio, recupero agricolo, GIS Open Source.

An applied methodology for assessing predisposition to recovery of ligurian agricultural terraces. Terraces, distinctive feature of agriculture in the Liguria Region, are valuable historical and cultural assets, which, if not properly maintained, may represent a hydrogeological risk factor. To handle the abandonment of terraces means acting to secure the territory, but they recovery is subordinate to the economic sustainability of the intervention. To identify the most effective actions, it is important to consider the factors influencing the use of the areas and to evaluate the different intervention strategies (recovery, security, renaturalization). If many factors concern economical, management and social aspects, others depend on objective territorial characteristics, which can be quantified. In this sense, a methodology has been set up and tested on a study area to define propensity to recovery and intervention priorities and to identify terraced systems where recovery could be desirable or sustainable and those where a different management strategy would be preferable. The proposed methodology, based on GIS Open Source, allows to identify terraced areas with the highest chance of being reused for agricultural purposes and to define the most suitable crop to be used. The methodology could be a support to local authorities, as well as to small businesses or individuals who intend to operate with direct and practical actions.

Keywords: agricultural terraces, dry stone walls, land management, agricultural recovery, GIS Open Source.

1. Introduzione

1.1. Aree terrazzate e dissesto idrogeologico: una difficile gestione

I terrazzamenti agricoli sono una delle più imponenti ed antiche trasformazioni territoriali dell'uomo, sia come diffusione geografica che

per estensione. Con il declino della società agricola che li ha generati, tuttavia, si è persa anche l'azione di presidio e l'abbandono dei terrazzamenti ha comportato una serie di effetti negativi, riportati da molti autori, e che in sintesi risultano in un notevole aumento del rischio di dissesto idrogeologico (Agnoletti *et al.*, 2012; Brancucci *et al.*, 2001;

A.G. Stralla*
M. Cibrario*
P. Salmona*
V. Marin*
M. Solimano*
M. Ilicheva**
I. Vagge***
G. Brancucci*

* Geomorfolab, Department of Architecture and Design, University of Genoa, Italy

** Landscape Architect

*** Department of Agricultural and Environmental Sciences – Production, Landscape, Agroenergy, Milano, Italy

Koulouri and Giourga, 2007; Mauro, 2011; Crosta, 2003; Scaramellini e Varotto, 2008; Tarolli *et al.*, 2014). La Liguria è considerata una delle regioni italiane con maggiore densità di aree terrazzate (stimati 40.000 m di muri in pietra, 7% del territorio; Scaramellini e Varotto, 2008). Questa ricchezza specifica è stata a volte riconosciuta come valore da tutelare, come per il Paesaggio Culturale UNESCO delle Cinque Terre (Tarolli *et al.*, 2014), anche se purtroppo spesso questi riconoscimenti non sono sufficienti ad evitare disastri come quello del 2011 (Agnoletti *et al.*, 2012). Nel restante territorio, la maggior parte delle aree terrazzate liguri versa in stato di totale abbandono, costituendo al momento più un fattore di rischio che una risorsa, con implicazioni dirette ed indirette sulla sicurezza di persone ed infrastrutture.

Nella ricerca delle migliori soluzioni di gestione dei terrazzamenti in abbandono, siano di manutenzione, recupero o abbandono controllato, si affrontano molte difficoltà. La prima è legata alla reale conoscenza del problema: le aree in abbandono sono spesso di difficile localizzazione, non accessibili e ricoperte da vegetazione e le mappature esistenti sottostimano fortemente l'entità e la distribuzione delle aree abbandonate ed il rischio connesso, non permettendo una pia-

nificazione adeguata degli interventi (Scaramellini e Varotto, 2008). Un altro importante impedimento sono gli alti costi di manutenzione dei terrazzamenti, che ne rendono conveniente il recupero solo per le coltivazioni agricole di pregio (vite e ulivo), ma anche in questi casi spesso si rinuncia alle tecniche tradizionali (Duarte *et al.*, 2008; Ramos *et al.*, 2007; Stroosnijder *et al.*, 2008).

