

**VALUTAZIONE DEI CAMBIAMENTI DI USO DEL SUOLO IN
ITALIA: L'ANALISI DEI DATI CORINE LAND COVER 2000**

Ing. Pierpaolo Pastura

**Tutor: Ing. Michele Munafò
Con la collaborazione dell'Ing. Giuliano Cecchi**

Prefazione

I fatti e i fenomeni ambientali, appartenenti ad un qualsiasi ambito tematico, assumono un significato concreto solo se è possibile collocarli rispetto ad un contesto di riferimento territoriale in cui si manifestano. Ne consegue che l'informazione di livello "ambientale", nel momento in cui è organizzata in sistema, richiede una sottostante componente "territoriale" che sia in grado di sostenerla e completarla nelle dovute forme e articolazioni.

Nell'ambito delle sue attività, il Servizio Gestione Modulo Nazionale SINAnet (AMB-NET) assicura lo sviluppo e la gestione del sistema informativo territoriale GIS. A questo fine il Servizio ha messo a disposizione all'interno della rete APAT il sistema MAIS (Modulo di Accesso alle Informazioni Spaziali) che consente la consultazione dei dati territoriali a diverse tipologie di utenti permettendone la consultazione, l'elaborazione e l'aggiornamento oltre al collegamento di queste con le altre informazioni presenti in SINAnet.

Le informazioni tematiche disponibili in SINAnet possono così essere collegate con la rappresentazione del territorio ed effettivamente utilizzate da tutte le strutture tecniche pubbliche e private interessate alle tematiche ambientali.

Il progetto Image & CORINE Land Cover 2000 è un'iniziativa dell'Agenzia Europea dell'Ambiente e della Commissione Europea per aggiornare la cartografia di uso del suolo prodotta nel 1990. L'APAT è la National Authority che ha realizzato la banca dati per il territorio italiano e rende disponibile tutte le informazioni prodotte nell'ambito del progetto.

In tale contesto è collocato il contributo del lavoro di stage qui illustrato che ha permesso di analizzare i dati di uso del suolo e la loro evoluzione temporale nel periodo 1990-2000 con riferimento alle linee guida sull'analisi spaziale fornite dall'Agenzia Europea per l'Ambiente (EEA – European Environmental Agency) e da EIONET (European Environment Information and Observation Network).

Il tutor

Ing. Michele Munafò

Abstract

Al centro delle attenzioni della comunità scientifica e politica oggi troviamo lo studio del paesaggio e delle sue modificazioni ed è di comune accordo porre la priorità sulla necessità di interpretare al meglio la sua complessità. Una delle più grandi fonti di informazioni circa le caratteristiche del paesaggio e le sue trasformazioni è lo strumento CORINE (COoRdination of INformation on the Environment), varato dal Consiglio delle Comunità Europee nel 1985, e con lo scopo primario di verificare dinamicamente lo stato dell'ambiente nell'area comunitaria, al fine di orientare le politiche comuni, controllarne gli effetti, proporre eventuali correttivi. All'interno del programma CORINE è stato definito il progetto CORINE Land Cover (CLC), specificamente destinato al rilevamento e al monitoraggio, ad una scala compatibile con le necessità comunitarie, delle caratteristiche del territorio, con particolare attenzione alle esigenze di tutela.

L'avvio del programma per i paesi europei è avvenuto agli inizi degli anni '80 ed ha portato alla realizzazione del CLC 90, che oggi contiene le informazioni relative a 31 paesi Europei e del Nord Africa. In Italia l'implementazione del CLC 90 è partita nel 1989 ed ha seguito un iter abbastanza complesso. A distanza di circa dieci anni dalla prima realizzazione, perseguendo uno degli obiettivi principali ovvero quello di monitorare i cambiamenti nell'uso e copertura del suolo, è stato lanciato un nuovo progetto denominato IMAGE&CLC2000, l'aggiornamento del database CORINE Land Cover con una rappresentazione all'anno 2000. Il progetto interessa 26 Paesi ed è cofinanziato dalla Comunità Europea e dai Paesi stessi. In ogni Paese è stata identificata una National Authority che provvede alla realizzazione del progetto e alla diffusione dei prodotti raggiunti. In Italia la National Authority è rappresentata dall'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i servizi Tecnici (APAT).

Il presente lavoro è frutto di un'esperienza di stage della durata di 4 mesi tenutosi presso l'APAT (Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici) e rappresenta una sintesi delle conoscenze acquisite e delle procedure seguite per l'elaborazione dei dati durante tale periodo.

La metodologia omogenea utilizzata per la produzione del CLC 2000 e per l'aggiornamento del CLC 1990 ha permesso di analizzare le tendenze in atto in Italia per quanto concerne la copertura e l'uso dei suoli. L'obiettivo dello stage è stato dunque quello di elaborare i dati CLC per individuare le principali dinamiche territoriali esistenti sia a livello nazionale che a livello regionale.

L'analisi è stata effettuata a livello nazionale e regionale con l'ausilio di programmi GIS e facendo riferimento alle linee guida sull'analisi spaziale fornite dall'Agenzia Europea per l'Ambiente (EEA – European Environmental Agency) e da EIONET (European Environment Information and Observation Network).

Per quanto riguarda i dati di input, si è fatto riferimento alle 3 coperture nazionali del Corine relative al 2000, al 1990 ed ai cambiamenti; le elaborazioni di statistiche regionali hanno richiesto l'utilizzo dei limiti amministrativi italiani, eseguendo le intersezioni tra questi ultimi e le coperture CLC.

Essendo i dati di copertura/uso del suolo CLC organizzati in 44 classi su tre livelli gerarchici, è stato possibile darne rappresentazioni diverse a seconda del livello di analisi, infatti ciascun livello è in grado di fornire indicazioni utili per l'interpretazione delle dinamiche territoriali italiane.

Il fenomeno che appare più evidente dal confronto della copertura del 2000 con quella del 1990 è la perdita di aree agricole, a favore soprattutto di aree artificiali e di territori boscati ed ambienti semi-naturali. In particolare, le aree agricole sono diminuite di oltre 140.000 ettari, circa 80.000 ettari sono stati "artificializzati" (sono sorte nuove aree residenziali, industriali e commerciali nonché servizi, aree estrattive, strade, ferrovie...) ed i territori boscati e gli ambienti naturali o semi-naturali hanno conquistato quasi 60.000 ettari. L'abbandono colturale delle aree agricole e pastorali continua, quindi, ad essere una delle principali forze alla base delle dinamiche paesaggistiche in Italia.

Indice

1. INTRODUZIONE	6
2. METODOLOGIA	8
3. I SISTEMI INFORMATIVI GEOGRAFICI	9
4. IL PROGRAMMA CORINE	11
4.1 Implementazione del Programma Corine	12
4.1.1 CORINE Biotopes	12
4.1.2 CORINAIR.....	12
4.1.3 CORINE Land Cover	13
4.1.4 CORINE Erosion.....	13
4.2 Il Progetto CORINE Land Cover	13
4.3 Prima Realizzazione del Corine Land Cover in Italia	14
4.4 Aggiornamento del CORINE LAND COVER.....	15
5. IL PROGETTO I&CLC2000	17
5.1 Specifiche tecniche del progetto I&CLC2000	17
5.2 Image 2000	18
5.3 CLC 2000	20
5.3.1 Principali caratteristiche	21
5.3.2 Sistema di nomenclatura gerarchico.....	21
5.4.1 Principali caratteristiche	23
6. I RISULTATI OTTENUTI.....	24
6.1 Metodologia di lavoro	24
6.2 Analisi a livello Nazionale	30
6.3 Analisi a livello regionale	38
6.4 Quarto Livello	42
7. CONCLUSIONI	46
BIBLIOGRAFIA	48

1. Introduzione

Lo studio del paesaggio e delle sue modificazioni sta ricevendo sempre maggiori attenzioni dalla parte della comunità scientifica e politica e oggi sono tutti d'accordo sulla necessità di interpretare al meglio la sua complessità. Non esiste un unico punto di vista o approccio per valutare la diversità del paesaggio e ci sono molti modi di concepire e capire la sua diversità spaziale. Una delle più grandi fonti di informazioni circa le caratteristiche del paesaggio e le sue trasformazioni è lo strumento CORINE (**COoRdination of INformation on the Environment**), già utilizzato dalla EEA (European Environment Agency) e da molti Paesi Europei.

Il programma CORINE, varato dal Consiglio delle Comunità Europee nel 1985, ha lo scopo primario di verificare dinamicamente lo stato dell'ambiente nell'area comunitaria, al fine di orientare le politiche comuni, controllarne gli effetti, proporre eventuali correttivi.

Obiettivi secondari, ma non per questo meno validi, sono la formazione e la diffusione di standard e metodologie comuni e la promozione di contatti e scambi internazionali, per facilitare la realizzazione di iniziative intercomunitarie.

All'interno del programma CORINE, il progetto CORINE Land Cover (CLC) e' specificamente destinato al rilevamento e al monitoraggio, ad una scala compatibile con le necessità comunitarie, delle caratteristiche del territorio, con particolare attenzione alle esigenze di tutela.

In Italia il progetto CLC è partito nel 1989 con il CLC 90 ed ha seguito una evoluzione complessa. A distanza di circa dieci anni dalla prima realizzazione, perseguendo uno degli obiettivi principali ovvero quello di monitorare i cambiamenti nell'uso e copertura del suolo, è stato lanciato un nuovo progetto denominato IMAGE&CLC2000, l'aggiornamento del database CORINE Land Cover con una rappresentazione all'anno 2000. Il progetto I&CLC2000 è un iniziativa congiunta dell'Agenzia Europea dell'Ambiente e della Commissione Europea che interessa 26 paesi. L'iniziativa è cofinanziata dai paesi partecipanti e dalla Commissione Europea. Per ogni paese è stata identificata una National Authority che provvede alla realizzazione del progetto e alla diffusione dei prodotti raggiunti. In Italia la National Authority è rappresentata dall'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i servizi Tecnici (APAT). L'APAT si è avvalsa inoltre di un National Technical Team (NTT) al fine di sovrintendere alle attività realizzative del progetto. Il

Dipartimento di Biologia Vegetale dell'Università di Roma "La Sapienza" fa parte del NTT che a sua volta, si è avvalso, per le attività di coordinamento e revisione del Dipartimento di Scienze e Tecnologie Ambientali Forestali (DISTAF) dell'Università degli Studi di Firenze e del Dipartimento di scienze dell'Ambiente Forestale e delle sue risorse (DISAFRI) dell'Università della Tuscia.

Il presente lavoro, frutto di un'esperienza di stage della durata di 4 mesi tenutosi presso l'APAT, rappresenta una sintesi delle conoscenze acquisite durante tale periodo e delle procedure seguite per l'elaborazione dei dati CLC, al fine di individuare le principali dinamiche territoriali esistenti sia a livello nazionale che a livello regionale.

2. Metodologia

Un ruolo centrale nell'intera gestione dello stage ed il modo migliore per iniziare quest'esperienza, visto il suo carattere formativo e l'ambito tecnico-professionale a cui fa riferimento l'intera struttura APAT (Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici), è stato quello di approfondire la conoscenza riguardo il progetto Corine (COoRdination of INformation on the ENvironment), facendo particolare riferimento all'ampia disponibilità di notizie e informazioni che è possibile reperire gratuitamente in rete. Per avere un quadro esaustivo del progetto e di tutte le informazioni legate ad esso si è fatto principalmente riferimento al sito web curato dal Servizio Gestione Modulo Nazionale Rete SINAnet (Sistema Informativo Nazionale Ambientale).

Si è poi ritenuto importante al fine della riuscita dell'esperienza di stage l'approfondimento della conoscenza degli strumenti informatici necessari alla gestione delle informazioni geografiche, territoriali ed ambientali. Per quanto riguarda i Sistemi Informativi Geografici, si è rivolta l'attenzione verso la famiglia di applicativi GIS prodotti dalla ESRI®, tra cui ArcView®, uno dei più diffusi software desktop GIS e ArcGIS®, più recente nella distribuzione e più completo nella gestione, creazione, analisi ed integrazione di vari tipi di dati geografici.

Per la elaborazione dei dati si è fatto uso di Microsoft Access®, uno dei più conosciuti programmi di gestione di piccoli database relazionali. Gli strumenti di Access, tra cui il semplice collegamento con i software GIS, hanno permesso un'efficiente e rapida elaborazione dei dati.

Le funzionalità dei programmi menzionati, utilizzate per i fini del presente lavoro, sono state sfruttate a pieno sia per mezzo dei relativi manuali d'uso, ma anche e soprattutto grazie alla disponibilità del personale dell'ufficio, che ha messo a disposizione la propria esperienza e competenza.

