

## Un WebGIS per la divulgazione delle analisi dei processi di desertificazione del territorio della Puglia

Grazia Caradonna (\*), Eufemia Tarantino (\*\*), Antonio Novelli(\*),  
Benedetto Figorito (\*\*), Umberto Fratino (\*)

(\*) Politecnico di Bari, via Orabona 4, 70125, Bari, Italy, eufemia.tarantino@poliba.it  
(\*\*) ARPA - Puglia, C.so Trieste 27, 70126, Bari, Italy b.figorito@arpa.puglia.it

### Riassunto

Negli ultimi decenni, in seguito alla crescente intensificazione e diversificazione delle pratiche agricole, alle cause naturali di degradazione del suolo si sono aggiunte cause di natura antropica, indotte da un uso sconsiderato del territorio. La desertificazione è uno dei più allarmanti processi di degradazione ambientale che affligge più del 25% delle terre emerse minacciando la salute e l'economia di oltre un miliardo di persone. L'Italia, è direttamente interessata; il 52% del territorio infatti, è esposto a potenziali fenomeni di desertificazione, percentuale concentrata soprattutto nelle regioni mediterranee. La gestione delle informazioni ambientali e territoriali attraverso sistemi informativi territoriali geografici, costituisce oggi un importante strumento di supporto ai processi interpretativi e decisionali mirati all'individuazione di azioni tese alla mitigazione e alla lotta a tale problema. L'impellente necessità di condividere informazioni ambientali, legata da un lato alla crescente sensibilizzazione dei cittadini a questi temi, dall'altro all'obbligo di adempiere a Normative comunitarie, negli ultimi anni ha indotto la necessità crescente di realizzare strumenti divulgativi di Webmapping.

In questo articolo viene descritto lo sviluppo di un WebGIS orientato alla divulgazione delle analisi dei processi di desertificazione del territorio della Puglia. Il sistema è stato realizzato con una suite di software Open Source (Apache http Server, Geo-server Mapserver per la rappresentazione dei dati geografici e Webmapping framework Pmapper) con funzionalità tipiche dei sistemi WebGIS. Inoltre è INSPIRE compliant in quanto consente di scaricare i dati in formati elaborabili (shp, kml).

### Abstract

In the last decades the land's inconsiderate use, due to the increasing intensification and diversification of agricultural practices has stimulated soil degradation. Desertification is one of the most alarming processes of environmental degradation that affects more than 25% of the land and threatens the health and economy of over a billion people. This issue directly affects Italy: 52% of the Italian territory in fact, is exposed to potential desertification and this percentage is concentrated especially in the Mediterranean area. Today the management of environmental information through geographic information systems represents an important instrument to support decision-making processes aimed at identifying actions aimed at mitigating and combating this problem.

The urgent need for shared environmental information due to both the growing public awareness about this themes and the obligation to fulfill EU regulations, has inspired the growing need to make WebMapping tools. This paper proposes a WebGIS to disseminate maps for evaluating the evolution of the desertification and the change of the land use in Apulia territory.

The system was designed with a suite of Open source software (Apache http Server, Geo-server Mapserver for the representation of geographic data and Webmapping framework Pmapper) with typical functions of WebGIS. The implemented system is INSPIRE compliant: data can be downloaded in an easily processable format (shp, kml).

## Introduzione

La desertificazione è un processo dinamico e temporalmente distribuito, che influisce negativamente sugli ecosistemi, riducendo la produttività delle risorse naturali (Coscarelli, Caloiero et al. 2015), derivante da vari fattori, tra cui le variazioni climatiche e le attività umane (Secretariat 1997). Tuttavia è molto difficile individuare quale di queste sia la causa principale (Meyer and Turner 1992).

Negli Stati membri dell'Unione Europea che si affacciano sul Mediterraneo il problema della degradazione del territorio è divenuto un problema primario da monitorare e risolvere. Diversi studi hanno evidenziato che l'Italia è afflitta da tale problema soprattutto in alcune zone costiere delle regioni meridionali (Puglia, Basilicata, Calabria), e sulle principali isole (Sicilia e Sardegna) (Coscarelli, Caloiero et al. 2015). Una scossa importante, che ha indotto a raggiungere sempre più consapevolezza sull'entità del fenomeno, è stata fornita da progetto MEDALUS (Mediterranean Desertification Land Use), finanziato dall'Unione Europea che, per la prima volta nel 1999, ha adottato un approccio multidisciplinare per lo studio del fenomeno nelle aree mediterranee (Kirkby, Abrahart et al. 1998). Utilizzando lo stesso approccio adottato nel progetto MEDALUS, l'Agenzia Ambientale Europea ha elaborato per la prima volta una carta del rischio di desertificazione dell'Italia in scala 1:250000 (Dipace and Baldassarre 2005).