Nonostante le difficoltà, occorre prendere coscienza che la definizione di appropriate politiche di intervento e gestione, basate su dati quanto più aggiornati e reali possibile, non può essere rimandata. Anche l'aspetto economico dovrebbe essere visto in un'altra ottica, considerando che con l'aumento dei rischi generalmente aumentano anche i costi connessi a ripristini post-evento, con l'utilizzo a posteriori di ingenti risorse economiche che se usate per una corretta pianificazione potrebbero invece addirittura supportare iniziative di sviluppo locale.

1.2. Una proposta metodologica per la valutazione della propensione al recupero agricolo

L'obiettivo del presente lavoro è contribuire alla definizione di una metodologia, basata sull'utilizzo di software geografico Open Source, a supporto della corretta gestione delle aree

terrizzate, favorendone quando possibile un recupero agricolo sostenibile.

Il punto di partenza è stata la mappatura aggiornata in GRASS GIS dei terrazzi dell'area di studio, un bacino costiero ligure, realizzata con una metodologia semiautomatica di individuazione delle aree terrizzate, precedentemente sperimentata dagli autori (Salmona *et al.*, 2016), che, basandosi sull'analisi dei dati Lidar permette di superare gli ostacoli dati dalla presenza di vegetazione infestante e dalla scarsa accessibilità. In queste aree sono stati analizzati in maniera integrata i principali aspetti naturali e antropici del territorio, per individuare le aree terrizzate più favorevoli allo svolgimento di attività agricole. Un primo criterio dirimente è stato quello di considerare l'estensione e la continuità delle aree terrizzate, ritenendo di secondario interesse ai fini del recupero quelle sparse e con estensione molto limitata. In tutti i casi, una prima indicazione di intervento è data dalla eventuale presenza di fattori di rischio idrogeologico, nel qual caso infatti la priorità è ovviamente mettere in sicurezza l'area. I principali fattori morfologici e umani analizzati sono stati infine aggregati in una mappa riassuntiva che descrive le diverse aree attraverso le combinazioni dei vari fattori. A parte alcuni fattori escludenti o oggettivamente penalizzanti (forte pendenza, presenza di aree instabili,

inaccessibilità, ecc.), la maggior parte delle caratteristiche considerate ha diversa valenza a seconda della specie ed è stato quindi realizzato un database interrogando il quale è possibile, di volta in volta, evidenziare le aree terrizzate più o meno favorevoli ad una determinata coltivazione o, viceversa, quali coltivazioni sono adatte per una certa area.

2. Materiali e metodi

2.1. Area di studio

La metodologia è stata testata nel bacino del torrente Rupinaro (Figura 1), a 30 km ad est di Genova. Il bacino, che comprende la città di Chiavari, ha una superficie di 11 km² con un'esposizione prevalente a S-SW e un'altitudine media di 180m s.l.m., con quota massima di 550 m s.l.m. L'area, tradizionalmente a vocazione agricola, a seguito dell'abbandono delle campagne prosegue in una certa misura la coltura dell'olivo mentre le coltivazioni orticole e cerealicole, effettuate un tempo, soprattutto per autoconsumo, sono state abbandonate. Le aree coltivate ad olivo si trovano prevalentemente nei versanti esposti ad EST e intorno a Leivi. L'olivo coltivato è della varietà "Lavagnina", cultivar autoctona utilizzata prevalentemente per



Fig. 1. Inquadramento del bacino del torrente Rupinaro e foto di terrazzamenti con diverso stato di conservazione. The Rupinaro basin main morphology and pictures of its agricultural terraces.

la produzione di un olio dalla bassa acidità e dall'odore fruttato, denominato "Olio della Riviera Ligure", prodotto DOP (Caricato, 2009).

2.2. Metodologia

Il presente lavoro è stato svolto in ambiente GIS partendo da Open Data della Regione Liguria e del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare. Inoltre come supporto per i sopralluoghi sono stati utilizzati i dati del portale cartografico OpenStreetMap.

Le elaborazioni sono state effettuate utilizzando software Open Source, in particolare: GRASS GIS per le funzioni di analisi del terreno, map algebra e unsupervised image classification; Geopaparazzi per verifica sul posto con scheda personalizzata di rilievo; Spatialite per query su più tabelle.