3. I Sistemi Informativi Geografici

Tra i vari prodotti che la rivoluzione informatica ha generato negli ultimi anni i Sistemi Informativi Geografici (Geographic Information System, GIS), rappresentano una innovazione epocale nella produzione e nella gestione di dati di carattere geografico e ambientale.

L'affermazione di tali sistemi è possibile in seguito all'uso congiunto di due strumenti informatici: i sistemi di disegno computerizzato (CAD) e i data base relazionali (DBMS), i quali peraltro sono una delle prime creazioni dell'informatica. I primi, insieme alle immagini raster (foto aeree, foto da satellite e immagini ricavate dalla cartografia tradizionale), hanno permesso la rappresentazione in digitale delle entità geografiche; i secondi l'immagazzinamento dei dati e delle informazioni legati a tali entità. La fusione di questi due sistemi nei GIS ha permesso il superamento dei limiti imposti dal compromesso insito in ogni rappresentazione cartografica tradizionale: ogni rappresentazione di entità, infatti, è sempre in qualche misura simbolica e in scala, ovvero si basa su paradigmi di rappresentazione secondo i quali un determinato simbolo nella carta rappresenta un oggetto reale con determinate proprietà geometriche. Sebbene col tempo si siano sviluppate delle raffinate e ormai consolidate rappresentazioni simboliche (si pensi alle legende delle carte topografiche dell'Istituto Geografico Militare Italiano), la rappresentazione simbolica di una carta geografica o tematica tradizionale rappresenta sempre un limite per una conoscenza completa di tutte le informazioni legate alle entità geografiche. La diffusione dei GIS ha permesso il superamento di tali limiti, permettendo di descrivere un'entità geografica sia nella sua completa natura geometrica, sia per il suo totale contenuto informativo. Nella pratica un GIS realizza attraverso l'ingegneria del software una sorta di collegamento dinamico tra un'entità geografica di una carta o di un tematismo digitale e uno o più record di un database.

Se si considerano inoltre i grandi progressi che negli ultimi anni si sono compiuti nel campo del telerilevamento (che comprende tutte le tecniche volte all'ottenimento di dati sull'ambiente fisico terrestre senza l'accesso diretto alla località esaminata, come può essere fatto da un aereo o da un satellite) che hanno permesso di ottenere immagini sempre più dettagliate della superficie terrestre e gli sviluppi nel settore dei sistemi di archiviazione dei dati digitali, che consentono ormai di condividere e gestire agevolmente

la grande mole di informazioni che si stanno raccogliendo, appaiono subito evidenti le infinite possibili applicazioni a cui si prestano i GIS, soprattutto nel settore ambientale.

4. Il Programma CORINE

Nel 1985 il Consiglio delle Comunità Europee (Decisione 85/338/EEC) ha varato il programma CORINE (**CO**oRdination of **IN**formation on the **EN**vironment) 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 supporto per lo sviluppo di politiche comuni, controllarne gli effetti, proporre eventuali correttivi.

Obiettivi secondari, ma non per questo meno validi, sono la formazione e la diffusione di standard e metodologie comuni e la promozione di contatti e scambi internazionali, per facilitare la realizzazione d'iniziative congiunte europee.

L'attuazione del programma ha già permesso di conseguire due risultati principali:

- stabilire degli accordi sulle metodologie e procedure, per la raccolta, la standardizzazione e lo scambio di dati a livello europeo;
- realizzare un sistema informativo capace di fornire informazioni rilevanti per lo sviluppo di politiche europee sull'ambiente.

Le priorità tematiche del programma CORINE sono state identificate nella 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. I dati riferibili a queste tematiche sono stati gestiti in un sistema GIS (*Geographical Information System*) unitamente ad altri dati di base quali le linee di costa, i limiti amministrativi regionali e nazionali, le industrie, le reti di trasporto ecc.

Nel 1991, durante la conferenza dei ministri Europei dell'Ambiente, svoltasi nel castello di Dobris (Repubblica Ceca), si è deciso di estendere la metodologia CORINE ai paesi dell'Europa Centrale e dell'EST come primo passo per l'integrazione dei sistemi informativi ambientali in Europa. Con il supporto del programma PHARE il database CORINE è stato sviluppato per 13 paesi in via di ammissione.

4.1 Implementazione del Programma Corine

Inizialmente l'implementazione del programma CORINE è stata condotta direttamente dai servizi della Commissione Europea, successivamente, con la costituzione dell'Agenzia Europea per l'Ambiente (Regolamento 1210/90 del 7 maggio 1990), il programma è stato gestito dalla nuova Agenzia.

I principali prodotti raggiunti con il programma CORINE sono stati:

- CORINE Biotopes
- CORINAIR
- CORINE Land Cover
- CORINE Erosion.

4.1.1 CORINE Biotopes

Il CORINE Biotopes risponde all'obiettivo di conservazione della natura sulla base delle seguenti delibere politiche:

- Direttiva sulla conservazione degli uccelli selvatici (1979)
- Convenzione di Berna sulla conservazione della fauna selvatica e degli habitat naturali (1981)
- Convenzione di Bonn sulla conservazione delle specie migratorie e degli animali selvatici (1982)
- Convenzione sul commercio di specie rare (CITES) (1984)
- Direttiva sulla Conservazione della fauna, flora e degli habitat (Direttiva Habitat, 1992)

La base dati dei Biotopi del progetto CORINE contiene informazioni sull'ubicazione e lo stato dei ecosistemi, habitat e specie che richiedono protezione. Il "biotopo" descrive un'entità geografica significativa per la conservazione della natura. Le unità bio-geografiche sono riferite come siti dove, per "sito", deve intendersi un'area di terra emersa o corpo d'acqua che forma un'unità ecologica di importanza comunitaria per la conservazione della natura.

4.1.2 CORINAIR

Il principale obiettivo della prima fase delle attività del progetto CORINAIR è stato la realizzazione di un inventario prototipo delle emissioni di ossidi di zolfo (SO_x), ossidi di

azoto (NO_x) e composti organici volatili (COV) riferiti ad otto principali settori di attività: centrali termoelettriche, raffinerie, combustione nell'industria, processi produttivi, evaporazione di solventi, trasporti, natura, riferendosi all'anno 1985. Il progetto ha anche sviluppato la nomenclatura NAPSEA (*Nomenclature for Air Pollution Socio-Economic Activity*) per i settori sorgente e la nomenclatura SNAP (*Selected Nomenclature for Air Pollution*) per le sorgenti emissive di macrosettori, settori e attività. In totale le attività comprese erano 70. Successivamente, con l'inventario del 1990, è stata rivista la metodologia e sono stati presi in considerazione anche inquinanti come l'ammoniaca e il monossido di carbonio. Un'ulteriore inventario è stato eseguito nel 1994 ampliando ulteriormente gli inquinanti con l'aggiunta di polveri (PM₁₀), metalli pesanti ed inquinanti organici persistenti (POP).

4.1.3 CORINE Land Cover

Il progetto CORINE Land Cover è stato definito specificamente per il rilevamento e il monitoraggio, ad una scala compatibile con le necessità comunitarie, delle caratteristiche del territorio, con particolare attenzione alle esigenze di tutela.

L'azione di sviluppo ha preso le mosse nel 1986 con un intervento pilota sul Portogallo, nel corso del quale sono state individuate e messe a punto esigenze strumentali e metodologie.

Una prima versione del CORINE Land Cover è stata prodotta negli anni '90. Successivamente è stato lanciato, congiuntamente dalla Commissione Europea e dall'Agenzia Europea per l'Ambiente, il progetto IMAGE&CLC2000 per l'aggiornamento del database CORINE Land Cover.

4.1.4 CORINE Erosion

Il progetto CORINE Erosion mirava alla definizione del rischio d'erosione dei suoli nell'area mediterranea. Per l'implementazione del progetto è stata definita una metodologia *ad hoc* che ha portato all'identificazione di un modello qualitativo per la stima dell'erosione dei suoli.

4.2 Il Progetto CORINE Land Cover

Obiettivo del progetto CORINE Land Cover (CLC) è quello di fornire al programma CORINE e ad ogni possibile utilizzatore interessato informazioni sulla copertura del suolo e sulle sue modifiche nel tempo.

Queste informazioni devono essere quanto più possibile:

- omogenee;
- compatibili e comparabili per tutti i paesi interessati;
- suscettibili di aggiornamento periodico;
- di costo sostenibile.

L'avvio del programma per i paesi europei è avvenuto agli inizi degli anni '80 ed ha portato alla realizzazione del CLC 90, che oggi contiene le informazioni relative a 31 paesi Europei e del Nord Africa. Le informazioni sono state ricavate da foto-interpretazione di immagini satellitari ed immagazzinate in un sistema informativo geografico.

Il progetto prevede la realizzazione di una cartografia della copertura del suolo alla scala di 1:100.000, con una legenda di 44 voci su 3 livelli gerarchici (Tabella 5). L'unità spaziale minima da cartografare è stata indicata in 25 ettari e corrisponde, alla scala di rappresentazione prescelta, ad un quadrato di 5 mm di lato o ad un cerchio di 2,8 mm di raggio.

La copertura Corine Land Cover 90 (CLC90) e i suoi successivi aggiornamenti sono riconosciuti a livello europeo quali strumenti di base per la definizione delle politiche territoriali da parte di diversi servizi della Commissione Europea quali la DG-Politiche Regionali (*DG-Regional policy*), la DG-Ambiente (*DG-Environment*), e la DG Agricoltura (*DG-Agriculture*), oltre all'AEA e ai nodi della rete costituita dai Centri Tematici Europei (*European Topic Centres - ETCs*).

Essa inoltre rappresenta uno strato informativo di base per lo sviluppo di applicazioni o modelli di analisi spaziale su base GIS finalizzati alla produzione d'informazioni complesse utili a supportare le scelte dei decisori politici a livello Europeo e nazionale.

4.3 Prima Realizzazione del Corine Land Cover in Italia

In Italia l'implementazione del CLC 90 è partita nel 1989 ed ha seguito una storia complessa. Per la maggior parte delle regioni (14) il progetto è stato realizzato con la supervisione del Centro Interregionale (Tabella 1). Solo questi dati si possono considerare omogenei e più o meno sincronici.

Regioni	Area minima	Coordinamento	Accuratezza	Accuratezza tematica
Calabria, Basilicata, Puglia, Molise, Abruzzo	Non definita	Consorzio ITA Ministero Ambiente	Sconosciuta	Sconosciuta
Valle d'Aosta, Piemonte, Lombardia, Trentino Alto Adige, Veneto, Friuli Venezia Giulia, Emilia Romagna, Toscana, Umbria, Marche, Lazio, Campania, Sardegna, Sicilia	25 ha	Centro Interregionale	CLC90 standard	CLC90 standard
Liguria				2° livello tematico

Tabella 1 Implementazione del progetto CORINE1990 in Italia

Come risultato finale sono state ottenute coperture con differenti livelli tematici e diversa accuratezza, questo a causa sia delle attività di fotointerpretazione, effettuate da diversi soggetti, ma soprattutto delle limitate specifiche tecniche fornite dall'Unione Europea a quel tempo.

Si deve notare che nel 2002 il Ministero dell'Ambiente e del Territorio ha normalizzato e corretto la maggior parte dei differenti tematismi e prodotto un database geografico Nazionale di uso del suolo.

Le Amministrazioni Locali negli ultimi anni hanno prodotto diverse coperture tematiche di uso del suolo con nomenclatura basata o derivata da quella CORINE (Tabella 2).

Regione	Legenda	Scala	Copertura	Data
ABRUZZO	CORINE	1:25.000	100%	1999
LAZIO	CORINE	1:25.000	100%	2003
LIGURIA	CORINE	1:25.000	100%	1998
LOMBARDIA	LOCALE	1:25.000	40%	1998
MOLISE	CORINE	1:10.000	100%	1999
SARDEGNA	CORINE	1:25.000	100%	2003
TOSCANA	CORINE	1:25.000	20%	1999
PROVINCIA AUT. BOLZANO	CORINE	1:10.000	100%	1999

Tabella 2 Mappe di Uso e Copertura del Suolo sviluppate dalle Amministrazioni Locali in Italia

4.4 Aggiornamento del CORINE LAND COVER

Il CORINE Land Cover ha tra i suoi principali obiettivi il monitoraggio dei cambiamenti nell'uso e copertura del suolo. Per raggiungere tale risultato è ovviamente necessaria una figura dell'uso e copertura del suolo in momenti differenti. A distanza di circa dieci anni

dalla prima realizzazione del CORINE Land Cover è stato lanciato un nuovo progetto denominato IMAGE&CLC2000.