Tra i diversi metodi spesso utilizzati per il monitoraggio dell'avanzamento del fenomeno, negli ultimi anni sta assumendo sempre più importanza la stima della perdita di vegetazione da immagini telerilevate attraverso indici di vegetazione e analisi di uso del suolo (Liu and Wang 2007, Shalaby and Tateishi 2007, Zhang, Chen et al. 2008).

Anche in Italia, come in molti Paesi le banche dati disponibili sono ancora inadeguate a fornire un'informazione realistica sull'estensione e la severità del processo a livello nazionale (Glantz 2005). Il Telerilevamento satellitare ha il potenziale di superare, almeno in parte queste lacune, fornendo una copertura continua su scale temporali decennali di importanti parametri ambientali. Tuttavia spesso, soprattutto per un utente poco esperto risulta difficile reperire e scaricare questi dati nonostante siano liberi.

Obiettivo di questo lavoro è quello di proporre uno strumento che consenta a chiunque di visualizzare e scaricare online, attraverso un WebGIS interattivo, mappe tematiche di uso del suolo e immagini telerilevate da satellite che hanno già subito un pre-processing.

Nella prima fase si è provveduto alla realizzazione del geodatabase: si è scelto di rendere disponibili mappe di uso del suolo (Land Use/Land Cover) per l'area di Taranto e mappe dell'indice di vegetazione Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) per tutta la Regione Puglia.

L'NDVI (Tucker 1979), è un indice molto efficace per il monitoraggio della salute della vegetazione e dunque utile valutare l'avanzamento del fenomeno della desertificazione (Bååth, Gällerspång et al. 2002), (Weiers, Bock et al. 2004). Sono molti i dataset disponibili che forniscono prodotti NDVI a diversa risoluzione spaziale e temporale (Hagolle, Lobo et al. 2005). In questo caso, tra i tanti set di dati disponibili, sono stati scelti per popolare il database i dati SPOT VGT S10 NDVI.

Per l'area di Taranto era già disponibile un dataset di dati multitemporali Landsat, processati, interpretati e trattati in precedenti progetti di ricerca.

Nella seconda fase del lavoro si è implementato un portale WebGIS che riesca ad adempiere in pieno alle due caratteristiche ricercate, dovendo essere soprattutto un mezzo di supporto alle analisi: che fosse di facile utilizzo e consenta consultazione e download speditivi di dati spesso poco reperibili.

Il WebGIS è stato realizzato con un pacchetto di software Open Source 'MS4W', costituito dal server Apache http, dal server geografico Mapserver per la pubblicazione di dati spaziali e applicazioni cartografiche interattive sul web, e dal framework di webmapping Pmapper, un front-end scritto in PHP e Javascript che consente un controllo dinamico di MapServer (Caradonna, Figorito et al. 2015).

Le funzionalità implementate sono le classiche funzionalità possedute da un WebGIS. In aggiunta, si è scelto di fornire la possibilità di scaricare le mappe in formato shp in modo da renderle facilmente utilizzabili.

## Metodo

### Dati e pre-processamento

I layers pubblicati nel prototipo implementato sono sia in formato raster che vettoriali. Per esigenze organizzative legate ad una agevole comprensione del sito, i dati sono stati raggruppati in 3 macro gruppi: 1) Base cartografica, 2) NDVI/ SPOT VGT, 3) Uso del suolo Taranto /LANDSAT.

Le serie SPOT VGT S10 NDVI scelte sono quelle acquisite dal 1999 al 2003. Lo strumento VEGETATION (VGT) comprende quattro bande spettrali del blu, rosso, NIR e SWIR: le bande rosse e NIR sono di solito utilizzate per caratterizzare la vegetazione e la banda blu, invece per le correzioni atmosferiche. L'orbita della sonda VGT garantisce una copertura globale quotidiana della superficie terrestre con un'impronta di 1km a terra (Figorito, Tarantino et al. 2013). La Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek (VITO) ([www.vgt.vito.be](http://www.vgt.vito.be)) opera le correzioni atmosferiche e geometriche sui dati i cui risultati sono prodotti di sintesi a 10 giorni. È stato necessario riproiettare i dati dalla proiezione Plate Carrée (ellissoide WGS 84) al sistema cartografico UTM WGS 84 fuso 33N, ricampionandoli attraverso la tecnica del Nearest Neighbor. Per ogni digital number (DN) è stato calcolato il Normalized Differenced Vegetation Index utilizzando la relazione lineare [1] fornita dall' Agenzia VITO.

$$NDVI(t)_{ij} = (DN(t)_{ij} * a) + b \quad [1]$$

in cui:

- $NDVI(t)_{ij}$  e  $DN(t)_{ij}$  sono rispettivamente l'indice NDVI e il DN relativo al tempo t e alle coordinate (matriciali) ij;
- $a = 0.004$ ;
- $b = -0.1$ .