2.2.1. Estrazione delle aree terrazzate da DTM Lidar

Con una specifica procedura in GRASS GIS 7.0 e Spatialite, precedentemente sperimentata in altre aree di studio (Salmona *et al.*, 2016), sono state individuate le aree terrazzate a partire dal DTM Lidar del Ministero dell'ambiente (risoluzione 1m). Attraverso il calcolo della derivata seconda del DTM sono stati individuati i cambi di pendenza, corrispondenti alla descrizione geomorfologica dei terrazzamenti (Sofia *et al.*, 2014; Tarolli *et al.*, 2015), estraendo i valori tra -0.5 e -0.04,

range che da precedenti test risulta comprendere la maggior parte delle testate dei muri (Salmona *et al.*, 2016). Da questo primo risultato si è proceduto all'estrazione delle geometrie con una struttura compatibile con quella dei terrazzamenti, attraverso l'applicazione successiva di filtri (Figura 2). Il primo filtro applicato ha lo scopo di eliminare le geometrie con superficie inferiore a quella minima per un'area terrazzata, definita sulla base di precedenti rilievi (< 20 m²), considerando gli insiemi di celle unite anche solo per un vertice (clump diagonale). Il secondo filtro è finalizzato ad escludere strutture non piane, considerando che indipendentemente dall'estensione del terrazzo un dislivello di quota maggiore di 6m tra i punti della testata del muro è ritenuto improbabile (Scaramellini and Varotto, 2008). L'ultimo filtro è di carattere geometrico ed elimina le geometrie troppo compatte a favore di forme allungate, utilizzando l'Indice di Compattezza incluso in GRASS (CI = perimeter / (2 * sqrt(PI * area)) ed escludendo le aree con CI > 2.

Nell'ottica del recupero, tramite uno studio di prossimità in Spatialite i risultati sono stati suddivisi in due tipologie: aree isolate e frammentate, indice di un abbandono più antico, un peggior stato di conservazione, una maggiore copertura arborea; "sistemi terrazzati", ossia raggruppamenti di geometrie, che si presentano continue su un'estensione abbastanza grande, probabilmente più favorevoli al recupero. I dati così ottenuti garantiscono una buona identificazione della posizione dei muri e delle fasce

terrazzate, anche isolati o coperti di vegetazione, come riscontrato da una prima validazione del metodo tramite rilievi in campo. Nei rilievi è stata utilizzata l'applicazione per smartphone Geopaparazzi, non solo per la verifica del posizionamento delle aree, ma anche per la descrizione qualitativa dei terrazzamenti e la raccolta di documentazione fotografica, tramite una scheda definita ad hoc. Oltre ad una buona corrispondenza dei risultati con la situazione reale, spesso anche nel caso di terrazzi distrutti o con solo parti visibili, i rilievi hanno permesso di verificare anche una buona corrispondenza del presunto migliore stato di conservazione dei sistemi terrazzati individuati tramite analisi di prossimità.

2.2.2. Valutazione della propensione al dissesto

Una volta individuate le aree terrazzate, si è proceduto a realizzare la valutazione della loro propensione al dissesto, un dato fondamentale per definire priorità e tipologia di eventuali interventi. La metodologia applicata consiste nell'individuazione di una serie di fattori predisponenti alle varie tipologie di frane che interessano le aree terrazzate e ad una loro analisi statistica in relazione a fenomeni pregressi censiti dal Progetto IFFI (Cibrario *et al.*, 2015). Su questa base si ottiene il grado di propensione al dissesto di ogni porzione di territorio in base alla specifica combinazione assunta dalle variabili considerate in quel dato luogo, esprimibile in classi.

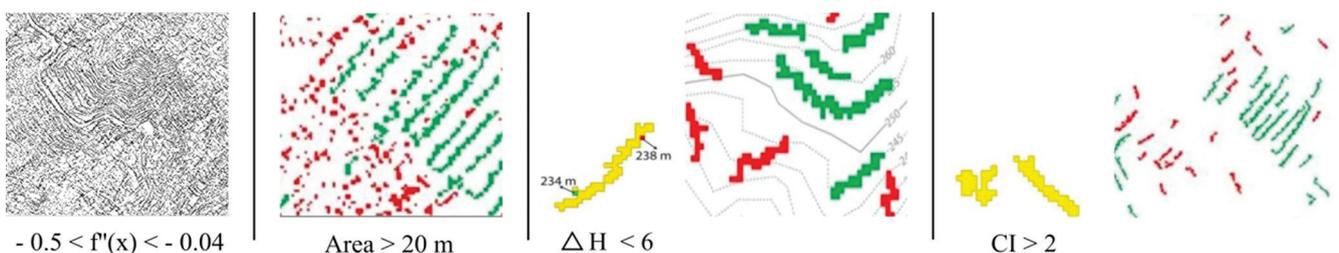


Fig. 2. Schema dei filtri utilizzati per l'estrazione dei terrazzamenti da Lidar. Scheme of the filter applied to individuate areas likely to be terraced from Lidar.