Il progetto è stato ideato cercando di ovviare ai problemi emersi nella prima realizzazione del Corine *Land Cover*. In sintesi, si possono indicare come miglioramenti strutturali, metodologici e strumentali i seguenti punti:

- l'individuazione di una Autorità Nazionale di riferimento (*National Authority*) ha portato ad una facilitazione nella gestione e coordinamento del progetto e nella disseminazione dei risultati ottenuti. Per l'Italia l'Autorità Nazionale è stata identificata nell'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici (APAT).
- l'acquisizione delle immagini, Landsat 7 ETM+, per la fotointerpretazione è stata gestita dalla Commissione Europea con il CCR. Tale aspetto è stato fondamentale per fornire ai paesi membri una base comune con caratteristiche analoghe. Le immagini sono state ortorettificate e ne è stata valutata la copertura nuvolosa. Un aspetto molto importante di questa copertura è che le immagini sono riferibili ad un periodo ben preciso, cosa non accaduta in maniera altrettanto esatta per la realizzazione del CLC90.
- Gli aspetti metodologici, la definizione delle classi di copertura, le procedure fotointerpretative e i controlli di qualità, effettuati dall'Agenzia Europea per l'Ambiente con il Centro Tematico Europeo - Ambiente Terrestre (*European Topic Centre Terrestrial Environment*) sono stati notevolmente migliorati.

5. Il Progetto I&CLC2000

Il progetto I&CLC2000, avviato nel 2000 per gli stati membri dell'unione Europea ed esteso nel 2001 ai paesi in via di accesso è composto da due componenti principali interconnesse:

- IMAGE2000: Acquisizione, orto-rettifica e mosaicatura a livello europeo e nazionale di immagini satellitari;
- CLC2000: identificazione e classificazione del Land Cover change ed aggiornamento del CLC90.

Si tratta di un'iniziativa congiunta dell'Agenzia Europea dell'Ambiente e della Commissione Europea, che coinvolge attualmente 33 paesi in un progetto comune cofinanziato dagli Stati membri e dalla Commissione Europea stessa. L'iniziativa è gestita dall'Agenzia Europea dell'Ambiente (AEA) e dal Centro Comune di Ricerca di Ispra (CCR). L'AEA è responsabile dei collegamenti con i paesi in via di accesso e della gestione di CLC2000, mentre il CCR dei collegamenti con i servizi della Commissione Europea e di Image2000 (<http://terrestrial.eionet.eu.int/CLC2000>).

5.1 Specifiche tecniche del progetto I&CLC2000

Le principali specifiche tecniche dei prodotti sono:

- per Image2000, le scene Landsat sono state ortorettificate in modo che l'errore di posizionamento fosse inferiore a 25 m (errore espresso come errore quadratico medio);
- per i prodotti CLC, la scala nominale è 1:100.000, l'unità minima cartografata è pari a 25 ha (equivalente in scala 1:100.000 a un cerchio di 2,8 mm o un quadrato di 5 x 5 mm) e la larghezza minima dei poligoni è 100 m (1 mm alla scala nominale). Le coperture CLC sono costituite esclusivamente da poligoni. L'accuratezza geometrica è pari a 100 m. Non sono quindi ammessi scostamenti superiori ai 100 m tra le immagini telerilevate di riferimento e i confini dei poligoni CLC;
- per il prodotto CLC change, l'unità minima cartografata è pari a 5 ha.

In Tabella 3 sono riportate le principali novità introdotte con I&CLC2000 rispetto al 1990.

Il sistema di nomenclatura adottato per I&CLC2000, coincidente con quello di CLC90, si articola in tre livelli con approfondimento crescente per un totale di 44 classi al terzo livello, 15 al secondo e 5 al primo (Tabella 5). Nel database CLC non sono ammessi codici diversi dai 44 ufficiali, così come non sono accettate aree “non classificate”.

Caratteristiche	CLC1990	I&CLC2000
Consistenza temporale	prevalentemente 1986-1995	1999 - 2001
Accuratezza geometrica (Errore quadratico medio)		
Immagini telerilevate	50 m	25 m
CLC	100 m	<100 m
Tempi di consegna dei risultati dall'inizio del progetto	10 anni	3 anni
Costi	6 €/km ²	3 €/km ²
Documentazione di progetto	metadati incompleti e non standard	metadati standard
Accesso ai dati	Politica di divulgazione non definita	Politica di divulgazione definita

Tabella 3 principali caratteristiche del progetto CLC1990 e del nuovo I&CLC2000

5.2 Image 2000

Il progetto IMAGE2000, avviato nel marzo del 2000, ha portato alla creazione di una copertura di immagini Landsat 7 ETM+ ortorettificate acquisite nell'estate del 1999-2001 su tutto il territorio europeo. Queste immagini sono state successivamente mosaicate e la copertura risultante ha costituito la base per l'aggiornamento del database CLC90 al 2000. I prodotti sviluppati all'interno del progetto sono stati la fonte principale per l'aggiornamento del database europeo di uso del suolo (CORINE Land Cover), ma a loro volta rappresentano uno strato di riferimento per l'intero territorio europeo.

Alla fine del 2004 il set d'immagini copriva l'intero territorio dell'Unione con l'aggiunta della Bulgaria, della Romania, del Liechtenstein e della Croazia (Tabella 4). Agli inizi del 2005 altri paesi hanno aderito al progetto.

<i>Paesi partecipanti ad Image2000</i>	
Austria	Belgio
Bulgaria	Repubblica Ceca
Croazia	Cipro
Danimarca	Estonia
Finlandia	Francia
Germania	Grecia
Ungheria	Irlanda
Italia	Lettonia
Lituania	Liechtenstein
Lussemburgo	Malta
Polonia	Paesi Bassi
Regno Unito	Portogallo
Romania	Slovacchia
Slovenia	Spagna
Svezia	

Tabella 4 Nazioni Coperte dal Image2000 alla fine del 2004

I prodotti principali sviluppati nell'ambito del progetto sono:

- Singole scene Landsat 7, ortocorrette nella proiezione nazionale, ricampionate con l'algoritmo di convoluzione cubica (cubic convolution), fornite in tutte le bande spettrali del sensore landsat ETM+, alla risoluzione di 25 m (12.5 per la banda pancromatica), in formato BIL (Band Interleaved). In Figura 1 è mostrata una delle circa mille scene disponibili.



Figura 1 Prodotto 1 Europeo - Scene individuali Landsat

- Mosaici nazionali, nella proiezione nazionale, comprensivi di tutte le bande spettrali;
- Mosaico satellitare europeo di riferimento per l'anno 2000, in una proiezione continentale, in tutte le bande spettrali (Figura 2)



Figura 2 Prodotto 5 Europeo -Mosaico Europeo delle scene Landsat

L'acquisto delle immagini, l'ortorettifica ed il controllo di qualità è stato centralizzato a livello europeo per assicurare una qualità adeguata del prodotto finale. La responsabilità di queste azioni è stata affidata al CCR (Centro Comune Di Ricerca - *JRC - Joint Research Center*).

5.3 CLC 2000

L'obiettivo del progetto CLC2000 è l'aggiornamento del database CORINE *Land Cover* con una rappresentazione dell'anno 2000, utilizzando come sistema di base la copertura satellitare Europea di riferimento IMAGE2000.

Il prodotto principale atteso a livello europeo è il database di uso del suolo per l'anno 2000 alla scala 1:100.000, con una unità minima cartografata di 25ha, derivato dai database prodotti a livello nazionale.

Con l'aggiornamento del database CORINE s'intende inoltre rivisitare, a livello geometrico e tematico, il database CLC90 e produrre il database dei cambiamenti d'uso del suolo tra il 1990 ed il 2000 (European CLC 2000 Changes).

Generalizzando tali dati vettoriali verranno derivati a livello europeo i seguenti prodotti:

- CLC Europeo 250 m grid: database in formato raster, risultato della conversione delle basi di dati vettoriale
- CLC Europeo 100 m grid: database in formato raster, risultato della conversione delle basi di dati vettoriali (CLC2000, CLC90 e CLCchange)
- CLC Europeo, Statistiche a 1 km²
- Metadati del CLC Europei

5.3.1 Principali caratteristiche

Per la produzione del CLC2000 e del CLC Changes, le principali caratteristiche a cui ogni paese deve attenersi sono:

- Scala 1:100 000;
- Accuratezza di 100m per tutti i prodotti;
- Affidabilità tematica $\geq 85\%$;
- Minima unità cartografata 25 ha (a livello Europeo);
- Aree minori di 25 ha sono ammesse nei database nazionali come tematismi aggiuntivi, ma debbono essere aggregate in aree di almeno 25 ha nel database Europeo;
- 100 m di larghezza minima;
- L'unità minima cartografata per i cambiamenti di uso del suolo è pari a 5 ha
- Identificazione solo di aree;
- Utilizzo nomenclatura CORINE al terzo livello (44 classi) con tutte le aree classificate;
- Metodologia di classificazione Standard CLC, organizzata gerarchicamente 44 classi al terzo livello, 15 classi al secondo livello e cinque al primo;

La congruenza geometrica tra CLC2000, CLC90 e IMAGE2000 è il prerequisito essenziale del progetto

5.3.2 Sistema di nomenclatura gerarchico

Il sistema di classificazione dell'uso e copertura del suolo del CLC è di tipo gerarchico e suddiviso in 3 livelli. Il primo livello è costituito da 5 classi che rappresentano le grandi categorie di copertura del suolo:

- Superfici artificiali;
- Aree agricole;
- Foreste e aree naturali e seminaturali;
- Aree umide;
- Corpi idrici.

Il secondo livello comprende 15 classi che vengono ulteriormente distinte sino a giungere a 44 classi al terzo livello (Tabella 5). La distinzione delle 44 classi del terzo livello scaturisce da scelte tecniche legate al supporto fotointerpretativo: l'immagine Landsat 7 ETM+. Dalle sole immagini satellitari risulterebbe difficile scendere ad un livello di dettaglio maggiore nella distinzione dell'uso e copertura del suolo

1. Superfici artificiali	1.1.Zone urbanizzate di tipo residenziale	1.1.1.Zone residenziali a tessuto continuo
		1.1.2.Zone residenziali a tessuto discontinuo e rado
	1.2.Zone industriali, commerciali ed infrastrutturali	1.2.1.Aree industriali, commerciali e dei servizi pubblici e privati
		1.2.2.Reti stradali, ferroviarie e infrastrutture tecniche
		1.2.3.Aree portuali
		1.2.4. Aeroporti
	1.3.Zone estrattive, cantieri, discariche e terreni artefatti e abbandonati	1.3.1.Aree estrattive
		1.3.2. Discariche
		1.3.3 Cantieri
	1.4.Zone verdi artificiali non agricole	1.4.1.Aree verdi urbane
		1.4.2.Aree ricreative e sportive
2. Superfici agricole utilizzate	2.1.Seminativi	2.1.1.Seminativi in aree non irrigue
		2.1.2.Seminativi in aree irrigue
		2.1.3 Risaie
	2.2.Colture permanenti	2.2.1.Vigneti
		2.2.2.Frutteti e frutti minori
		2.2.3. Oliveti
	2.3.Prati stabili (foraggiere permanenti)	2.3.1. Prati stabili (foraggiere permanenti)
	2.4.Zone agricole eterogenee	2.4.1.Colture temporanee associate a colture permanenti
		2.4.2.Sistemi colturali e particellari complessi
		2.4.3.Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti

		2.4.4.Aree agroforestali
3. Territori boscati e ambienti semi-naturali	3.1.Zone boscate	3.1.1 Boschi di latifoglie
		3.1.2 Boschi di conifere
		3.1.3. Boschi misti di conifere e latifoglie
	3.2.Zone caratterizzate da vegetazione arbustiva e/o erbacea	3.2.1.Aree a pascolo naturale e praterie
		3.2.2.Brughiere e cespuglieti
		3.2.3.Aree a vegetazione sclerofilla
		3.2.4 Aree a vegetazione boschiva ed arbustiva in evoluzione
	3.3.Zone aperte con vegetazione rada o assente	3.3.1.Spiagge, dune e sabbie
		3.3.2.Rocce nude, falesie, rupi, affioramenti
		3.3.3.Aree con vegetazione rada
		3.3.4.Aree percorse da incendi
		3.3.5.Ghiacciai e nevi perenni
4. Zone umide	4.1.Zone umide interne	4.1.1.Paludi interne
		4.1.2. Torbiere
	4.2.Zone umide marittime	4.2.1.Paludi salmastre
		4.2.2.Saline
5. Corpi idrici	5.1.Acque continentali	4.2.3.Zone intertidali
		5.1.1.Corsi d'acqua, canali e idrovie
	5.2.Acque marittime	5.1.2 Bacini d'acqua
		5.2.1.Lagune
		5.2.2.Estuari
		5.2.3.Mari e oceani

Tabella 5: sistema di nomenclatura CORINE. In blu il primo livello, in verde il secondo e in giallo il terzo.