Il dataset LANDSAT, già disponibile, è costituito da 8 scene acquisite dal satellite LANDSAT 5 tra 1986 e il 2011 prive di copertura nuvolosa (Tab. 1).

Scene id	Data
LT51870321986234XXX01	22/08/1986
LT51870321987109AAA02	19/04/1987
LT51870322000241FUI00	28/08/2000
LT51870322003265MTI01	22/09/2003
LT51870322004236MTI00	23/08/2004
LT51870322009201MOR00	20/07/2009
LT51870322010236MOR00	24/08/2010
LT51870322011191MOR00	10/07/2011

Tabella 1 - Dataset LANDSAT.

Le mappe di uso del suolo relative all'area della provincia di Taranto sono state ottenute attraverso una classificazione supervisionata mediante Reti Neurali Artificiali poiché in letteratura scientifica

sono considerate uno strumento efficace nel trattamento di serie storiche di immagini satellitari, anche in casi di carenza di dati di verità a terra.

**WebGIS**

La soluzione tecnologica proposta, conforme alle specifiche OGC, si basa su normali funzionalità client/server e combina più tecnologie open source.

La suite di software utilizzata è composta da

- UNM MapServer (versione 6.4.1);
- Pmapper (versione 4.3.2);
- Apache 2.2.22.

Per quanto riguarda la gestione del lato client, attraverso un browser (Firefox, Chrome, ecc), l'utente invia una richiesta al server Web che la riceve, la elabora e invoca Mapserver (Gkatzoflias, Mellios et al. 2013). Sul lato server, c'è un Common Gateway Interface (CGI), scritta per esempio nel nostro caso in PHP, che produce l'immagine che l'utente visualizza. Mapserver è costituito da un map file, attraverso cui è possibile settare i parametri cartografici, un template file che è ciò che l'utente vede dal suo browser e il programma CGI che è il vero motore del WebGIS.

Il portale WebGIS nel complesso presenta un'interfaccia molto intuitiva e di facile utilizzo. I layers sono raggruppati sulla destra in una TOC, in tre macro gruppi, ed ognuno di essi contiene altri layers visibili attraverso uno switch. Le funzionalità messe a disposizione dell'utente sono quelle basilari tipiche di un WebGIS ed in particolare: navigazione geografica, pan, query singole e multiple, stampa, localizzazione e download dei dati tabellari e geografici. Durante l'esplorazione della mappa, l'utente può elaborare una prima analisi qualitativa di un fenomeno: ad esempio, una prima analisi visiva della serie temporale, induce l'utente ad asserire se, nel corso degli anni si è verificato un avanzamento dei territori degradati.

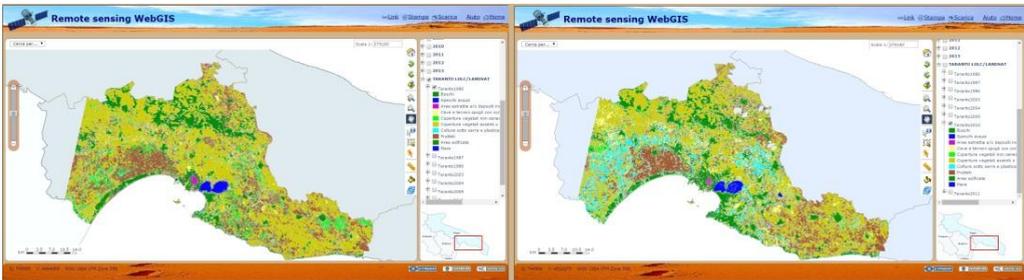


Figura 1 - Visualizzazione dell'Uso del suolo del 2006 e del 2010 per la provincia di Taranto.

Inoltre, qualora si volesse concentrare la propria analisi su un comune specifico della provincia di Taranto (Figura 1), attraverso l'utilizzo di query multiple è possibile estrarre una particolare classe di uso del suolo nel comune di interesse e scaricarlo in formati elaborabili quali (shp, kml), in modo tale da ottenere ad esempio velocemente lo shape file di tutte le aree edificate del comune di Taranto (Figura 2).

