

Titolo della tesi: LAND COVER CHANGE ANALYSIS OF AFRICAN PROTECTED AREAS WITH THE GLOBAL LAND COMPONENT OF THE COPERNICUS LAND MONITORING SERVICE

Tipo di Laurea: Laurea Magistrale in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio

Sessione di Laurea: Ottobre

Anno accademico: 2015/2016

Nome Candidato: Paolo De Fioravante

Matricola: 1351550

Relatore: Prof. Michele Munafò

SSD Relatore: ICAR/06-ICAR/20

La tesi si sviluppa nell'ambito del progetto europeo di Global Land High Resolution Hot Spot. Tale progetto rientra nella componente "Global" del servizio di Land Monitoring offerto dal programma europeo Copernicus.

Il progetto si inserisce all'interno delle numerose iniziative di monitoraggio della copertura del suolo e della sua evoluzione, avviate con l'introduzione del programma Copernicus, ed in particolare focalizza aree circoscritte ma di grande rilevanza dal punto di vista naturalistico, ecosistemico e della biodiversità, denominate "hot spot".

Gli hot spot sono definiti in corrispondenza delle principali aree protette del globo, o di aree di particolare rilevanza, considerando anche una fascia di rispetto di alcuni chilometri dai loro confini. Lo scopo del progetto è la redazione per ciascun hot spot di una carta di copertura del suolo relativa al 2016, di una cartografia dei cambiamenti di copertura del suolo per il periodo tra il 2000 ed il 2016 e delle relative analisi statistiche, accompagnati da una breve descrizione delle caratteristiche geomorfologiche, climatiche e storiche delle aree. Tali prodotti consentiranno di:

- disporre di un quadro completo e dettagliato della copertura del suolo delle aree e della sua evoluzione, agevolando le future operazioni di monitoraggio e controllo;
- fornire uno strumento informativo sintetico ed esaustivo che consenta ai soggetti interessati di maturare rapidamente una completa conoscenza delle aree di interesse.

Il progetto ha preso il via nel 2016, con l'individuazione sul territorio africano del primo lotto Hot Spot. Lo studio di queste aree è stato commissionato dal Joint Research Centre mediante gara pubblica di appalto, ed è stato affidato ad un consorzio composto da e-GEOS, Ithaca, Telespazio Iberica, CNR-IREA, Exelis ed ISPRA.

Il primo lotto di aree comprende 8 Hot Spot, ripartiti tra 13 Stati africani, per un'estensione totale di quasi 400.000 Km². Le aree sono perimetrate in modo da includere al loro interno nel complesso 15 importanti aree protette, 6 delle quali inserite tra i patrimoni dell'umanità UNESCO.

Nello specifico in questa tesi sono state sviluppate le seguenti attività progettuali:

- Ricerca e selezione dei dati ancillari: tale operazione è stata condotta in fase di avvio del progetto, dal momento che i dati ancillari fungono da supporto alle immagini satellitari in tutte le successive fasi operative, dalla classificazione automatica delle diverse tipologie di copertura del suolo, alla revisione manuale del dato di land cover prodotto, al controllo qualità sul risultato finale. La ricerca ha interessato le banche dati dei 13 stati africani coinvolti dal progetto, delle università e dei principali soggetti pubblici e privati responsabili della produzione e gestione di dati spaziali, come FAO, USGS, ESRI, RCMRD. Le operazioni di ricerca hanno permesso di individuare inizialmente 23 dati relativi alle aree di interesse. I dati sono stati quindi sottoposti a selezione per individuare quelli conformi con le specifiche richieste dal punto di vista della risoluzione spaziale e del periodo di acquisizione. Dalla selezione è stato possibile individuare cinque dati conformi con entrambi i requisiti; tali dati risultano utilizzabili nelle tre le fasi di classificazione automatica, di rifinitura manuale dei prodotti della classificazione automatica e di controllo qualità. Sono stati inoltre selezionati sei dati conformi con le specifiche solo in termini di risoluzione spaziale o di periodo di acquisizione, che pur non essendo utilizzabili nelle operazioni di classificazione automatica, forniscono un apporto utile nelle fasi di rifinitura manuale dei prodotti della classificazione automatica e controllo qualità. Le principali specifiche dei dati di interesse sono state sintetizzate in una relazione che verrà inclusa nel documento finale consegnato al JRC.
- Produzione delle chiavi di fotointerpretazione: il progetto prevede la produzione per tutti gli Hot Spot di uno strato di copertura del suolo al 2016 e di uno strato di cambiamenti di copertura del suolo nel periodo 2000-2016. Per la realizzazione di questi strati è stato adottato il sistema di classificazione LCCS della FAO. L'LCCS è un sistema di classificazione a priori, caratterizzato da una impostazione gerarchica nella definizione delle classi da considerare per l'estrazione della legenda. In particolare, a seconda del livello di approfondimento con cui si intende condurre lo studio, è possibile individuare due livelli di dettaglio. Un primo livello è detto "dicotomico", e prevede la definizione di otto possibili classi di copertura del suolo; è poi definito un secondo e più dettagliato livello, detto "modulare", nel quale è possibile articolare ulteriormente la suddivisione in classi a partire dal livello dicotomico, mediante la definizione di opportuni attributi detti "classificatori". Nel caso in esame si è fatto riferimento ad una legenda "Modulare" con 33 classi di uso/copertura del suolo per cinque Hot Spot, e ad una legenda "dicotomica" a otto classi per le restanti tre aree. Un team di fotointerpreti, a partire da immagini Landsat 5, Landsat 8 ed ASTER e con il supporto dei dati ancillari, è stato incaricato di redigere i due strati di land cover e land cover change sulla base dei livelli di legenda suddetti. Per garantire omogeneità tra i prodotti dei diversi operatori è stata prevista, a monte della fotointerpretazione, la redazione delle "chiavi di fotointerpretazione". Queste costituiscono un insieme di "esempi" delle classi che è possibile individuare in ciascuna area e