5.4 Il database dei cambiamenti

Il database dei cambiamenti di uso e copertura del suolo (*CLC Changes*) è un elemento fondamentale per il raggiungimento degli obiettivi definiti dal progetto I&CLC2000. Esso viene realizzato per comparazione tra l'uso e copertura del suolo riferibili rispettivamente al 1990 e al 2000.

5.4.1 Principali caratteristiche

Il database dei cambiamenti è il risultato di un'operazione di intersezione tra il CLC90 e il CLC 2000. I poligoni che mostrano un cambiamento riporteranno i codici sia del CLC90 che CLC2000. Il risultato dell'intersezione viene controllato per la verifica della minima unità cartografata che deve essere di 5 ettari.

6. I risultati ottenuti

La metodologia omogenea utilizzata per la produzione del CLC 2000 e per la riproduzione del CLC 1990 ha permesso di analizzare le tendenze in atto in Italia per quanto concerne la copertura e l'uso dei suoli. L'obiettivo dello stage è stato dunque quello di elaborare i dati CLC per individuare le principali dinamiche territoriali esistenti sia a livello nazionale che a livello regionale.

Il fenomeno che appare più evidente dal confronto della copertura del 2000 con quella del 1990 è la perdita di aree agricole, a favore soprattutto di aree artificiali e di territori boscati ed ambienti semi-naturali. In particolare, le aree agricole sono diminuite di oltre 140.000 ettari, circa 80.000 ettari sono stati "artificializzati" (sono sorte nuove aree residenziali, industriali e commerciali nonché servizi, aree estrattive, strade, ferrovie...) ed i territori boscati e gli ambienti naturali o semi-naturali hanno conquistato quasi 60.000 ettari. L'abbandono culturale delle aree agricole e pastorali continua, quindi, ad essere una delle principali forze alla base delle dinamiche paesaggistiche in Italia.

6.1 Metodologia di lavoro

L'analisi è stata effettuata sui dati ufficiali prodotti nell'ambito del progetto I&CLC2000 Italy, con l'ausilio di programmi GIS e facendo riferimento alle linee guida sull'analisi spaziale fornite dall'Agenzia Europea per l'Ambiente (EEA – European Environmental Agency) e da EIONET (European Environment Information and Observation Network). Per quanto riguarda i dati di input, si è fatto riferimento alle 3 coperture nazionali del Corine (**COoR**dination of **IN**formation on the **E**nvironment) relative al 2000 (clc00_it.e00), al 1990 (clc90_it.e00) ed ai cambiamenti (chang_it.e00), disponibili sul sito italiano per la disseminazione dei dati del progetto I&CLC2000 Italy (<http://www.clc2000.sinanet.apat.it/>). Queste coperture nazionali sono fornite in formato di interscambio di ArcInfo (nomefile.e00) e sono state importate attraverso lo strumento ArcToolbox del software ArGis9.0 (Figura 3).

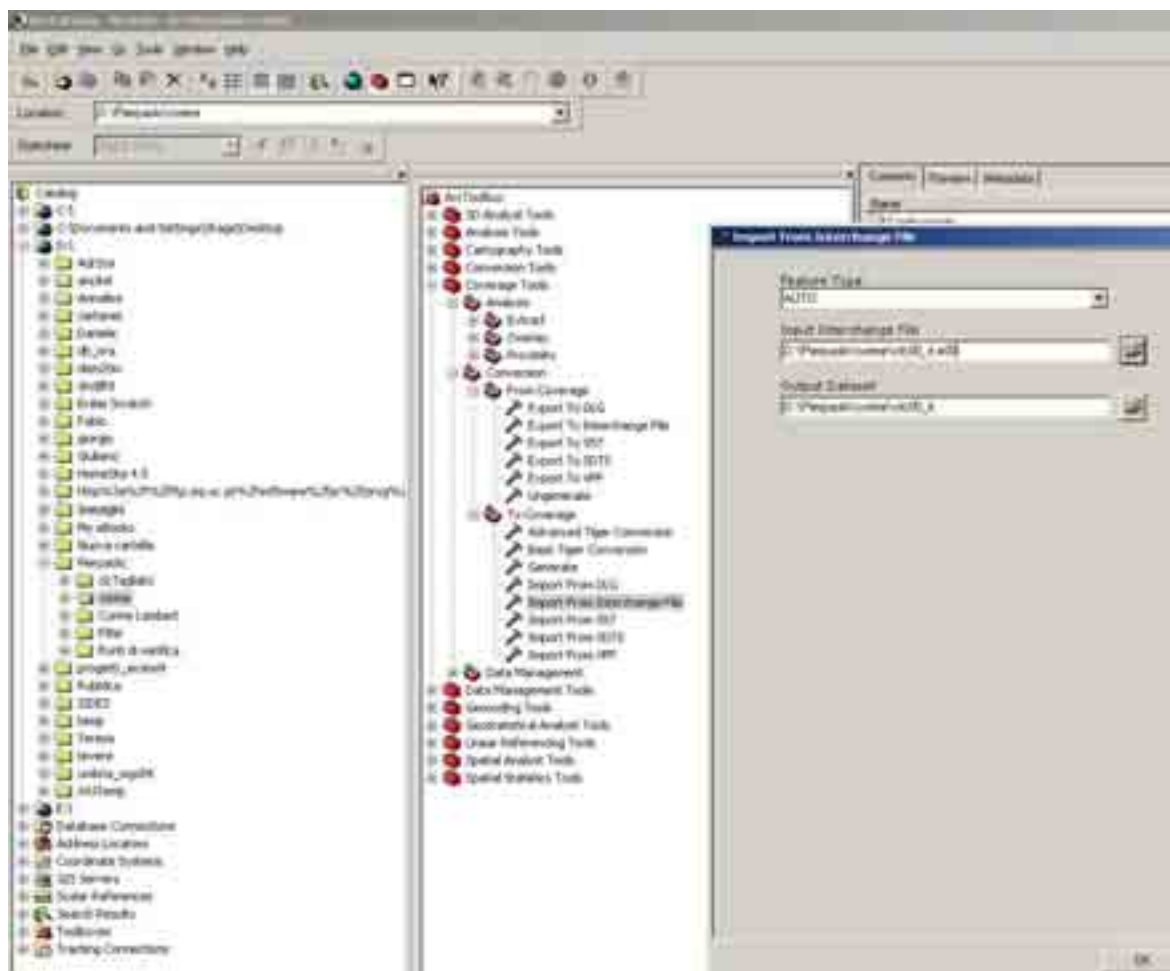


Figura 3 Importazione del file di interscambio (.e00)

In aggiunta ai dati propri del progetto I&CLC2000 (**IMAGE&CorineLandCover2000**), le elaborazioni di statistiche regionali hanno richiesto l'utilizzo dei limiti amministrativi italiani. Il livello informativo utilizzato è quello relativo all'anno 1998 e fornito dall'ISTAT.

Per quanto riguarda il sistema di riferimento geografico, i dati originali sono forniti nella proiezione UTM – Fuso 32 su datum WGS84. Questa proiezione è conforme alle indicazioni fornite a livello nazionale nell'ambito del Sistema Cartografico di Riferimento ed a livello europeo dall'Agenzia Europea per l'Ambiente, responsabile del coordinamento del progetto al livello continentale. La proiezione UTM, di tipo conforme, ha come caratteristica quella di minimizzare le distorsioni di scala e di direzione. Pur minimizzandoli, però, questa proiezione non permette di evitare errori in alcuni attributi, come ad esempio nelle superfici. Per elaborazioni di tipo statistico e per tutte quelle applicazioni in cui è necessaria una corretta misura delle superfici, è consigliabile l'uso di una proiezione di tipo equivalente, la cui principale caratteristica è proprio quella di rappresentare correttamente le aree.

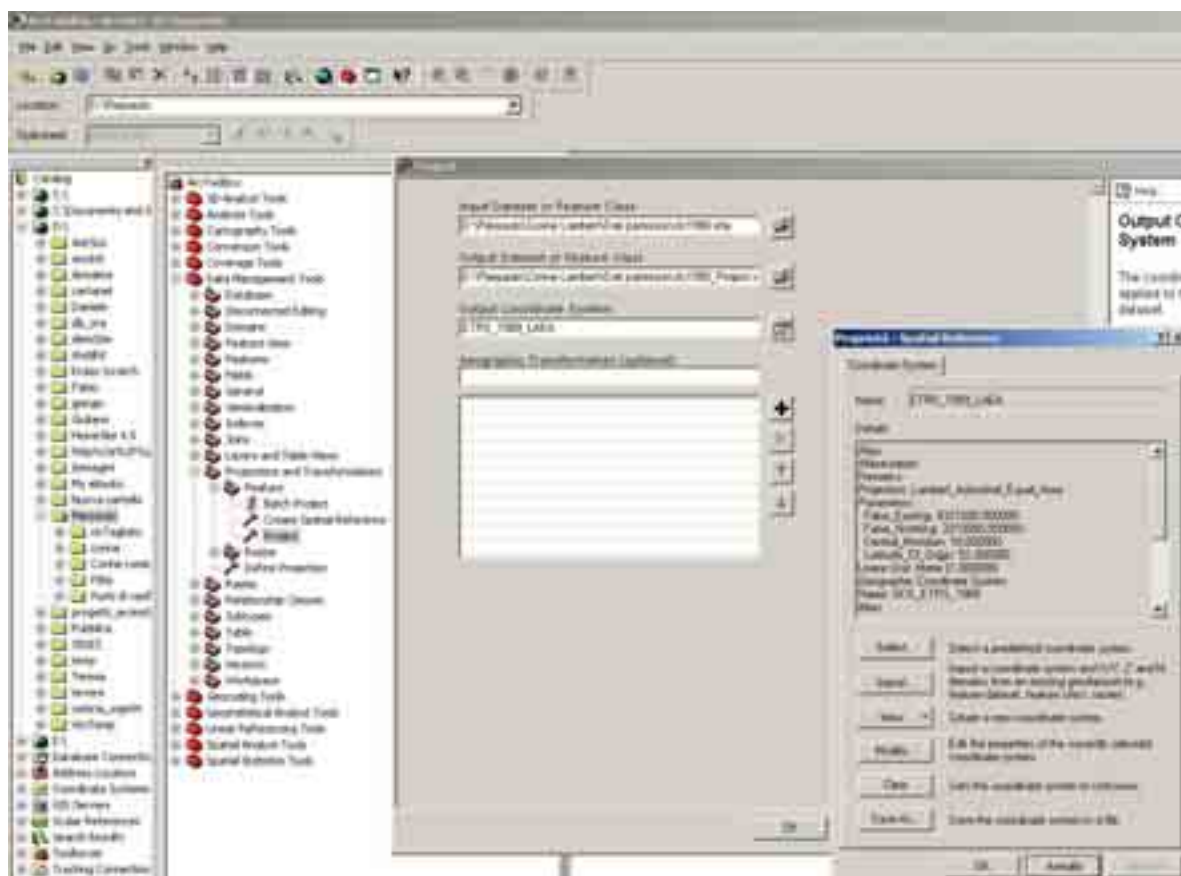


Figura 4 Passaggio alla proiezione equivalente di Lambert

A questo fine i dati CLC sono stati convertiti nella proiezione equivalente di Lambert, basata sul datum Europeo ETRS89, ed avente come latitudine del centro della proiezione 52° Nord e longitudine di 10° Est (Figura 4). Ulteriori dettagli sulle linee guida europee relative all'elaborazione di dati spaziali possono essere reperite presso il sito <http://www.eionet.eu.int/gis>.

A seguito della riproiezione, dalle coperture CLC1990 e CLC2000 sono stati eliminati i poligoni relativi al mare. Sia la riproiezione dei dati, che le successive elaborazioni spaziali sono state effettuate con il software ArGis9.0. Si è quindi proceduto al calcolo delle aree attraverso lo strumento Xtools presente in ArcMap 9.0 così come illustrato in figura 5.