te evidenziate le principali esigenze ambientali, per poi confrontarle con le caratteristiche mappate precedentemente. In Tabella 1 se ne riporta un esempio, relativo alle condizioni di quota ed esposizione per alcune delle coltivazioni considerate, che nello specifico non hanno particolari esigenze edafiche (a parte la patata quarantina che rifugge i terreni alcalini), temono i ristagni idrici ed esigono un clima temperato. Non tutte le informazioni raccolte sono state poi incluse nella realizzazione delle mappe di propensione alla coltivazione in quanto per molti dati non esistono ancora mappe ufficiali.

2.2.5. Sintesi dei dati e valutazione della propensione per specie

Le mappe realizzate sono state quindi incrociate ottenendo una mappa di sintesi, che mantiene il valore assegnato ad ogni fattore e contemporaneamente permette di evidenziare le aree caratterizzate dalla stessa combinazione di fattori. Questi risultati, tramite query SQL in SpatialLite, permettono la creazione di mappe di propensione alla coltivazione per le diverse specie, in base alle esigenze delle diverse coltivazioni precedentemente codi-

ificate, o data un'area permettono di individuare tutte le coltivazioni più adatte. Per ciascuna specie, quota e altimetria individuano aree in cui la coltivazione è ottimale, possibile o sconsigliata, mentre le altre variabili affinano il risultato, anche in funzione dei metodi di coltivazione.

3. Risultati

L'applicazione del metodo all'area di studio ha permesso di ottenere risultati interessanti. I sistemi terrazzati coprono il 23% della superficie del bacino, mentre le aree frammentate il 7,9%. Solo il 2% di tutta la superficie terrazzata ha caratteristiche di propensione al dissesto secondo l'indice proposto ed è associabile ad un rischio basso. L'accessibilità ai sistemi terrazzati non è molto buona: a fronte di un 9,2% di aree estremamente accessibili, il 41%, è parzialmente accessibile e il 21% inaccessibile. Il 33% dei sistemi terrazzati ricade in aree coperte da vegetazione arborea o alto arbustiva, quindi meno favorevole al recupero, mentre circa il 55% presenta vegetazione erbacea o basso arbustiva, uliveti e uliveti abbandonati. La maggior parte della superficie dei sistemi terrazzati è ben esposta

(quasi il 30% a S-O), mentre solo il 5% ha esposizione sfavorevole (N).

Per quanto riguarda l'interrogazione del database creato per la realizzazione di mappe di propensione per le singole specie, si riporta a titolo di esempio la mappa di propensione alla coltivazione per la radice di Chiavari (*Cichorium intybus* L. var. *sativum* (Bisch.) Janch.), considerando per altimetria ed esposizione le tre diverse classi di propensione alla coltivazione e per gli altri parametri solo le classi più favorevoli (aree a vegetazione basso arbustiva, accessibilità migliore e pendenza <80%) (fig. 3). Dai risultati di questo esempio si nota come le aree indicate come "da escludere" sono quasi tutte corrispondenti a terrazzi isolati o ad aree già occupate dal bosco, le aree "non consigliate" sono sostanzialmente quelle già occupate da uliveti, più redditizi, e infine le aree più adatte ricadono in zone prive di vegetazione, spesso già orti, o con vegetazione bassa.

