

MODELLI RASTER DI USO DEL SUOLO NELLA LUNGA DURATA IN AMBIENTE MONTANO CON GRASS

1. CONTESTO E SCOPI DELL'APPLICAZIONE

Il presente contributo si propone di descrivere un procedimento, basato su tecnologia GIS open source GRASS (<http://www.grass.itc.it/>), di acquisizione, trattamento e analisi spaziale di informazioni geo-ambientali e storico-archeologiche, finalizzato alla creazione di modelli raster (NETELER, MITASOVA 2008, 7) di uso del suolo nella lunga durata. L'applicazione si inquadra nell'ambito di un progetto di analisi comparativa delle pratiche agropastorali diacroniche e della gestione integrata delle risorse, dal neolitico all'epoca moderna in ambiente montano in alcune regioni-campione (Progetto AIII-4, Exzellenz Cluster 264 TOPOI, Freie Universität Berlin: "Vergleichende GIS-gestützte Nutzungsanalyse montaner Landschaften"). Le montagne occupano circa un quinto della superficie terrestre, contengono importanti eco-sistemi e sono fonte di risorse naturali principalmente idriche e minerarie. La topografia e il clima costituiscono i fattori rilevanti che contribuiscono a rendere "marginali" e difficilmente accessibili tali ambienti (WALSH 2005), il cui popolamento in epoca pre-industriale si basa principalmente su pratiche economiche agro-silvo-pastorali di sussistenza, oltre che sullo sfruttamento delle materie prime.

In questa sede ci si propone dunque principalmente di descrivere la metodologia adottata, basata sull'uso di moduli raster e di definire una procedura di modellazione rispondente a criteri di trasparenza e riproducibilità, funzionale agli obiettivi comparativi della ricerca.

A tale scopo, si prende qui in esame un transetto laterale dell'Alta Valle del Rodano nel distretto di Hérens (Cantone Vallese, Svizzera). La scelta di tale contesto permette di elaborare e/o verificare con metodi quantitativi modelli di organizzazione del territorio nella dimensione sia orizzontale che verticale, legata alle pratiche agropastorali off-site e di mobilità connesse principalmente alla transumanza (cfr. CURDY, DAVID-ELBIALI, HONEGGER 1999 e CURDY 2007 per una sintesi sulle dinamiche di popolamento e sul modello di distribuzione altimetrica degli insediamenti per fase nella regione considerata).

2. ACQUISIZIONE E TRATTAMENTO DEI DATI

I dati cartografici relativi alla regione analizzata (fonte: CC GEO-Kanton Wallis; sistema di riferimento geodetico CH1903) sono stati importati in GRASS 6.2.3, installato su sistema operativo Ubuntu GNU/Linux 8.11.

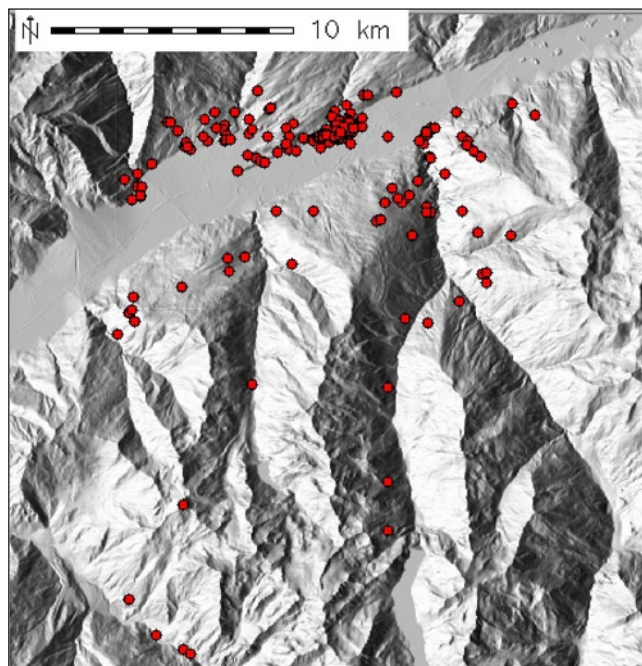


Fig. 1 – DTM e siti archeologici (campione) della zona considerata.

La banca dati relativa alle evidenze archeologiche (fonte: État du Valais) è stata importata in formato vettoriale (punti):

```
GRASS 6.2.3 (Heremence):~ > v.in.db driver=dbf database=$GISDBASE/  
$LOCATION_NAME/$MAPSET/dbf/table=<table_file> x=X y=Y z=Z  
key=ID output=<points_file>.
```

La cartografia tematica in formato vettoriale Shapefile (temi rilevanti: dati geologici e idrografici, uso del suolo attuale, viabilità principale e secondaria) è stata importata secondo il seguente procedimento:

```
GRASS 6.2.3 (Heremence):~ > v.in.ogr dsn=$datasourcename/Shapefiles/  
<shapefile.shp> output=<vector_file> min_area=0.0001 snap=-1.
```