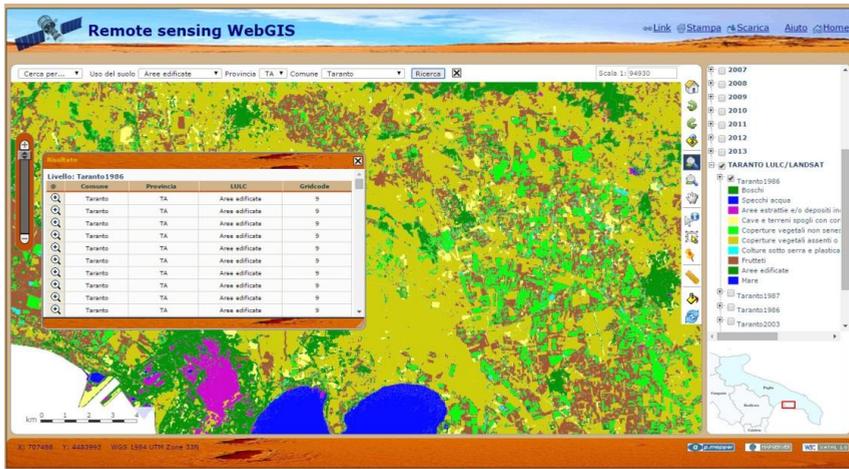


Figura 2 - Esempio di Query multipla.

Inoltre, essendo stati resi interrogabili, i dati raster è possibile visualizzare simultaneamente i valori di NDVI per comprendere come è variato negli anni lo stato di salute della vegetazione in un determinato territorio.

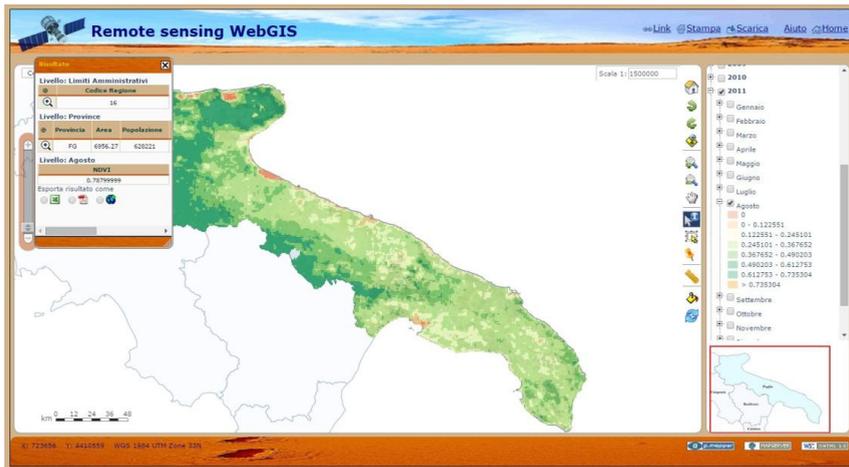


Figura 3 - Interrogazione di dati Raster.

**Conclusioni**

L'obiettivo di questo lavoro è stato quello di creare uno strumento, di facile utilizzo, che consentisse a chiunque di eseguire analisi qualitative e quantitative sull'avanzamento del fenomeno della desertificazione, devastante soprattutto per le zone meridionali dell'Italia. Il WebGIS è uno strumento che negli ultimi anni sta diventando soprattutto un ottimo mezzo di supporto alle decisioni. Infatti consente di reperire dati in modo facile e speditivo. Inoltre, dal momento che le mappe sono pubblicate sul Web, esiste un'interazione visiva con i dati che aiuta l'utente qualora fosse necessario ottenere una valutazione qualitativa speditiva. La visualizzazione istantanea delle mappe multi-temporali di uso del suolo aiuta immediatamente a comprendere, se pur qualitativamente, il trend negli anni del consumo di suolo. Inoltre, a causa della natura

ubiquitaria di Internet, i dati geospaziali possono in questo modo essere accessibili da chiunque e ovunque. Tuttavia la tecnologia WebGIS non è priva di difetti. Il problema principale è rappresentato dall'estrema dipendenza dalla connessione internet (Netek and Balun 2014): i WebGIS fanno un uso pesante di grafica che a volte può rallentare la velocità di caricamento della mappa e raggiungere una lentezza intollerabile per gli utenti. Inoltre attualmente non possiede la stessa complessità e gamma di strumenti forniti dai software GIS desktop. D'altra parte l'utilizzo di un WebGIS non richiede computer potenti, licenze e formazioni (Alesheikh, Helali et al. 2002). Quindi attualmente sarebbe inappropriato pensare che un WebGIS possa sostituire i software GIS. Tuttavia il prototipo implementato in questo studio rappresenta uno strumento di supporto alle decisioni e ideale per ottenere dati, scaricabili in formati facilmente elaborabili (shp kml, geotiff) (Boulos and Honda 2006), spesso difficilmente reperibili sul Web.

### Bibliografia

Alesheikh, A. A., Helali, H., & Behroz, H. A. (2002), "Web GIS: technologies and its applications", *Symposium on geospatial theory, processing and applications*, (Vol. 15).

Bååth, H., Gällerspång, A., Hallsby, G., Lundström, A., Löfgren, P., Nilsson, M., & Ståhl, G. (2002), "Remote sensing, field survey, and long-term forecasting: an efficient combination for local assessments of forest fuels", *Biomass and Bioenergy* 22(3): 145-157.

Boulos, M. N. and K. Honda (2006), "Web GIS in practice IV: publishing your health maps and connecting to remote WMS sources using the Open Source UMN MapServer and DM Solutions MapLab", *International Journal of Health Geographics* 5(1): 6.

Caradonna, G., Figorito, B., & Tarantino, E. (2015), "Sharing Environmental Geospatial Data Through an Open Source WebGIS", *Computational Science and Its Applications--ICCSA 2015*, Springer: 556-565.

Coscarelli, R., Caloiero, T., Minervino, I., & Sorriso-Valvo, M. (2015), "Sensitivity to desertification of a high productivity area in Southern Italy", *Journal of Maps*.

Dipace, A. and G. Baldassarre (2005), "Aree sensibili alla desertificazione nel Tavoliere di Puglia", *Giornale di Geologia Applicata* 2: 203-209.

Figorito, B., Tarantino, E., Balacco, G., Gioia, A., & Iacobellis, V. (2013), "LAI retrieval from SPOT Vegetation in Mediterranean basins", *33rd EARSeL Symposium*, (Vol. 1, pp. 606-612).

Gkatzoflias, D., Mellios, G., & Samaras, Z. (2013)", Development of a web GIS application for emissions inventory spatial allocation based on open source software tools", *Computers & Geosciences* 52: 21-33.

Glantz, M. H. (2005), Desertification, *Encyclopedia of World Climatology*, Springer: 318-324.

Hagolle, O., Lobo, A., Maisongrande, P., Cabot, F., Duchemin, B., & De Pereyra, A. (2005), "Quality assessment and improvement of temporally composited products of remotely sensed imagery by combination of VEGETATION 1 and 2 images", *Remote sensing of Environment* 94(2): 172-186.

Kirkby, M. J., Abrahart, R., McMahon, M. D., Shao, J., & Thornes, J. B. (1998), "MEDALUS soil erosion models for global change", *Geomorphology* 24(1): 35-49.

- Liu, S. and T. Wang (2007), "Aeolian desertification from the mid-1970s to 2005 in Otindag Sandy Land, Northern China", *Environmental Geology* 51(6): 1057-1064.
- Meyer, W. B. and B. L. Turner (1992), "Human population growth and global land-use/cover change", *Annual review of ecology and systematics*: 39-61.
- Netek, R. and M. Balun (2014), "WebGIS Solution for Crisis Management Support–Case Study of Olomouc Municipality", *Computational Science and Its Applications–ICCSA 2014*, Springer: 394-403.
- Secretariat, C. (1997), "United Nations Convention to Combat Desertification in those countries experiencing serious drought and/or desertification, particularly in Africa", *Text with Annexes Geneva*: 7-71.
- Shalaby, A. and R. Tateishi (2007), "Remote sensing and GIS for mapping and monitoring land cover and land-use changes in the Northwestern coastal zone of Egypt", *Applied Geography* 27(1): 28-41.
- Tucker, C. J. (1979), "Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation", *Remote sensing of Environment* 8(2): 127-150.
- Weiers, S., Bock, M., Wissen, M., & Rossner, G. (2004), "Mapping and indicator approaches for the assessment of habitats at different scales using remote sensing and GIS methods ", *Landscape and Urban Planning* 67(1): 43-65.
- Zhang, Y., Chen, Z., Zhu, B., Luo, X., Guan, Y., Guo, S., & Nie, Y. (2008), "Land desertification monitoring and assessment in Yulin of Northwest China using remote sensing and geographic information systems (GIS)", *Environmental monitoring and assessment* 147(1-3): 327-337.