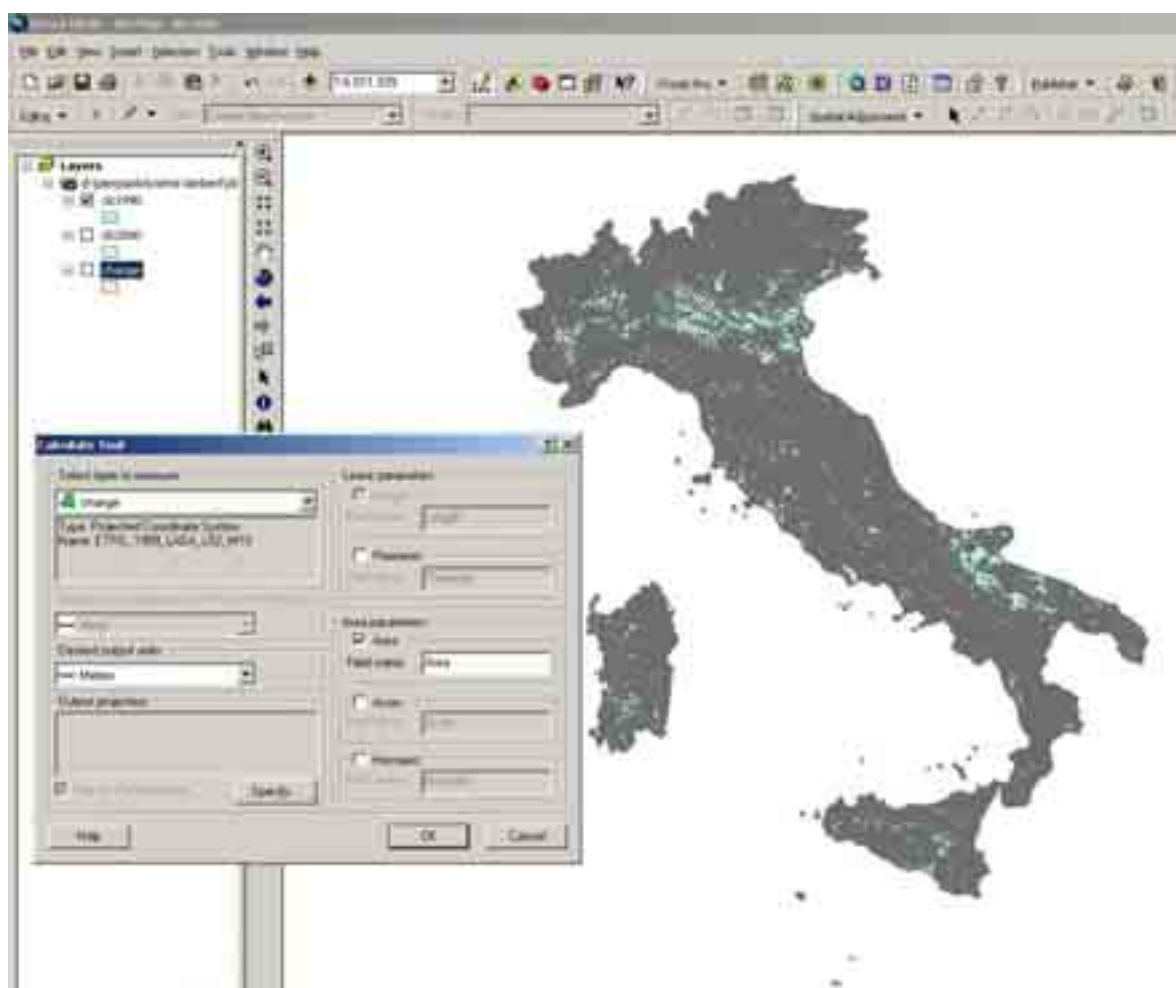


Figura 5 Calcolo delle aree dei poligoni

I dati così ottenuti sono stati importati in una Base di dati e sono stati quindi elaborati per analizzare i tre livelli gerarchici della classificazione Corine Land Cover. In particolare sono stati estratti i codici relativi al primo ed al secondo livello dai codici del terzo(vedi figura 6).



Figura 7 Esempio di query a campi incrociati

Microsoft Access

Creazione guidata Query e campi incrociati

Quale valore deve essere calcolato per ogni intersezione di riga e colonna?

Ad esempio, si può calcolare l'importo totale degli ordini per ciascun impiegato (colonna) per paese e zona (riga).

Visualizzare i risultati di ciascuna riga?

☐ Includi somme di riga

Campi:

- ID
- CODE_90_1
- CODE_90_2
- CODE_90_3
- CODE_90_4
- Area
- Rettangolo

Funzioni:

- Conteggio
- DevStd
- Max
- Meda
- Min
- Pieno
- Somma
- Ultimo
- Val

Esistono:

CODE_90_1	CODE_90_2	CODE_90_3	CODE_90_4
CODE_90_1	Somma (Area)		
CODE_90_2			
CODE_90_3			
CODE_90_4			

Matrice Cambiamenti: 2: Query a campi incrociati

CODE_90_2	11	12	13	14	21	22
11		605494,60194				
12		474749,72074				
13	5676571,9037	6767972,8307		308476,10202	206467,00638	106466,74518
14	227445,91582					
21	173295304,89	160383501,38	37834496,066	4813038,1079	82672895,501	65068929,690
22	48249214,723	8037193,9328	3176947,2248		43962965,703	3363020,2636
23	13270950,058	4139319,5854	2184423,8044		14882841,099	1871607,221
24	243947178,40	86067611,751	17565614,958	10889540,782	63644321,272	62872669,481
31	6404486,1577	384428,42937	7319967,5788	848179,26478	10188986,507	480041,84740
32	12584774,330	2726126,6100	7353193,8614	588376,75284	25647315,610	190121,14012
33	1050119,1145	892947,80545	216777,23638		250854,13304	65987,721118
41					488905,56374	
42		674812,44516				
51					368889,08712	62839,849950
52		1514622,7823	2030759,3086	1226331,5420		

Record: 11

Figura 8 Matrice dei cambiamenti

Tutti questi dati sono stati quindi restituiti nelle forme tabellari e grafiche mostrate in seguito nei paragrafi successivi.

Dall'analisi effettuata a livello nazionale si è poi passati a livello regionale, in particolare modo per le elaborazioni regionali si è eseguita l'intersezione tra le coperture CLC ed i limiti amministrativi (Figura 9), ricalcolando poi le aree dei poligoni risultato dell'intersezione.

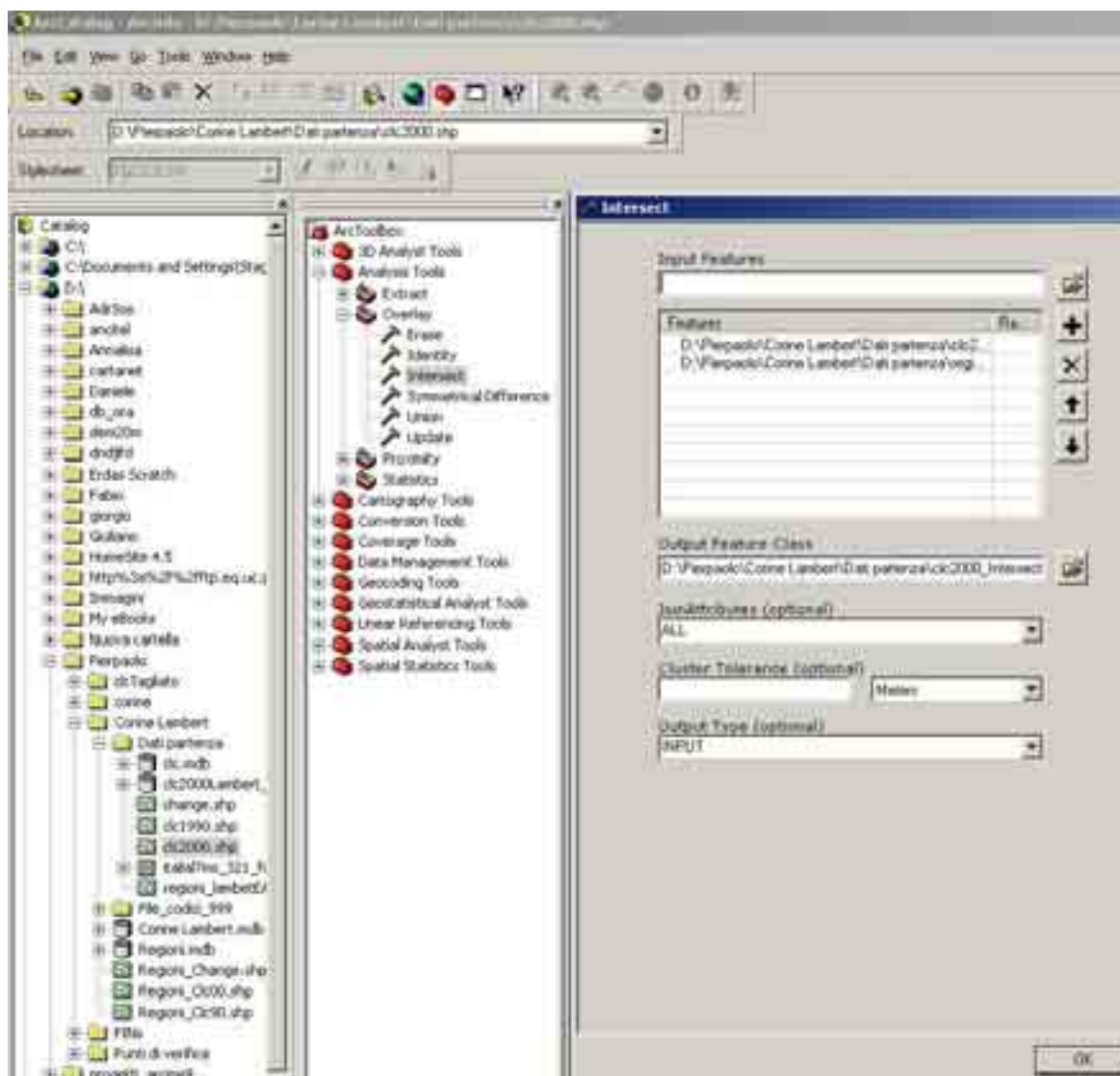


Figura 9 Intersezione tra la copertura nazionale e le regioni italiane

6.2 Analisi a livello Nazionale

Essendo i dati di copertura/uso del suolo CLC organizzati in 44 classi su tre livelli gerarchici, è possibile darne rappresentazioni diverse a seconda del livello di analisi.

Ciascun livello è in grado di fornire indicazioni utili per l'interpretazione delle dinamiche territoriali italiane.

Un primo ordine di considerazioni si può trarre dall'analisi del primo livello gerarchico. A questo livello la legenda Corine Land Cover presenta 5 tipi di uso/copertura del suolo

1. Superfici artificiali
2. Superfici agricole
3. Territori boscati e ambienti semi-naturali
4. Zone umide
5. Corpi idrici

In Tabella 6 sono mostrate superfici relative alle cinque classi CLC del primo livello, sia per l'anno 2000 che per il 1990.

Codice CLC	Uso del suolo CLC 1° Livello	2000 [km ²]	1990 [km ²]	2000 - 1990 [km ²]	<u>2000 – 1990</u> 1990 [%]
1	Superfici artificiali	14.316,1	13.489,4	826,8	6,13%
2	Superfici agricole	156.452,9	157.886,9	-1.434,0	-0,91%
3	Territori boscati e ambienti semi- naturali	126.823,7	126.224,9	598,8	0,47%
4	Zone umide	690,8	690,7	0,1	0,02%
5	Corpi idrici	3.131,7	3.123,0	8,7	0,28%

Tabella 6 Uso del suolo (1° livello Corine) sull'Italia, per gli anni 2000 e 1990

Si può notare come le aree agricole siano la categoria preponderante in termini di superficie totale coperta (Figura 10), nonché quella protagonista del cambiamento più significativo, con una contrazione di 1.434 km². In termini relativi invece, la classe che ha subito l'evoluzione maggiore rispetto alla situazione del 1990 è quella delle superfici artificiali, che sono aumentate di oltre il 6% rispetto alla superficie che coprivano nel 1990. In ultimo, in Tabella 7, si possono leggere le evoluzioni reciproche avvenute tra ciascuna classe; i valori in tabella rappresentano le superfici che appartenevano nel 1990 ad una certa classe e che nel 2000 avevano cambiato classe. In questa rappresentazione del dato si trova un ulteriore riscontro al già citato fenomeno di contrazione delle aree agricole, accompagnato dall'estensione delle aree artificiali e naturali.

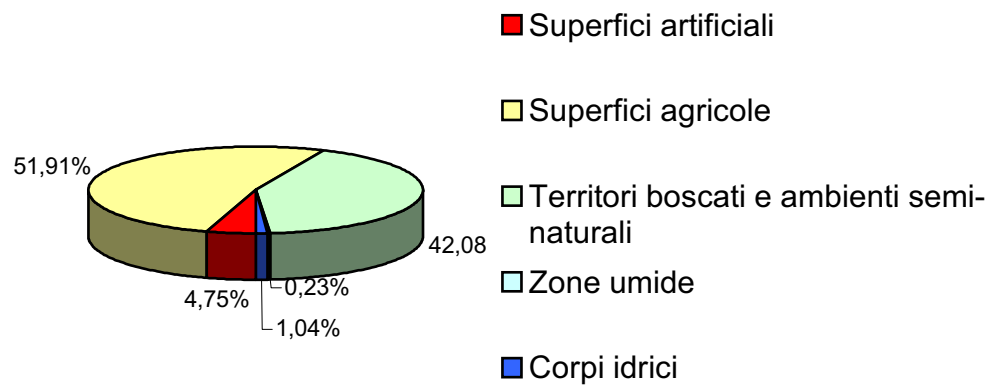


Figura 10 Uso del suolo (1° livello Corine) sull'Italia, per l'anno 2000

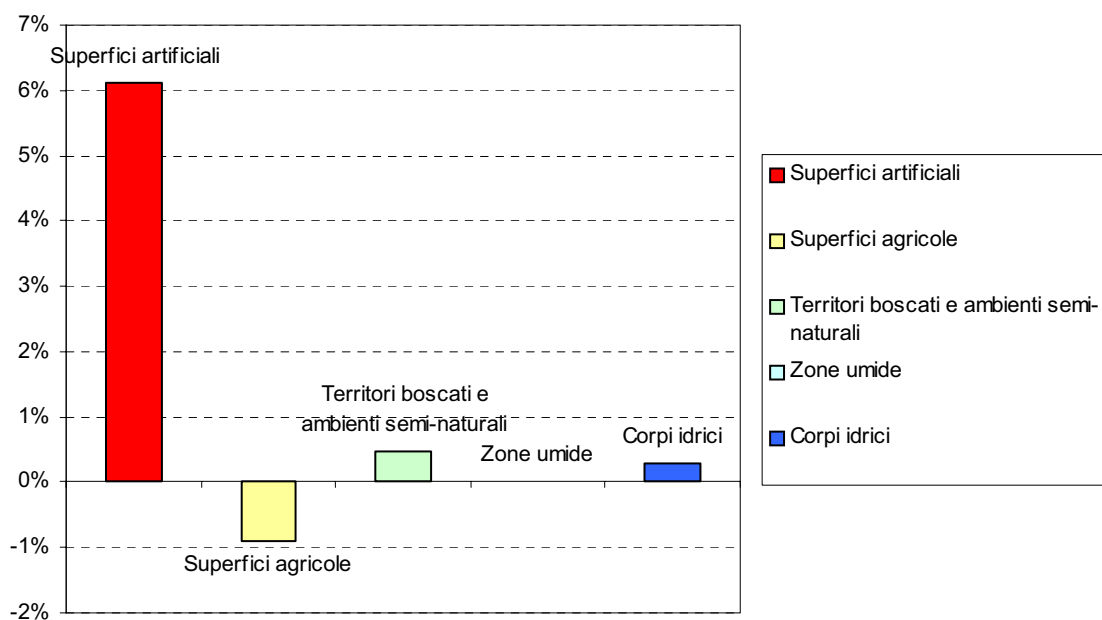


Figura 11 Cambiamenti nell'uso del suolo (1° livello Corine) tra l'anno 1990 e 2000, espressi in percentuale rispetto alla superficie di ciascuna categoria [(2000-1990)/1990]

		2000 [ha]				
	Classe	1	2	3	4	5
1990 [ha]	1	-	39	973	0	255
	2	79.386	-	68.315	379	1.434
	3	4.017	5.829	-	49	418
	4	67	76	52	-	479
	5	477	160	959	220	-

Tabella 7 Matrice dei cambiamenti di uso del suolo tra gli anni 1990 e 2000 (1° livello Corine)

	> 50.000 ha
	>10.000 ha e < 50.000 ha
	> 1.000 ha e < 10.000 ha

Legenda 1 per Tabella 7

In Tabella 8 ed in Tabella 9 sono mostrati i dati relativi al secondo livello di classificazione CORINE. Questo diverso livello di lettura permette un tipo di analisi più approfondito. Tra le molte considerazioni che si potrebbero fare dalla lettura di questi dati ci limitiamo ad evidenziare solo gli aspetti più rilevanti. La classe che ha mostrato un'espansione maggiore in termini assoluti è quella delle Zone boscate (oltre 800 km²); interessante è il dato relativo alle aree arbustive e erbacee che hanno subito l'evoluzione a boschi (oltre 900 km²). Nella classe delle aree artificiali, pur essendo il residenziale ad avere l'espansione maggiore (più di 500 km²), sono le zone industriali, commerciali ed infrastrutturali ad avere avuto l'espansione percentuale maggiore (10,68%).

Codice CLC	Uso del suolo CLC Livello 2	2000 [km ²]	1990 [km ²]	2000 - 1990 [km ²]	$\frac{2000 - 1990}{1990}$ [%]
11	Zone urbanizzate di tipo residenziale	10.819,6	10.315,7	503,9	4,88%
12	Zone industriali, commerciali ed infrastrutturali	2.631,9	2.377,9	254,0	10,68%
13	Zone estrattive, cantieri, discariche e terreni artefatti e abbandonati	565,1	514,7	50,4	9,79%
14	Zone verdi artificiali non agricole	299,6	281,1	18,4	6,56%
21	Seminativi	83.121,9	83.760,6	-638,7	-0,76%
22	Colture permanenti	21.780,0	21.871,2	-91,2	-0,42%
23	Prati stabili (foraggiere permanenti)	4.475,3	4.552,2	-76,9	-1,69%
24	Zone agricole eterogenee	47.075,6	47.702,9	-627,3	-1,31%

31	Zone boscate	79.025,6	78.190,4	835,2	1,07%
32	Zone caratterizzate da vegetazione arbustiva e/o erbacea	36.685,9	36.969,5	-283,6	-0,77%
33	Zone aperte con vegetazione rada o assente	11.112,3	11.065,0	47,2	0,43%
41	Zone umide interne	159,0	158,5	0,6	0,36%
42	Zone umide marittime	531,8	532,3	-0,4	-0,08%
51	Acque continentali	2.186,2	2.175,1	11,1	0,51%
52	Acque marittime	945,5	947,9	-2,4	-0,26%

Tabella 8 Uso del suolo (2° livello Corine) sull'Italia, per gli anni 2000 e 1990

		2000 [ha]														
	Classe	11	12	13	14	21	22	23	24	31	32	33	41	42	51	52
1990 [ha]	11	-	61													
	12		-													
	13	568	877	-	31	21	11		8	48	925				255	
	14	23			-											
	21	17.330	16.039	3.783	481	-	6.597	1.344	21.480	1.570	9.753		314		1.096	
	22	4.825	804	318		4.396	-	195	9.584	101	1.016	25				
	23	1.327	414	218		1.488	187	-	2.568	189	3.510		64		59	
	24	24.395	6.607	1.757	1.089	6.364	5.283	658	-	7.420	44.621	109			278	
	31	640	38	732	85	1.019	48	85	1.028	-	12.839	4.457			112	
	32	1.258	273	735	59	2.565	19	29	999	94.344	-	2.508		49	76	
	33	105	69	22		25	7		5	1.028	1.725	-			203	27
	41					49		27				40	-		427	
	42		67									12		-		52
	51					37	5		118	16	141	684	220		-	
	52		151	203	123							118				-

Tabella 9 Matrice dei cambiamenti di uso del suolo tra gli anni 1990 e 2000 (2° livello Corine)

	> 10.000 ha
	> 5.000 ha e < 10.000 ha
	> 1.000 ha e < 5.000 ha

Legenda 2 per Tabella 9

In Tabella 10 ed in Tabella 11 sono mostrati i dati relativi al terzo livello di classificazione CORINE. A questo livello di lettura le possibilità d'analisi si moltiplicano ed una loro trattazione esula dagli scopi di questo documento. A titolo d'esempio mettiamo in evidenza alcuni fenomeni, tra cui particolarmente interessante risulta essere il processo di successione secondaria che s'innesta in seguito all'abbandono delle aree agricole e dei pascoli e che porta ad ambienti caratterizzati da una matrice agricola con presenza di spazi

naturali. In maniera simile, il processo può partire da prati abbandonati che però possono evolvere verso macchia e cespuglieti per terminare con il bosco. L'analisi dei dati del terzo livello Corine permette di evidenziare chiaramente la portata di questo tipo di processo. Tra il 1990 e il 2000 sono oltre 200.000 gli ettari interessati dal fenomeno. La principale voce di cambiamento (quasi 89.000 ha) è costituita dal passaggio da "aree a vegetazione boschiva e arbustiva in evoluzione" (Classe 3.2.4) verso il bosco (Classe 3.1): tale dinamica rappresenta la fase terminale del processo di ricolonizzazione. Le fasi iniziali del processo sono invece rappresentate (circa 7.000 ha) dal passaggio da seminativi (Classe 2.1.1) verso coperture erbacee a prato (classe 3.2.1). 33.500 ettari passano, invece, da prati (3.2.1) a zone di macchia o ad aree in evoluzione (Classi 3.2.3 e 3.2.4). Verso le aree in evoluzione mutano anche quasi 36.000 ha direttamente da zone agricole con spazi naturali importanti (Classe 2.4.3).

All'interno della sola classe 2 delle superfici agricole, il passaggio di oltre 10.000 ettari da seminativi (Classe 2.1.1) a sistemi colturali e particellari complessi (Classe 2.4.2) (vedi Tabella 11) si può leggere come un processo di estensivizzazione agricola, cioè un passaggio da un'agricoltura basata sui seminativi verso forme meno intensive caratterizzate da una maggiore varietà di usi del suolo e di coltivazioni.

Codice CLC	Uso del suolo CLC Livello 3	2000 [km ²]	1990 [km ²]	2000 - 1990 [km ²]	(2000-1990)/1990 [%]
111	Zone residenziali a tessuto continuo	1.467,3	1.463,0	4,4	0,30%
112	Zone residenziali a tessuto discontinuo e rado	9.352,3	8.852,7	499,6	5,64%
121	Aree industriali, commerciali e dei servizi pubblici e privati	2.177,2	1.935,9	241,3	12,47%
122	Reti stradali, ferroviarie e infrastrutture tecniche	134,0	124,5	9,6	7,69%
123	Aree portuali	113,4	111,5	1,9	1,69%
124	Aeroporti	207,2	205,9	1,3	0,61%
131	Aree estrattive	471,1	430,2	41,0	9,52%
132	Discariche	20,0	18,1	1,9	10,24%
133	Cantieri	74,0	66,4	7,6	11,40%
141	Aree verdi urbane	103,7	103,4	0,3	0,32%
142	Aree ricreative e sportive	195,8	177,7	18,1	10,19%
211	Seminativi in aree non irrigue	79.915,2	80.591,5	-676,3	-0,84%
212	Seminativi in aree irrigue	406,4	406,7	-0,3	-0,08%

213	Risaie	2.800,3	2.762,4	37,9	1,37%
221	Vigneti	5.358,8	5.337,7	21,2	0,40%
222	Frutteti e frutti minori	3.961,6	3.978,8	-17,2	-0,43%
223	Oliveti	12.459,6	12.554,8	-95,1	-0,76%
231	Prati stabili (foraggiere permanenti)	4.475,3	4.552,2	-76,9	-1,69%
241	Colture temporanee associate a colture permanenti	3.884,9	3.921,2	-36,3	-0,93%
242	Sistemi colturali e particellari complessi	21.904,1	22.030,0	-126,0	-0,57%
243	Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti	19.487,6	19.874,4	-386,8	-1,95%
244	Aree agroforestali	1.799,0	1.877,2	-78,2	-4,17%
311	Boschi di latifoglie	55.275,9	54.677,4	598,5	1,09%
312	Boschi di conifere	13.363,6	13.216,3	147,3	1,11%
313	Boschi misti di conifere e latifoglie	10.386,1	10.296,7	89,3	0,87%
321	Aree a pascolo naturale e praterie	14.197,3	14.497,4	-300,1	-2,07%
322	Brughiere e cespuglieti	2.749,7	2.752,2	-2,5	-0,09%
323	Aree a vegetazione sclerofilla	10.085,7	9.613,4	472,3	4,91%
324	Aree a vegetazione boschiva ed arbustiva in evoluzione	9.653,1	10.106,5	-453,3	-4,49%
331	Spiagge, dune e sabbie	825,8	828,9	-3,1	-0,37%
332	Rocce nude, falesie, rupi, affioramenti	4.833,9	4.835,9	-2,0	-0,04%
333	Aree con vegetazione rada	4.852,9	4.846,1	6,7	0,14%
334	Aree percorse da incendi	84,1	36,9	47,2	127,87%
335	Ghiacciai e nevi perenni	515,6	517,2	-1,6	-0,31%
411	Paludi interne	158,6	158,1	0,6	0,36%
412	Torbiere	0,4	0,4	0,0	0,00%
421	Paludi salmastre	431,5	432,0	-0,4	-0,10%
422	Saline	100,3	100,3	0,0	0,00%
511	Corsi d'acqua, canali e idrovie	493,4	494,7	-1,4	-0,28%
512	Bacini d'acqua	1.692,9	1.680,4	12,5	0,74%
521	Lagune	943,0	945,4	-2,4	-0,26%
522	Estuari	2,5	2,5	0,0	0,00%

Tabella 10 Uso del suolo (3° livello Corine) sull'Italia, per gli anni 2000 e 1990

		2000 [ha]																																										
Classe	111	112	121	122	123	124	131	132	133	141	142	211	213	221	222	223	231	241	242	243	244	311	312	313	321	322	323	324	331	332	333	334	411	421	511	512	523							
112			61																																									
121				3																																								
124			44																																									
131			25									21			11			8																										
133		568	615	180	20	37				31												48														34								
141		23																																			221							
211	44	17.123	15.276	513			132	2.170	82	1.480		481		6.012	3.413	2.035	1.149	1.344	1.407	10.068	9.304	1.216	354		7.088		2.116	557				314			1.096									
212		7	25																																									
213		153	93				52				2.255									452																								
221	7	446	75	5			33	26			2.002					58	27	154	1.902	465																								
222	101	1.062	292		25		49				912			88			47	627	1.348	437																								
223	106	3.103	380	26			144	66			1.482			193			120	575	2.203	1.874		25	45	31			443	565				25												
231		1.327	414				81	36	102		1.488			101	50	37			1.356	1.212		106	82			62	26	3.422				64	47	13										
241		913	404				176	144			81	1.296		137	907	269	469		1.715	1.246		6					39	241						169										
242	142	16.489	4.807	159	19		320	146	56	534	2.612	132	3.308	232	197	83	426		1.251			6.774	454	180	87	45	33.237	13.577							74									
243	30	6.333	1.126	36			637	10	169	419	2.204	120		49		185	105	875	531																36									
244		488	55				156																																					
311		483	24		7		537	14		23	859				40		85	341	37	498																112								
312		108					66	12		62	78																																	
313		130	8				63	40			81					8	54	6	82																									
321		504	167				194	25		26	2.214																																	
322	5	45	36	29			32	33	26			33																																
323		635	40				224	38		33	298			5																						13								
324		69					163					19																								62								
331		92	26	6								25																																
332																																												
333		13	37				10	11																																				
334																																												
335																																												
411																																												
421			67																																									
511																																												
512																																												
521																																												
523			34																																									

> 5,000 ha

> 2,000 ha e < 5,000 ha

> 500 ha e < 2,000 ha

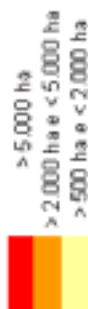


Tabella 11 Matrice dei cambiamenti di uso del suolo tra gli anni 1990 e 2000 (3° livello Corine)

6.3 Analisi a livello regionale

Per le elaborazioni regionali si è eseguita l'intersezione tra le coperture CLC ed i limiti amministrativi, ricalcolando poi le aree dei poligoni risultato dell'intersezione. Dalle statistiche regionali, a differenza del dato nazionale, sono esclusi i territori della Repubblica di San Marino e della Città del Vaticano; questo fa sì che i totali di questa elaborazione differiscano leggermente da quelli a livello nazionale. E' anche necessario notare che ulteriori piccole differenze sono dovute alla non perfetta coincidenza tra i limiti amministrativi utilizzati (nati ad una scala di 1:25.000) ed i limiti delle coperture CORINE (creati dalle immagini Landsat7 e riferibili ad una scala di 1:100.000).

In Tabella 12 and in Tabella 13 sono mostrate le percentuali regionali di uso del suolo al 1° livello CORINE, rispettivamente per l'anno 2000 e 1990. In Figura 12 è fornita una rappresentazione grafica di per le percentuali dell'anno 2000 in cui la dimensione delle torte è proporzionale alla superficie regionale.

REGIONE	Superficie [km ²]	Uso del suolo CLC2000 Livello 1 [%]				
		1	2	3	4	5
Italia	30.138	4,7	51,9	42,1	0,2	1,1
Abruzzo	1.080	2,5	45,0	52,3	0,0	0,2
Basilicata	999	1,4	58,0	40,2	0,0	0,3
Calabria	1.508	3,0	49,0	47,7	0,0	0,3
Campania	1.360	6,1	55,5	38,2	0,0	0,2
Emilia Romagna	2.212	4,7	67,7	26,1	0,3	1,2
Friuli Venezia Giulia	785	6,7	39,6	51,4	0,3	2,0
Lazio	1.721	5,8	57,1	35,6	0,0	1,5
Liguria	541	4,9	16,1	78,8	0,0	0,2
Lombardia	2.387	10,4	47,4	39,1	0,1	2,9
Marche	971	4,0	65,5	30,4	0,0	0,1
Molise	444	1,1	62,1	36,5	0,0	0,2
Piemonte	2.540	4,3	44,1	50,7	0,0	0,9
Puglia	1.935	4,4	83,5	10,9	0,4	0,9
Sardegna	2.410	2,8	43,4	52,7	0,4	0,7
Sicilia	2.572	4,8	63,4	31,3	0,1	0,4
Toscana	2.299	4,1	45,1	50,1	0,3	0,4
Trentino Alto Adige	1.360	2,1	13,9	83,6	0,0	0,4
Umbria	845	3,1	51,5	43,6	0,1	1,7
Valle d'Aosta	326	1,4	8,0	90,5	0,0	0,1
Veneto	1.841	7,7	57,7	29,0	1,5	4,1

Tabella 12 Percentuali regionali di uso del suolo per l'anno 2000 (1° livello CORINE)



Figura 12 Distribuzione regionale dell'uso del suolo per l'anno 2000 (1° livello CORINE)

REGIONE	Superficie [km ²]	Uso del suolo CLC1990 1° Livello [%]				
		1	2	3	4	5
Italia	30.138	4,5	52,4	41,9	0,2	1,1
Abruzzo	1.080	2,2	45,4	52,2	0,0	0,2
Basilicata	999	1,2	58,3	40,2	0,0	0,3
Calabria	1.508	2,6	49,4	47,7	0,0	0,3
Campania	1.360	5,9	55,7	38,2	0,0	0,2
Emilia Romagna	2.212	4,2	68,7	25,6	0,3	1,1
Friuli Venezia Giulia	785	6,2	40,0	51,4	0,3	2,0
Lazio	1.721	5,5	57,3	35,6	0,0	1,5
Liguria	541	4,9	16,2	78,7	0,0	0,2
Lombardia	2.388	10,2	47,6	39,1	0,1	3,0
Marche	971	3,9	65,6	30,4	0,0	0,1

Molise	444	1,1	62,2	36,5	0,0	0,3
Piemonte	2.540	4,0	44,6	50,6	0,0	0,9
Puglia	1.935	4,3	83,5	10,9	0,4	0,9
Sardegna	2.410	2,3	45,6	51,0	0,4	0,7
Sicilia	2.572	4,7	63,5	31,3	0,1	0,4
Toscana	2.299	3,7	45,7	50,0	0,3	0,4
Trentino Alto Adige	1.360	2,0	14,0	83,6	0,0	0,4
Umbria	845	2,9	51,6	43,6	0,1	1,7
Valle d'Aosta	326	1,2	8,3	90,4	0,0	0,1
Veneto	1.841	7,3	58,0	29,0	1,5	4,1

Tabella 13 Percentuali regionali di uso del suolo per l'anno 1990 (1° livello CORINE)

In Tabella 14, Tabella 15 e Figura 13 sono invece sintetizzati i cambiamenti su scala regionale verificatisi tra i due anni di riferimento. Si può osservare dalla Figura 13 che la Sardegna è di gran lunga la regione che ha subito le modifiche più significative, modifiche che hanno interessato quasi il 5% del suo territorio; l'avanzamento delle aree artificiali è quantificato in oltre 11.000 ettari, corrispondenti ad un aumento dei oltre il 20% della superficie di questa classe. Si può anche notare che l'evoluzione percentualmente maggiore è stata quella delle aree artificiali in Valle D'Aosta, cresciute di oltre un quarto (25, 6%).

REGIONE	Variazioni di Uso del suolo il 1990 ed il 2000 1° Livello [ha]				
	1	2	3	4	5
Abruzzo	3.591	-4.067	476	0	0
Basilicata	1.982	-2.261	623	-43	-302
Calabria	6.116	-6.053	-136	-18	90
Campania	3.058	-3.122	-72	-227	363
Emilia Romagna	10.456	-22.512	11.175	195	687
Friuli Venezia Giulia	3.783	-3.526	-257	0	0
Lazio	4.213	-4.234	-6	0	27
Liguria	80	-664	583	0	0
Lombardia	5.431	-5.313	21	0	-139
Marche	532	-533	1	0	0
Molise	314	-288	101	41	-168
Piemonte	9.015	-12.370	3.307	0	48
Puglia	1.141	-1.110	-37	0	5
Sardegna	11.671	-52.028	40.415	0	-58
Sicilia	2.345	-2.071	-164	38	-148
Toscana	8.137	-12.073	3.239	0	697
Trentino Alto Adige	1.910	-2.258	347	0	0
Umbria	1.377	-1.299	-58	0	-20
Valle d'Aosta	961	-1.121	160	0	0
Veneto	6.232	-6.397	201	-12	-24

Tabella 14 Variazioni regionali di uso del suolo tra l'anno 1990 ed il 2000 (1° livello CORINE)



Figura 13 Percentuali regionali di territorio che hanno subito una modifica di uso del suolo (3° livello corine) tra il 1990 ed il 2000

REGIONE	Variazioni di Uso del suolo il 1990 ed il 2000 1° Livello [%]				
	1	2	3	4	5
Abruzzo	15,5	-0,8	0,1	0	0,0
Basilicata	16,0	-0,4	0,2	-20,9	-9,4
Calabria	15,4	-0,8	0,0	-31,3	2,1
Campania	3,8	-0,4	0,0	-37,5	17,4
Emilia Romagna	11,2	-1,5	2,0	3,0	2,7
Friuli Venezia Giulia	7,7	-1,1	-0,1	0,0	0,0
Lazio	4,4	-0,4	0,0	0,0	0,1
Liguria	0,3	-0,8	0,1	0,0	0,0
Lombardia	2,2	-0,5	0,0	0,0	-0,2
Marche	1,4	-0,1	0,0	0,0	0,0

Molise	6,6	-0,1	0,1	80,0	-13,8
Piemonte	9,0	-1,1	0,3	0,0	0,2
Puglia	1,4	-0,1	0,0	0,0	0,0
Sardegna	21,3	-4,7	3,3	0,0	-0,3
Sicilia	1,9	-0,1	0,0	1,8	-1,4
Toscana	9,5	-1,2	0,3	0,0	8,3
Trentino Alto Adige	7,1	-1,2	0,0	0,0	0,0
Umbria	5,6	-0,3	0,0	0,0	-0,1
Valle d'Aosta	25,6	-4,1	0,1	0,0	0,0
Veneto	4,6	-0,6	0,0	0,0	0,0

Tabella 15 Variazioni percentuali di uso del suolo rispetto all'anno 1990 rilevate nel 2000 (1° livello CORINE) (2000-1990/1990)

6.4 Quarto Livello

Pur avendo prodotto una copertura nazionale, mostriamo i risultati (Tabella 16) del CLC2000-4° Livello solo limitatamente ai “Territori Boscati e Ambienti Semi-Naturali” (Classe 3), ai “Seminativi” (Classe 2.1) ed alla “Arboricoltura da legno” (2.2.4), in quanto l'approfondimento tematico al 4°, ed in alcuni casi al 5° livello, si è limitato ad esse.

Codice CLC 3° Livello	Codice CLC 4° Livello	Codice CLC 5° Livello	Uso del suolo CLC 3°, 4° o 5° Livello	2000 [km ²]
	2111		Colture intensive	74.699,7
	2112		Colture estensive	5.220,0
	2241		Pioppicoltura	394,5
	2242		Latifoglie pregiate (quali ciliegio e noce)	1,3
	2243		Eucalitteti	68,0
	2244		Conifere (quali pino insigne)	0
	2245		Impianti misti di latifoglie e conifere	1,4
	3111		Boschi a prevalenza di querce e altre latifoglie sempreverdi (quali leccio e sughera)	7.376,1
	3112		Boschi a prevalenza di querce caducifoglie (cerro e/o roverella e/o farnetto e/o rovere e/o farnia)	20.045,1
	3113		Boschi misti a prevalenza di altre latifoglie autoctone (latifoglie mesofile e mesotermofile quali acero-frassino, carpino nero-orniello)	8.395,9
	3114		Boschi a prevalenza di castagno	7.228,4
	3115		Boschi a prevalenza di faggio	9.405,2
	3116		Boschi a prevalenza di specie igrofite (quali salici e/o pioppi e/o ontani, ecc.)	732,5

	3117		Boschi ed ex-piantagioni a prevalenza di latifoglie esotiche (quali robinia, e ailanto)	1.501,5
	3121		Boschi a prevalenza di pini mediterranei e cipressi (pino domestico, pino marittimo, pino d'aleppo)	2.023,3
	3122		Boschi a prevalenza di pini oro-mediterranei e montani (pino nero e laricio, pino silvestre, pino loricato)	2.212,0
	3123		Boschi a prevalenza di abeti (quali bianco e/o rosso)	6.242,8
	3124		Boschi a prevalenza di larice e/o pino cembro	2.585,1
	3125		Boschi ed ex-piantagioni a prevalenza di conifere esotiche (quali douglasia, pino insigne, pino strobo)	83,0
		31311	Boschi misti di conifere e latifoglie a prevalenza di querce e altre latifoglie sempreverdi (quali leccio e sughera)	420,8
		31312	Boschi misti di conifere e latifoglie a prevalenza di querce caducifoglie (cerro e/o roverella e/o farnetto e/o rovere e/o farnia)	1.248,2
		31313	Boschi misti di conifere e latifoglie a prevalenza di altre latifoglie autoctone (latifoglie mesofile e mesotermofile quali acero-frassino, carpino nero-orniello)	1.331,3
		31314	Boschi misti di conifere e latifoglie a prevalenza di castagno	863,8
		31315	Boschi misti di conifere e latifoglie a prevalenza di faggio	1.776,6
		31316	Boschi misti di conifere e latifoglie a prevalenza di specie igrofite (quali salici e/o pioppi e/o ontani, ecc.)	24,0
		31317	Boschi misti di conifere e latifoglie a prevalenza di specie esotiche	71,2
		31321	Boschi misti di conifere e latifoglie a prevalenza di pini mediterranei e cipressi (pino domestico, pino marittimo, pino d'aleppo)	1.148,9
		31322	Boschi misti di conifere e latifoglie a prevalenza di pini oro-mediterranei e montani (pino nero e laricio, pino silvestre, pino loricato)	1.819,9
		31323	Boschi misti di conifere e latifoglie a prevalenza di abeti (quali bianco e/o rosso)	1.547,9
		31324	Boschi misti di conifere e latifoglie a prevalenza di larice e/o pino cembro	399,8
		31325	Boschi misti di conifere e latifoglie a prevalenza di conifere esotiche (quali douglasia, pino insigne, pino strobo)	33,6
	3211		Praterie continue	8.328,5
	3212		Praterie discontinue	5.836,0
322			Brughiere e cespuglieti	2.906,3

	3231		Macchia alta	2.779,6
	3232		Macchia bassa e garighe	7.148,9
324			Aree a vegetazione boschiva e arbustiva in evoluzione	9.692,7
331			Spiagge, dune e sabbie	820,0
332			Rocce nude, falesie, rupi, affioramenti	4.840,8
333			Aree con vegetazione rada	4.851,9
335			Ghiacciai e nevi perenni	515,6

Tabella 16 Dati nazionali per il prodotto CLC2000- 4° livello (sono riportati i dati relativi alle aree naturali e semi-naturali, arboricoltura da legno ed ai seminativi in aree non irrigue)

Le diverse caratteristiche del prodotto CLC2000-4° Livello rispetto al CLC2000 portano a risultati statistici nazionali leggermente divergenti.

In Tabella 17 sono mostrati i dati nazionali per le 5 classi CORINE di 1° livello, quali derivano dalle elaborazioni dei prodotti CLC2000 – 4° Livello e CLC2000.

Codice CLC	Uso del suolo CLC 1° Livello	2000 [km ²]	2000-4° livello [km ²]	(2000-4°livello) - (2000) [km ²]
1	Superfici artificiali	14.316,1	14.316,0	-0,1
2	Superfici agricole	156.452,9	157.040,1	587,2
3	Territori boscati e ambienti semi-naturali	126.823,7	126.237,4	-586,3
4	Zone umide	690,8	690,6	-0,2
5	Corpi idrici	3.131,7	3.131,1	-0,6

Tabella 17 Differenze tra CLC2000 e CLC2000- 4° livello, relativamente al primo livello di classificazione CORINE

Analogamente, in Tabella 18 sono mostrate le differenze relativamente al terzo livello di classificazione CORINE. In Tabella 18 sono state riportate solo le classi che hanno differenze superiori al chilometro quadrato. Evidenziata in rosso è la classe “Arboricoltura da legno”, l’unica del terzo livello non presente nel sistema di classificazione CORINE ufficiale (utilizzata per la produzione del CLC2000). Si può notare che questa classe è la principale responsabile delle differenze tra il prodotto CLC2000-4° Livello rispetto al CLC2000 in quanto 465 km² di arboricoltura da legno erano stati classificati con aree boschate (Classe 3) nel prodotto CLC2000.

Si può inoltre notare che nel CLC2000-4° Livello è scomparsa la classe “Aree percorse da incendi”. Queste aree sono state classificate sulla base della vegetazione precedente all’incendio, principalmente avvalendosi del prodotto CLC90.

Codice CLC	Uso del suolo CLC Livello 3	2000 [km ²]	2000-4° livello [km ²]	(2000-4° livello) - (2000) [km ²]
211	Seminativi in aree non irrigue	79.915,2	79.919,6	4,5
224	Arboricoltura da legno	0,0	465,2	465,2
242	Sistemi colturali e particellari complessi	21.904,1	21.902,7	-1,3
243	Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti	19.487,6	19.592,0	104,4
244	Aree agroforestali	1.799,0	1.814,2	15,2
311	Boschi di latifoglie	55.275,9	54.684,7	-591,2
312	Boschi di conifere	13.363,6	13.146,2	-217,4
313	Boschi misti di conifere e latifoglie	10.386,1	10.686,0	299,9
321	Aree a pascolo naturale e praterie	14.197,3	14.164,6	-32,8
322	Brughiere e cespuglieti	2.749,7	2.906,3	156,7
323	Aree a vegetazione sclerofilla	10.085,7	9.928,5	-157,2
324	Aree a vegetazione boschiva ed arbustiva in evoluzione	9.653,1	9.692,7	39,6
331	Spiagge, dune e sabbie	825,8	820,0	-5,7
332	Rocce nude, falesie, rupi, affioramenti	4.833,9	4.840,8	7,0
333	Aree con vegetazione rada	4.852,9	4.851,9	-1,0
334	Aree percorse da incendi	84,1	0,0	-84,1

Tabella 18 Differenze tra CLC2000 e CLC2000- 4° livello, relativamente al terzo livello di classificazione CORINE (sono riportate solo le classi che hanno differenze superiori al chilometro quadrato)

7. Conclusioni

L'utilizzo di tecnologie innovative come il sistema di informazione geografico (GIS), rappresenta una innovazione epocale nella produzione e nella gestione di dati di carattere geografico e ambientale. La fusione dei sistemi di disegno computerizzato (CAD) e dei data base relazionali (DBMS) nei GIS e la loro diffusione ha permesso il superamento dei limiti di ogni rappresentazione cartografica tradizionale, permettendo di descrivere un'entità geografica sia nella sua completa natura geometrica, sia per il suo totale contenuto informativo.

Utilizzando una metodologia comune, il progetto CLC fornisce il primo rilevamento standardizzato della copertura del suolo in Europa. Nessun altro programma di informazione sulla copertura del suolo al mondo è in grado di fornire la combinazione tra ampiezza geografica e particolareggiata descrizione locale offerta dal CLC. Il progetto copre già 30 Paesi, e nel 2005 questo numero è destinato ad aumentare; prevede un ampio numero di utenti nel settore della ricerca, dell'agricoltura, della pianificazione territoriale, della silvicoltura, dell'istruzione, dei trasporti, della demografia, del turismo, dell'energia e della sanità, oltre che dell'ambiente. L'APAT è la National Authority che ha realizzato la banca dati per il territorio italiano e rende disponibile tutte le informazioni prodotte nell'ambito del progetto.

Il CLC può essere utilizzato per contribuire alla protezione degli ecosistemi, combattere la perdita di biodiversità, individuare gli effetti del cambiamento climatico, valutare gli sviluppi nell'agricoltura e applicare la direttiva quadro dell'Unione europea sull'acqua. Può anche evidenziare, ad esempio, i casi in cui si sta aggravando la frammentazione del suolo provocata da strade e altre infrastrutture, con il rischio che gli ecosistemi non siano più collegati fra di loro e con un pericolo per la sopravvivenza di flora e fauna. In ambito agricolo, il progetto può mettere in luce i casi in cui si continuano ad apportare o a intensificare importanti cambiamenti strutturali, come avviene per la conversione delle aree a pascolo in seminativi (o viceversa), per l'espansione o la riduzione delle superfici ritirate dalla produzione ("a riposo"), o per il totale abbandono dell'agricoltura.

I dati del CLC costituiranno un input fondamentale per l'iniziativa 'INSPIRE' (Infrastruttura per l'informazione territoriale in Europa) della Commissione Europea, che ha l'obiettivo di istituire un database pubblico contenente informazioni geografiche

coerenti per il supporto a politiche sulla protezione ambientale, lo sviluppo delle infrastrutture, l'agricoltura e la navigazione marittima.

In questo contesto è collocato il contributo di questo lavoro di stage che ha permesso di analizzare i dati di uso del suolo e la loro evoluzione temporale nel periodo 1990-2000 con riferimento alle linee guida sull'analisi spaziale fornite dall'Agenzia Europea per l'Ambiente (EEA – European Environmental Agency) e da EIONET (European Environment Information and Observation Network).

Bibliografia

- APAT, 2002, *Operative plan for the implementation of I&CLC2000 project in Italy*, APAT, Roma.
- Bologna S., Chirici G., Corona P., Marchetti M., Pugliese A., Munafò M., 2004, Sviluppo e implementazione del IV livello Corine Land Cover 2000 per i territori boscati e ambienti semi-naturali in Italia. Atti della 8a Conferenza Nazionale ASITA “GEOMATICA: Standardizzazione, interoperabilità e nuove tecnologie”, Roma.
- Chirici G., Corona P., Marchetti M., 2002, Realizzazione della “Carta dell’uso del suolo e delle coperture vegetazionali” a copertura nazionale. Atti della 6^a Conferenza Nazionale ASITA “Geomatica per l’ambiente, il territorio e il Patrimonio Culturale”, Perugia, Vol 1: 787-792.
- Chirici G., Corona P., Marchetti M., Baiocco F., Visentin R., M. Polvani , 2004, Controllo di qualità e validazione multifase del database Corine Land Cover 2000 in Italia. Atti della 8a Conferenza Nazionale ASITA “GEOMATICA: Standardizzazione, interoperabilità e nuove tecnologie”, Roma.
- Congalton R.G, Green K., 1998, Assessing the accuracy of remotely sensed data: principles and practices. CRC Press, Boca Raton, USA.
- Corona P., 1999, Valutazione dell’accuratezza tematica in cartografia forestale. L’Italia Forestale e Montana 3: 153-161
- Corona P., 2000, Introduzione al rilevamento campionario delle risorse forestali. Edizioni CUSL, Firenze.
- European Environmental Agency, 2000, CORINE land cover technical guide – Addendum 2000. Technical report n. 40, pp 105.
- European Environmental Agency, 2002, CORINE land cover update. I&CLC2000 project. Technical Guidelines.Europen Topic Center-Terrestrial Environment, Final version, August 2002, pp 69.
- Fenstermaker L.K., 1994, Remote sensing thematic accuracy assessment: a compendium. American Society for Photogrammetry and Remote Sensing, Bethesda, USA.

- Giordano A., Veregin H., 1994, Il controllo di qualità nei sistemi informativi territoriali. Il Cardo Editore, Venezia.
- JRC. Image2000 - Procedure For Image Selection. (http://image2000.jrc.it/reports/procedure_image_selection.pdf) , 2001.
- JRC. Image2000 - Procedure for delivery of Ortho-rectified images (http://image2000.jrc.it/reports/procedure_delivery_orthimages.pdf), 2001
- Marchetti M., Giovacchini A., Adami P., De Angelis P., 1992, Progetto CORINE - Carta dell'uso e della copertura del suolo. Atti V° Convegno nazionale AIT, Ed. