

La realizzazione in Italia del progetto Corine Land Cover 2006: uno strumento di monitoraggio delle dinamiche di uso e copertura del suolo

V. Sambucini (*), I. Marinosci (*), N. Bonora(*), G. Chirici (**), P. Corona (***),
S. Bologna (**), L. Morgante(****), O. Oradini (****), M. Bagnoli (****),
F. Papini (*****), M. Marchetti (**)

(*) Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, via Vitaliano Brancati 48, 00144 Roma
tel. 0650072074, e-mail: valter.sambucini@isprambiente.it;

(**) DISTAT, Università del Molise, Contrada Fonte Lappone snc, 86090 Pesche (IS)

(***) DISAFRI, Università della Tuscia, Via San Camillo de Lellis, 01100 Viterbo

(****) RDM Progetti srl, Via Maragliano 31/a, 50144 Firenze

(*****) Agristudio srl, Via Frusa 3, 50131 Firenze

Riassunto

Nel corso dell'anno 2009 l'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) ha realizzato l'aggiornamento della cartografia Corine Land Cover in Italia avvalendosi di ditte specializzate e della supervisione scientifica del Laboratorio di Ecologia e Geomatica Forestale del Dipartimento di Scienze e Tecnologie per l'Ambiente e il Territorio dell'Università degli Studi del Molise. Il progetto ha permesso la produzione della cartografia dei cambiamenti d'uso/copertura del suolo nel periodo 2000-2006, la revisione della precedente copertura CLC2000 e la conseguente derivazione della nuova copertura CLC2006. L'attività si è svolta grazie alla classificazione di immagini multitemporali IRS e SPOT (IMAGE2006) coadiuvata da una copertura di ortofoto ad alta risoluzione. Analogamente al progetto CLC2000 anche nell'aggiornamento al 2006 le classi degli ambienti naturali e semi-naturali sono state approfondite a un quarto livello tematico. Il contributo illustra la struttura operativa del team CLC2006 in Italia, le modalità di lavoro e la tempistica seguita nell'aggiornamento. Vengono presentati i risultati a scala nazionale in termini di superfici cartografate.

Abstract

The current paper introduces the implementation of Corine Land Cover 2006 project carried out by the Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) with the cooperation of an external team of photointerpreters and the scientific supervision of the University of Molise (Laboratory of Ecology and Forest Geomatics of the Department "Scienze e Tecnologie per l'Ambiente e il Territorio"). The project has the final aim of producing the new version of the thematic map CLC updated at the year 2006, a new updated version of the CLC 2000 and the land use/land cover change map 2000-2006. The maps were produced on the basis of the classification of a multitemporal dataset of SPOT and IRS images (IMAGE2006) and were supported by high resolution orthophotos and other ancillary information. The classes related to natural and semi-natural environments were classified on the basis of system of nomenclature more detailed if compared to the official CORINE system. The paper presents the organization of the working group, data and methods adopted. The results in terms of mapped areas are also anticipated, the full description of landscape dynamics will be published in a report under preparation by ISPRA.

Introduzione

Nel 1985 il Consiglio delle Comunità Europee (Decisione 85/338/EEC) ha varato il programma CORINE (COoRdination of INformation on the Environment) per dotare l'Unione Europea, gli stati

associati e i paesi limitrofi dell'area mediterranea e balcanica, di informazioni territoriali omogenee sullo stato dell'ambiente.

Lo scopo principale dell'iniziativa è di verificare dinamicamente lo stato dell'ambiente nell'area comunitaria al fine di fornire lo sviluppo di politiche comuni, controllarne gli effetti, proporre eventuali correttivi.

Le priorità tematiche del programma CORINE sono state: definizione dei siti di maggiore importanza per la conservazione della natura (CORINE-Biotopes), emissioni in aria (CORINE-AIR), copertura del suolo (CORINE Land Cover), suoli ed erosione (CORINE Erosion), acque ed erosione costiera.

L'iniziativa CORINE Land Cover (CLC) è nata specificamente per il rilevamento e il monitoraggio della copertura e uso del suolo. Coordinata dalla Commissione Europea e dall'Agenzia Europea per l'Ambiente (EEA), la prima realizzazione di un progetto CLC risale al 1990 (CLC90).

Il CLC90 viene realizzato per 31 paesi Europei e del Nord Africa. Le informazioni sono ricavate dalla fotointerpretazione di immagini satellitari (prevalentemente Landsat MSS e TM) e immagazzinate in un sistema informativo geografico. Il progetto prevede la realizzazione di una cartografia alla scala di 1:100.000, con una legenda di 44 voci su 3 livelli gerarchici. L'unità minima cartografabile è di 25 ettari, 5 ha per i cambiamenti diacronici. In Italia la cartografia CLC90 è stata realizzata per molte Regioni in modo non conforme agli standard imposti dal progetto. Le coperture sono risultate caratterizzate da differenti livelli tematici e diversa accuratezza, sia perché la fotointerpretazione fu realizzata da soggetti diversi, solo in parte coordinati tra di loro, sia per le limitate specifiche tecniche fornite a quel tempo dall'Unione Europea.

Nel 2000 prende l'avvio il progetto "Image and Corine Land Cover 2000" (I&CLC2000) che è composto da due componenti principali interconnesse:

- IMAGE2000, che prevede l'acquisizione, l'ortorettifica e la mosaicatura a livello europeo e nazionale di immagini satellitari Landsat 7 ETM+;
- CLC2000, che prevede la produzione di una versione corretta e rivista del CLC90, di una nuova copertura CLC2000 e di una cartografia dei cambiamenti di copertura del suolo nel periodo 1990-2000.

I&CLC2000 è un'iniziativa congiunta dell'Agenzia Europea dell'Ambiente (European Environmental Agency - EEA) e della Commissione Europea, che coinvolge 33 paesi in un progetto comune cofinanziato dagli Stati membri e dalla Commissione Europea stessa. L'EEA è responsabile dei collegamenti con i paesi in via di accesso e della gestione di CLC2000, mentre il Centro Comune di Ricerca della Commissione Europea (Joint Research Centre - JRC) dei collegamenti con i servizi della Commissione Europea e della realizzazione di IMAGE2000 (<http://terrestrial.eionet.eu.int/CLC2000>).

Il progetto I&CLC2000 viene realizzato in Italia dall'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici (APAT) con il supporto di un gruppo di lavoro che vede la partecipazione dell'Università degli Studi "La Sapienza" di Roma, l'Università degli Studi di Firenze, l'Università degli Studi della Tuscia e un gruppo di fotointerpreti professionisti (Maricchiolo et al., 2005).

Nell'implementazione del CLC2000 in Italia sono stati previsti alcuni elementi innovativi rispetto agli standard europei (identici a quelli CLC90):

- la realizzazione di un maggior dettaglio tematico, implementando la legenda del IV livello CORINE per le voci relative alle superfici boscate ed altri ambienti seminaturali (Bologna et al., 2004);
- la validazione al suolo della cartografia attraverso la realizzazione di controlli in campo (Chirici et al., 2004).

Il progetto Corine Land Cover 2006 prevede la derivazione di una serie di prodotti cartografici digitali: alcuni tradizionali rispetto alle precedenti esperienze CLC90 e CLC2000, altri innovativi.

I fattori che costituiscono elementi di continuità con il passato sono i seguenti:

- il sistema di nomenclatura Europeo a 44 classi su 3 livelli tematici viene confermato; nonostante da più parti siano state avanzate critiche ad alcune classi (in particolare quelle relative

alle zone agricole eterogenee per la difficile oggettiva differenziazione tra le diverse entità tematiche) è prevalsa l'esigenza di mantenere la confrontabilità rispetto alle preesistenti coperture del 1990 e del 2000;

- la scala e le unità minime cartografabili per le stesse ragioni sono state mantenute invariate: 25 ha per la copertura CLC e 5 ha per i cambiamenti 2000–2006;
- politica di diffusione on-line con accesso gratuito a tutti i prodotti e alla documentazione tecnica.