dell'aspetto con cui esse si presentano in quel particolare contesto. In particolare per ogni Hot Spot è stata condotta la ricerca manuale di un esempio per ciascuna classe prevista dal livello di legenda prescelto. È stata quindi condotta la fotointerpretazione di un'area di 2x4,5 km circostante il punto prescelto, e il risultato è stato inserito in una specifica scheda, in cui sono state riportate le coordinate del punto di esempio, la fotointerpretazione, quattro immagini in diversi colori compositi dell'area fotointerpretata, e altre informazioni. Nel complesso per le otto aree di interesse sono state redatte 83 schede per altrettante classi diverse, che confluiranno nel documento finale che verrà consegnato al JRC.

- Sulla base degli strati di land cover e land cover change prodotti dal team di fotointerpreti è stata condotta la stima di alcuni indicatori statistici e landscape metrics. In particolare le stime sono state condotte sulle prime due aree ultimate. Il calcolo degli indicatori sintetici ha riguardato entrambi gli strati di land cover e land cover change, ed è stato condotto con l'ausilio del software ArcGIS e di un foglio di calcolo, mettendo in luce in entrambe le aree la predominanza delle zone a copertura vegetale naturale, la presenza di pochi centri abitati dalla limitata estensione e la tendenza all'espansione delle aree agricole nel periodo di riferimento. Le landscape metrics sono state invece valutate con l'ausilio del software FRAGSTATS, e hanno riguardato la stima di parametri inerenti la struttura e la conformazione del paesaggio, quali la dimensione media delle patch, la loro distribuzione, il fattore di forma, e la loro varietà. Dai risultati è emersa una elevata superficie media delle patch e una forma mediamente regolare delle stesse. Le statistiche sono state inserite nel report finale per il JRC.

Nel complesso una prima considerazione di carattere operativo è legata alla legenda adottata per la mappatura delle aree. In particolare la scelta di utilizzare per alcune aree una legenda di tipo dicotomico ha comportato una semplificazione del prodotto finale, da cui è dipesa una perdita di contenuto informativo non trascurabile per alcune applicazioni.

Un altro elemento degno di nota è la scelta operativa di escludere dalla legenda le "mixed units", ossia classi di copertura del suolo miste, utili in presenza di aree particolarmente eterogenee. Si è preferito un approccio, per l'attribuzione della classe di appartenenza dei vari poligoni, legato alla copertura dominante nel poligono in termini di altezza.

Queste due scelte operative sono state dettate da un principio di razionalizzazione dei tempi e dei costi da sostenere per la realizzazione del dato, che in alcuni casi ha però comportato la perdita di informazioni di interesse. Una possibile strategia, nell'ottica di aumentare il contenuto informativo dei dati senza eccessivi aggravii dal punto di vista dei tempi e costi di realizzazione, è legata all'utilizzo delle immagini satellitari ad alta risoluzione fornite dai sensori multispettrali dei satelliti Sentinel 2A e 2B. Questi fanno parte della componente spaziale dei sistemi di acquisizione introdotti ad hoc per il programma Copernicus. I satelliti nei prossimi mesi risulteranno pienamente operativi, mettendo a disposizione immagini gratuite e ad alta risoluzione spaziale (fino a 10m),

temporale (dati aggiornati ogni 5 giorni) e spettrale (utilizzano sensori a 13 bande); sulla base di questi dati si ritiene possibile mettere a punto un sistema automatico o semi-automatico di classificazione degli usi del suolo e di change detection, che consenta di ottimizzare e migliorare il processo di produzione dei dati di interesse.

Da un punto di vista generale questo progetto consente di migliorare ed ampliare la conoscenza di aree di grande importanza dal punto di vista della biodiversità, della fornitura di servizi ecosistemici e del patrimonio storico e naturalistico, ma anche fortemente in pericolo a causa di fenomeni come il bracconaggio o la deforestazione. La conoscenza delle dinamiche evolutive che caratterizzano uso e copertura del suolo sono un elemento chiave nella comprensione dei fenomeni naturali e delle conseguenze dell'azione antropica sugli ecosistemi, dal momento che forniscono le informazioni necessarie per mettere a punto azioni mirate ed efficaci. In questo senso il programma Copernicus risulta di grande utilità dal momento che consente di ampliare il know how europeo e la disponibilità di dati spaziali anche relativi ad aree extraeuropee, ma comunque cruciali nell'ottica della creazione di una strategia di sviluppo globale orientata alla sostenibilità.