Gli strati informativi rilevanti alla costruzione del modello sono stati convertiti in formato raster:

```
GRASS 6.2.3 (Heremence):~ > v.to.rast input=<vector_file> output=<raster_  
file> use=attr layer=1 value=1 rows=4096.
```

Un modello digitale del terreno è stato creato a partire da dati Lidar (risoluzione 2m) in formato ASCII xyz, utilizzando uno script in bash shell per

automatizzare il procedimento di importazione dei punti in formato raster, estrazione dei punti in formato vettoriale e generazione del DTM (Fig. 1) per interpolazione (*regularized spline with tension*):

```
GRASS 6.2.3 (Heremence):~ > r.in.xyz input=<dtm_sectionXXX.xyz>  
output=<dtmXXX> method=mean type=FCCELL fs=' ' x=1 y=2 z=3 per-  
cent=100
```

```
GRASS 6.2.3 (Heremence):~ > r.to.vect -z input=<dtmXXX> output=<dtmXXX_  
vector> feature=point
```

```
GRASS 6.2.3 (Heremence):~ > v.surf.rst input=<dtmXXX_vector> layer=0  
elev=<dtmXXX_elevation> maskmap=<dtmXXX> segmax=25 npmin=120.
```

I DTM così ottenuti (54 sezioni) sono stati poi composti in un'unica mappa raster (output=<dtm_file>) col modulo `r.patch`, previa definizione della regione completa (`g.region`).

3. MODELLO RASTER

3.1 Costruzione del modello

Il metodo adottato per la costruzione del modello si basa sulla creazione di *cost surfaces*, superfici raster che rappresentano i costi cumulativi di movimento da un punto su una mappa fornita come input (NETELER, MITASOVA 2008, 135; VAN LEUSEN 2002, cap. 6.2; GIETL, DONEUS, FERA 2008 per un esempio di *cost distances analysis* in ambiente alpino e un test comparativo dei moduli di analisi delle maggiori implementazioni GIS commerciali ed open source).

A partire dal modello digitale del terreno (DTM) della zona, sono state generate le variabili topografiche relative a pendenza ed esposizione:

```
GRASS 6.2.3 (Heremence):~ > r.slope.aspect elevation=<dtm_file>  
slope=<slope_file> format=percent prec=float aspect=<aspect_file> zfactor=1.0  
min_slp_allowed=0.0.
```

Una mappa del costo cumulativo di movimento viene creata con il modulo `r.cost`, a partire da costi relativi alla pendenza riclassificata in 9 classi tramite il modulo `r.reclass` secondo "reclass rules", secondo una tabella che contiene le nuove classi di valori categorici:

```
GRASS 6.2.3 (Heremence):~ > r.cost -k -r input=<slope_reclass_file>  
output=<cost_file> start_points=<points_file> max_cost=0 percent_me-  
mory=100.
```

Il risultato di questa prima analisi dipende esclusivamente dai costi determinati dalla topografia, che definisce il grado di accessibilità al territorio, come base del modello raster.

Grazie alla possibilità di implementazione del software open source GRASS da parte della comunità scientifica, nuovi moduli di analisi specifici

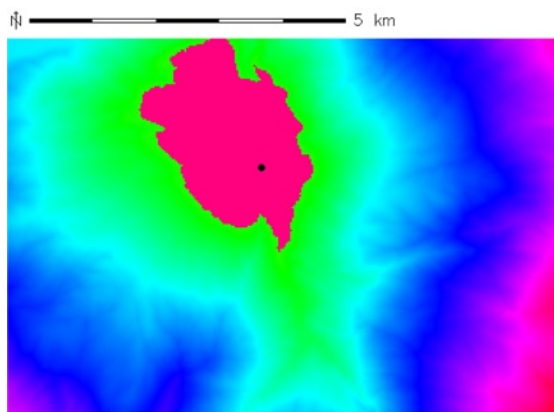


Fig. 2 – Buffer creato con il modulo `r.catchment` intorno ad abitato (altitudine: 840m; fasi: neolitico-età del bronzo-età del ferro).

sono reperibili ed utilizzabili dall'utente. Agli scopi di questo tipo di analisi, offrono notevoli e interessanti potenzialità i moduli implementati per la modellazione delle dinamiche diacroniche di uso del suolo agropastorale intorno ai siti: <http://trac.osgeo.org/grass/browser/grass-addons/LandDyn>; autore: I. Ullah, Arizona State University, 2007. Il modulo `r.catchment` crea un buffer intorno ai siti utilizzando `r.walk`, che genera, in modo analogo a `r.cost` una superficie di costo cumulativo, ma, a differenza del modulo suddetto, costi anisotropici, dipendenti cioè dalla direzione del movimento (Fig. 2):

```
GRASS 6.2.3 (Heremence):~ >r.catchment -k incost=<slope_reclass_file>
elev=<dtm_file> vect=<points_file> a=0.72 b=6.0 c=1.9998 d=-1.9998
lambda=3.5 slope_factor=-0.2125 buffer=<catchment_file> area=5000000
start_step=1 step_size=10 mapval=1.
```

All'interno del buffer così definito, utilizzato come maschera per limitare le operazioni raster successive (`r.mask`), è possibile quantificare (moduli: `r.report`; `r.stats`) le variabili ecologiche che caratterizzano il territorio intorno al sito. I risultati possono costituire uno strumento di valutazione del potenziale del territorio (in questo caso dati attuali sono utilizzati come indicatori di riferimento) e di analisi le modalità e l'intensità delle pratiche di gestione delle risorse secondo un approccio multiscalare e per fase, in un modello micro-economico agropastorale di sussistenza.

Nel medesimo GRASS Addons Repository <http://trac.osgeo.org/grass/browser/grass-addons/LandDyn>, il modulo `r.agropastoral` permette di simulare per iterazione l'uso del suolo in un'economia agropastorale sulla base di *cost distances*, con la possibilità di modificare le variabili ecologiche in

riferimento al contesto trattato (cfr. anche VAN HOVE 2003 per una procedura documentata tramite scripting di modellazione integrata raster e agent-based in GRASS per la modellazione dell'uso del suolo per iterazione, con approccio sincronico e diacronico).

3.2 Sviluppo del modello

Il progetto in corso si trova attualmente nella fase di implementazione del modello. Una delle questioni metodologiche che si intendono affrontare concerne le possibilità e i limiti nel trattamento e nell'analisi dei fattori geo-ambientali e socio-culturali, che determinano le pratiche di uso del suolo *off-site* e di movimento. In particolare, se e come sia possibile categorizzare ed integrare in un modello raster (friction/conditional surfaces: cfr. WHITLEY, BURNS 2008) variabili differenti utilizzando *Map Algebra* (`r.mapcalc`), secondo un procedimento robusto e riproducibile.

4. CRITICA E PROSPETTIVE

I modelli raster presentano notevoli potenzialità (analitiche, interpretative e predittive), accompagnate però anche dal rischio di ottenere risultati che perdono il loro valore esplicativo, poiché risentono della eccessiva complessità del modello stesso, che sintetizza variabili differenti, sulla base di dati quantitativi e qualitativi.

Un procedimento di model building, in cui ogni variabile viene testata nella misura in cui influenza e modifica il modello di base (= costi determinati dalla topografia) e che permetta di tenere più agevolmente sotto controllo i risultati, è favorito dall'utilizzo del GIS basato su tecnologia open source GRASS, che permette di lavorare secondo dei processi trasparenti e riproducibili.

SILVIA POLLA
Freie Universität Berlin

BIBLIOGRAFIA

- CURDY P. 2007, *Prehistoric settlement in middle and high altitudes in the Upper Rhone Valley (Valais-Vaud, Switzerland): A summary of twenty years of research*, «Preistoria Alpina», 42, 99-108.
- CURDY P., DAVID-ELBIALI M., HONEGGER M. 1999, *Le peuplement du Mésolithique à la fin de l'âge du Fer dans les Alpes de Suisse occidentale*, in P. DELLA CASA (ed.), *Prehistoric Alpine Environment, Society and Economy, Colloquium Paese '97* (Zürich, 3-6 Sept. 1997), Universitätsforsch. zur prähist. Archäol. Zürich, 55, 47-59.
- GIELTL R., DONEUS M., FERA M. 2008, *Cost distance Analysis in an Alpine Environment: Comparison of different cost surface modules*, in A. POSLUSCHNY, K. LAMBERS, I. HERZOG (eds.), *Layers of perception, Proceedings of the 35th International Conference on Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology (CAA) (Berlin, Germany, April 2-6 2007)*, Bonn, Kolloquien zur Vor- und Frühgeschichte, 342.

- NETELER M., MITASOVA H. 2008, *Open Source GIS: A GRASS GIS approach*, Third Edition, New York, Springer.
- VAN HOVE D. 2003, *Imagining Calabria – A GIS approach to Neolithic landscapes*, Ph.D. thesis, University of Southampton.
- VAN LEUSEN P.M. 2002, *Pattern to process: methodological investigations into the formation and interpretation of spatial patterns in archaeological landscapes*, PhD Thesis, University of Groeningen (<http://irs.ub.rug.nl/ppn/239009177>).
- WALSH K. 2005, *Risk and marginality at high altitudes: new interpretations from fieldwork on the Faravel Plateau, Hautes-Alpes*, «Antiquity», 79, 304, 289-305.
- WITHLEY T., BURNS G. 2008, *Conditional GIS Surfaces and their potential for archaeological predictive models*, in A. POSLUSCHNY, K. LAMBERS, I. HERZOG (eds.), *Layers of perception, Proceedings of the 35th International Conference on Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology (CAA) (Berlin, Germany, April 2-6, 2007)*, Bonn, Kolloquien zur Vor- und Frühgeschichte, Vol. 10, 292-298.

ABSTRACT

In order to create a diachronic model of the exploitation of resources and mobility at a micro-regional scale, the data concerning a test-area in an alpine environment have been imported in GRASS and analyzed using raster modules and running bash-shell scripts for iterating processes.