Gli elementi di discontinuità sono invece i seguenti:

- utilizzo di una copertura satellitare multitemporale: in riferimento all'anno 2006 sono state quindi acquisite almeno una immagine primaverile-estiva e una autunnale-invernale; questa scelta ha lo scopo di favorire il riconoscimento delle diverse tipologie di vegetazione e di colture agricole in funzione dei diversi comportamenti fenologici;
- semplificazione della definizione adottata per i cambiamenti di uso del suolo oggetto della cartografia: vengono cartografati tutti i cambiamenti di superficie uguale o superiore a 5 ha, indipendentemente dalla loro configurazione spaziale;
- aumento della frequenza di aggiornamento della cartografia CLC da decennale a circa quinquennale;
- realizzazione di un pacchetto di nuovi prodotti cartografici di elevato dettaglio geometrico che si aggiungono alla tradizionale cartografia CLC; i nuovi prodotti sono realizzati centralmente a livello Europeo e non dalle agenzie dei singoli Paesi aderenti al progetto (soil sealing, urban atlas, forest mask, maggiori informazioni su questi strati informativi su <http://etc-lusi.eionet.europa.eu/Land%20Monitoring%20Core%20Service>).

Materiali e metodi

La realizzazione del progetto CLC2006 in Italia si basa sulla classificazione per fotointerpretazione della copertura satellitare ad alta risoluzione del relativo progetto IMAGE2006. La geometria della cartografia è basata esclusivamente su IMAGE2006 e IMAGE2000 ma la classificazione tematica si è avvalsa degli strati informativi disponibili on-line sul Portale Cartografico Nazionale e di altri dati ancillari.

La copertura IMAGE2006 è stata realizzata nell'ambito del progetto GMES Fast Track Land Service 2006-2008 da ESA (European Space Agency). Si tratta di un dataset di immagini satellitari ortorettificate coprenti i 27 Paesi partecipanti al progetto CLC2006 ed i paesi confinanti (in totale 38 paesi). La copertura multitemporale IMAGE2006 è acquisita dai satelliti SPOT 4, SPOT 5 e IRS-P6 (Figura 1): complessivamente, a livello Europeo, è costituita da oltre 3800 scene.

I sensori utilizzati dai satelliti SPOT 4 (HRVIR – 20 m di risoluzione), e IRS P6 (LISS III - 23 m di risoluzione ricampionata a 20 m) forniscono 4 bande spettrali comprendenti parte dello spettro del visibile e dell'infrarosso. Lo swath è rispettivamente di 60-80 km per lo SPOT e di 140 km per l'IRS. Il requisito complessivo di precisione geometrica perseguito nella ortorettifica delle immagini IMAGE2006 è stato di mantenere l'errore di posizionamento (in termine di Errore Quadratico Medio, Root Mean Squared Error - RMSE) entro 20 metri. Per la verifica dei cambiamenti 2000–2006 e la correzione della copertura CLC2000 è stata utilizzata la copertura IMAGE2000.

L'autorità responsabile del progetto I&CLC2006 in Italia è ISPRA che si è avvalsa della collaborazione del Laboratorio di Ecologia e Geomatica Forestale del Dipartimento di Scienze e Tecnologie per l'Ambiente e il Territorio dell'Università degli Studi del Molise che ha svolto il ruolo di partner scientifico, con la collaborazione esterna della rete ForestLab.net, supervisionando le attività di fotointerpretazione e realizzando i prodotti finali di progetto.

La fotointerpretazione della copertura IMAGE2006 è stata realizzata da due ditte incaricate: RDM progetti srl (Firenze) per i lotti nord e centro e Agristudio srl (Firenze) per il lotto sud. Con poche eccezioni la squadra di fotointerpreti è rimasta invariata rispetto al progetto I&CLC2000.

La metodologia di lavoro è la fotointerpretazione in ambiente GIS (ArcView o ArcMap).

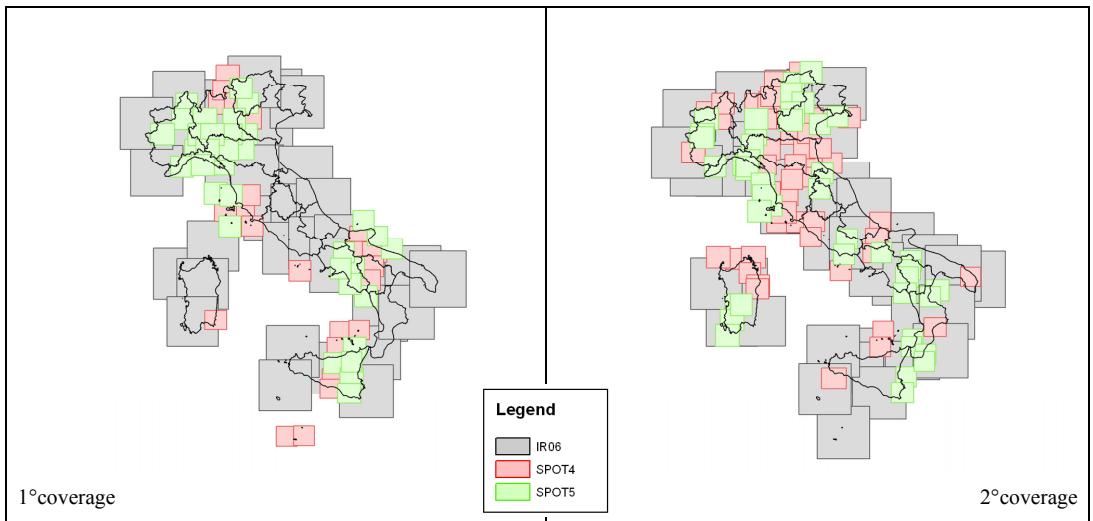


Figura 1 – Mosaico delle scene SPOT e IRS costituenti il dataset IMAGE2006.

I fotointerpreti hanno in contemporanea corretto eventuali errori riscontrati su CLC2000 e identificato i cambiamenti intercorsi tra IMAGE2000 e IMAGE2006, producendo quindi la cartografia dei cambiamenti 2000-2006, derivando successivamente la cartografia CLC2006. La fotointerpretazione, come nel caso del progetto I&CLC2000, è stata verificata e collaudata dal Technical Team ETC-LUSI incaricato da EEA.

Una volta collaudata la copertura CLC2006 è stata approfondita a un quarto livello tematico per le classi di pertinenza degli ambiti naturali e semi-naturali. Tale fase, se pur con lievi differenze, è analoga a quella già realizzata per il CLC2000 (Bologna et al., 2004). Si noti bene che le classi in tal modo introdotte nella copertura CLC2006 sono una di terzo livello tematico, 18 di quarto e 12 di sesto. Per semplicità la copertura prodotta viene identificata comunque con la nomenclatura “quarto livello”.

Nell’ambito del progetto sono stati preparati i metadati relativi ai prodotti realizzati organizzati da EEA per descrivere il processo di produzione del database dei cambiamenti e per informare gli utenti delle caratteristiche principali dei singoli prodotti. Il processo produttivo è descritto con un insieme di metadati relativi a ogni singola unità lavorativa, in Italia una per Regione. Le specifiche tecniche adottate (denominate EEA- MSGI 'European Environment Agency Metadata Standard for Geographic Information') sono una implementazione dello standard ISO19115 per le informazioni spaziali in accordo con il regolamento INSPIRE (EEA, 2007).

Risultati

Le superfici cartografate in CLC2006 sono riportate in Tabella 1. Per una più dettagliata descrizione dei risultati e delle dinamiche di uso e copertura del suolo in Italia si veda Sambucini et al. (2010). La dinamica principale che emerge dall’analisi diacronica 2000–2006 è il fenomeno dell’urbanizzazione. Le aree di classe 1 del sistema di nomenclatura CLC aumentano in soli sei anni del 3,35%. Le altre tipologie di uso/copertura del suolo risultano invece quasi stabili: in leggera contrazione le aree agricole (-0,25%), quelle naturali (-0,08%) e le zone umide (-0,89%) e in leggero aumento le acque interne (0,36%).

Discussione e conclusioni

La cartografia di uso/copertura del suolo Corine Land Cover è l’unico strato informativo tematico di questo genere esistente omogeneo per tutto il territorio nazionale. Grazie all’approfondimento

tematico per le aree naturali e semi-naturali costituisce anche l'unica cartografia forestale presente in Italia a copertura nazionale.

Il progetto CLC viene realizzato oggi con la stessa metodologia e con lo stesso sistema di nomenclatura definito negli anni '80. Da un lato esso permette l'osservazione delle principali dinamiche dell'uso/copertura del suolo in modo standardizzato e confrontabile su gran parte dell'Europa; dall'altro paga inevitabilmente il mancato adeguamento con le più avanzate tecniche di telerilevamento, in termini di utilizzo di fonti telerilevate a più alta risoluzione ma, soprattutto, di applicazione di tecniche di classificazione semi-automatica delle immagini.

È probabile che in futuro il progetto CLC vada incontro ad auspicabili processi di evoluzione metodologica. Ci auguriamo, peraltro, che l'applicazione di nuove tecnologie di lavoro non alteri la possibilità di comparare i risultati ottenuti fino a oggi. In particolare nell'ambito dell'iniziativa INSPIRE due gruppi di lavoro, uno per la tematica *land cover* e l'altro per la tematica *land use*, stanno predisponendo un nuovo sistema di classificazione, una nuova nomenclatura e una nuova struttura del database orientata agli oggetti. Questa iniziativa era stata avviata dal gruppo europeo EAGLE (Eionet Action Group on Land monitoring in Europe) che si è anche posto il problema di come i programmi dal GMES Land Monitoring si possano armonizzare con i programmi a livello Nazionale e Regionale. Ovvero come arrivare ad una produzione della cartografia ai livelli locali e da questa derivare i prodotti necessari ai livelli Nazionali ed Europei: la discussione è tuttora in corso.

Ringraziamenti

Un caloroso ringraziamento a tutti i fotointerpreti che hanno lavorato al progetto e a George Buttner e a Barbara Kosztra dell'ETC-LUSI responsabili per il collaudo e i controlli in corso d'opera.

Classe CLC	Uso del suolo CLC 3° Livello	Cartografia CLC				
		2000 (km ²)	2000rev (km ²)	2000rev (%)	2006 (km ²)	2006 (%)
1.1.1	Zone residenziali a tessuto continuo	1467,3	1428,8	0,5	1432,9	0,5
1.1.2	Zone residenziali a tessuto discontinuo e rado	9352,3	9388,7	3,1	9559,4	3,2
1.2.1	Aree industriali, commerciali e dei servizi pubblici e privati	2177,2	2268,6	0,8	2502,0	0,8
1.2.2	Reti stradali, ferroviarie e infrastrutture tecniche	134,0	113,1	<0,1	132,1	<0,1
1.2.3	Aree portuali	113,4	85,9	<0,1	88,0	<0,1
1.2.4	Aeroporti	207,2	213,2	0,1	216,6	0,1
1.3.1	Aree estrattive	471,1	484,8	0,2	522,8	0,2
1.3.2	Discariche	20,0	18,0	<0,1	20,8	<0,1
1.3.3	Cantieri	74,0	55,7	<0,1	47,9	<0,1
1.4.1	Aree verdi urbane	103,7	100,5	<0,1	101,6	<0,1
1.4.2	Aree ricreative e sportive	195,8	235,0	0,1	250,2	0,1
2.1.1	Seminativi in aree non irrigue	79915,2	81028,4	26,9	80742,5	26,8
2.1.2	Seminativi in aree irrigue	406,4	407,7	0,1	407,8	0,1
2.1.3	Risaie	2800,3	2871,4	1,0	2863,7	1,0
2.2.1	Vigneti	5358,8	5267,0	1,7	5281,1	1,8
2.2.2	Frutteti e frutti minori	3961,6	4003,0	1,3	4001,8	1,3
2.2.3	Oliveti	12459,6	12107,0	4,0	12094,2	4,0
2.3.1	Prati stabili (foraggiere permanenti)	4475,3	4271,4	1,4	4257,6	1,4
2.4.1	Colture temporanee associate a colture permanenti	3884,9	3798,7	1,3	3787,1	1,3
2.4.2	Sistemi colturali e particellari complessi	21904,1	21658,8	7,2	21587,2	7,2

Classe CLC	Uso del suolo CLC 3° Livello	Cartografia CLC				
		2000 (km ²)	2000rev (km ²)	2000rev (%)	2006 (km ²)	2006 (%)
2.4.3	Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti	19487,6	20509,1	6,8	20500,2	6,8
2.4.4	Aree agroforestali	1799,0	1754,1	0,6	1751,3	0,6
3.1.1	Boschi di latifoglie	55275,9	54804,9	18,2	54685,2	18,2
3.1.2	Boschi di conifere	13363,6	12879,6	4,3	12848,8	4,3
3.1.3	Boschi misti di conifere e latifoglie	10386,1	10928,8	3,6	10898,2	3,6
3.2.1	Aree a pascolo naturale e praterie	14197,3	14687,5	4,9	14642,0	4,9
3.2.2	Brughiere e cespuglieti	2749,7	1444,7	0,5	1443,1	0,5
3.2.3	Aree a vegetazione sclerofilla	10085,7	10062,3	3,3	10060,1	3,3
3.2.4	Aree a vegetazione boschiva ed arbustiva in evoluzione	9653,1	10709,4	3,6	10860,9	3,6
3.3.1	Spiagge, dune e sabbie	825,8	759,6	0,3	759,3	0,3
3.3.2	Rocce nude, falesie, rupi, affioramenti	4833,9	4473,5	1,5	4478,8	1,5
3.3.3	Aree con vegetazione rada	4852,9	4161,6	1,4	4179,6	1,4
3.3.4	Aree percorse da incendi	84,1	77,0	<0,1	28,3	<0,1
3.3.5	Ghiacciai e nevi perenni	515,6	414,5	0,1	414,0	0,1
4.1.1	Paludi interne	158,6	166,0	0,1	159,5	0,1
4.1.2	Torbiera	0,4	3,6	<0,1	3,6	<0,1
4.2.1	Paludi salmastre	431,5	410,1	0,1	410,2	0,1
4.2.2	Saline	100,3	94,7	<0,1	95,2	<0,1
5.1.1	Corsi d'acqua, canali e idrovie	493,4	484,0	0,2	479,5	0,2
5.1.2	Bacini d'acqua	1692,9	1695,6	0,6	1731,5	0,6
5.2.1	Lagune	943	958,1	0,3	957,5	0,3
5.2.2	Estuari	2,5	2,1	<0,1	2,1	<0,1
5.2.3	Mari e oceani	0,0	0,2	<0,1	0,3	<0,1
TOTALE		301415,1	301286,5	100,0	301286,5	100,0

Tabella 1 – Analisi dell'uso/copertura del suolo nel periodo 2000-2006 risultante dal progetto CLC2006 (al 3° livello del sistema di nomenclatura CLC). Per CLC2000rev s'intende la versione rivista e corretta della copertura CLC2000 risultante dalle attività del progetto CLC2006.

Bibliografia

- Bologna, S., Chirici G., Corona P., Marchetti M., Pugliese A., Munafò M. (2004). "Sviluppo e implementazione del IV livello Corine Land Cover per i territori boscati e ambienti semi-naturali in Italia". *Atti 8a Conferenza Nazionale ASITA*, 467-472.
- Chirici, G., Corona P., Marchetti M., Baiocco F., Visentin R. (2004). "Controllo di qualità e validazione multifase del database Corine Land Cover 2000 in Italia". *Atti 8a Conferenza Nazionale ASITA*, 773-778.
- EEA (2007). "CLC2006 technical guidelines". *Technical report 17/2007*. European Environmental Agency, pp. 66.
- Maricchiolo, C., Sambucini V., Pugliese A., Munafò M., Cecchi G., Rusco E., Blasi C., Marchetti M., Chirici G., Corona P. (2005). "La realizzazione in Italia del progetto europeo Corine Land Cover 2000". *Rapporto 36, APAT, Roma*. Disponibile on-line <http://www.sinanet.apat.it>.
- Sambucini V., Marinosci I., Bonora N. (2010). "Analisi dei cambiamenti della copertura ed uso del suolo in Italia nel periodo 2000-2006", ISPRA 2010.