4. Discussione e conclusioni

L'applicazione della metodologia proposta all'area di studio ha permesso di testarne la validità. Dai risultati emerge che la mappatura

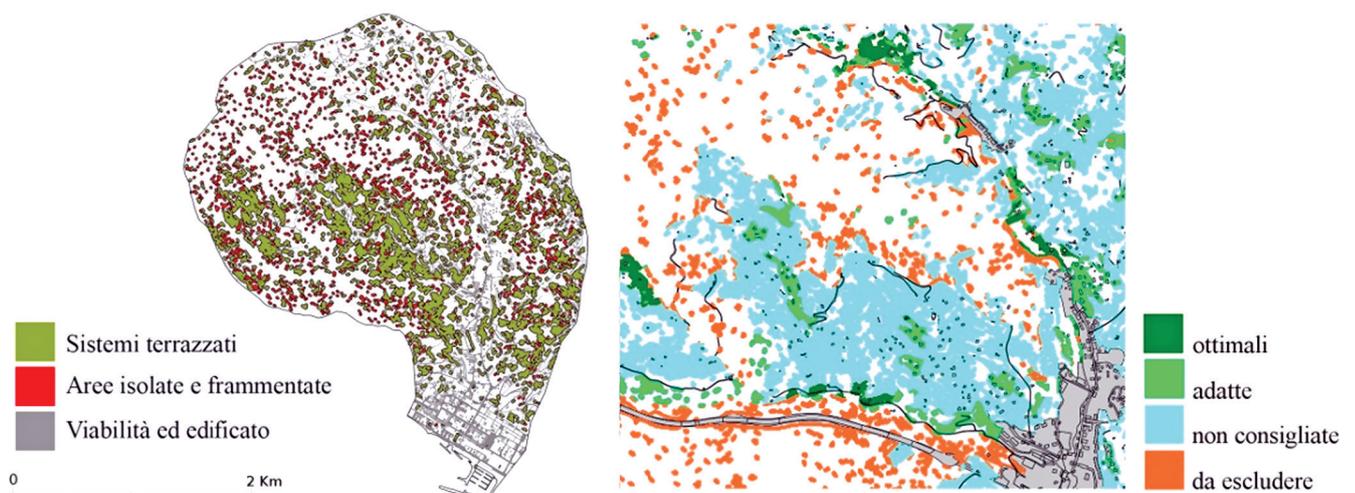


Fig. 3. A sinistra: sistemi terrazzati e aree terrazzate isolate e frammentate identificati nel bacino del Rupinaro. A destra: zoom sulla propensione alla coltivazione della radice di Chiavari delle aree terrazzate del Rupinaro
On the left: "Terraced systems" and isolated and fragmented terraced areas in the Rupinaro basin. On the right: specific vocation to the cultivation of the Chiavari root in the Rupinaro terraced areas.

delle aree terrazzate così ottenute costituiscono un buon dato, anche se al momento risente di alcune imprecisioni del DTM Lidar di base, soprattutto in aree vicine all'edificato. Per questo la verifica a terra rimane comunque fondamentale per proseguire nelle successive fasi di analisi. L'utilizzo della scheda di rilievo ad hoc ha permesso di fornire contemporaneamente indicazioni sulla reale presenza di aree terrazzate, sullo stato dei terrazzamenti e sulla presenza di coltivazioni. Il riscontro dell'esistenza di specifiche coltivazioni pregresse (alberi da frutta, vite, ecc.) è un valido indicatore per la scelta di un eventuale recupero, indicando come prioritario il ripristino della coltura esistente e fornendo anche informazioni per possibili alternative adatte ad aree con caratteristiche specifiche. Particolarmente utile si è dimostrata poi la divisione in sistemi terrazzati e aree disperse. Un confronto con i dati di accessibilità, pendenza ed esposizione ha infatti confermato che le aree terrazzate identificate come isolate hanno effettivamente condizioni poco favorevoli alla coltivazione ed un loro recupero sarebbe molto probabilmente antieconomico e poco produttivo, portando a prediligere processi di rinaturalizzazione controllata, eventualmente integrati da interventi a contrasto del rischio idrogeologico, quindi economici, duraturi e anche tecniche non tradizionali e a basso costo.

Nel caso di recupero di sistemi terrazzati relativamente integri ed in aree di pregio, invece, occorre considerare tecniche di recupero tradizionali che ne mantengano le caratteristiche anche paesaggistiche ed il valore culturale, purtroppo estremamente costose e richiedenti continua manutenzione. A questo proposito, le indicazioni puntuali che emergono dall'analisi di propensione al recupero agricolo proposta in questo lavoro possono essere di supporto all'identificazione di soluzioni efficaci. Inoltre, per una mag-

gior sostenibilità economica del recupero agricolo, sarebbe opportuno l'affiancamento con altre attività di tipo ricreativo, didattico o legate ad un turismo sostenibile, che favoriscano la conoscenza dei luoghi, la consapevolezza dei visitatori e utilizzando i prodotti locali contribuiscono ad accrescerne il mercato.

5. Bibliografia

- Agnoletti, M., Santoro, A., Emanuelli, F., Maggiari, G. e Preti, F., 2012. *Terracing and hydrogeological risk. A study of the environmental disaster of 25 October 2011 in Cinque Terre*. in: Agnoletti, M., Carandini, A., e Santagata W. (Eds.), *Florens 2012 Studi e Ricerche*. Bandecchi & Vivaldi Editori – Stampator, Pontedera, pp. 25-46.
- Arfini F., Belletti, G., Marescotti A., 2013. *Prodotti tipici e denominazioni geografiche. Strumenti di tutela e valorizzazione*. Ed. Tellus, Roma.
- Brancucci, G., Ghersi, A. e Ruggiero, M.E., 2001. *Il paesaggio terrazzato ligure: da valore ambientale e culturale a elemento di rischio*. *Geologia dell'ambiente*. 2. pp. 2-11.
- Caricato, L., 2009. *Gli olii DOP Riviera Ligure*. Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali, Roma.
- Cibrario, M., Stralla, A.G., Marin, V., Salmona, P. e Brancucci, G., 2015. *Landslide risk forecasting based on Unique Conditions Units*. *Geomatic Workbooks*. 12. p. 655
- Crosta, G.B., Dal Negro, P. e Frattini, P., 2003. *Soil slips and debris flows on terraced slopes*. *Natural Hazards and Earth System Sciences*. 3. pp. 31-42.
- Duarte, F., Jones, N. e Fleskens, L., 2008. *Traditional olive orchards on sloping land: Sustainability or abandonment?* *Journal of Environmental Management*. 89(2). pp. 86-98.
- Koulouri, M. e Giourga, C., 2007. *Land abandonment and slope gradient as key factors of soil erosion in Mediterranean terraced lands*. *Catena*. 69. pp. 274-281.
- Mauro, G., 2011. *Agricultural terraced landscapes in the Province of Trieste (Northeastern Italy)*, in: Borruso, G., Murgante, B. e Lapucci A. (Eds.), *Environmental geocomputation for sustainable development, Studies in Computational Intelligence*. Berlin Heidelberg, Springer-Verlag. pp. 147-153.
- Ramos, M.C., Cots-Folch, R. e Martínez-Casasnovas, J.A., 2007. *Sustainability of modern land terracing for vineyard plantation in a Mediterranean mountain environment – The case of the Priorat region (NE Spain)*. *Geomorphology*. 86 (1-2). pp. 1-11.
- Salmona, P., Cibrario, M., Marin, V., Stralla, A.G., Brancucci, G., Solimano, M., 2016. *Metodologia speditiva per l'individuazione delle aree terrazzate per la conservazione del paesaggio e la riduzione del rischio idrogeologico*. Comunicazione al XVII Meeting degli utenti italiani GRASS e GFOSS-11-12/02/2016. Parma.
- Scaramellini, G., e Varotto, M., 2008. *Terraced landscapes of the Alps: Atlas*. ALPTER Project. Venezia, Marsilio Editori.
- Stroosnijder, L., Mansinho, M.I. e Palese A.M., 2008. *OLIVERO: The project analysing the future of olive production systems on sloping land in the Mediterranean basin*. *Journal of Environmental Management*. 89. pp. 75-85.
- Tarolli, P., Preti, F. e Romano, N., 2014. *Terraced landscapes: from an old best practice to a potential hazard for soil degradation due to land abandonment*. *Anthropocene*. 6. pp. 10-25.
- Tarolli, P., Sofia, G., Calligaro, S., Prosdocimi, M., Preti, F. e Dalla Fontana, G., 2015. *Vineyards in Terraced Landscapes: New Opportunities from Lidar Data*. *Land Degradation & Development*. 26(1). pp. 92-102.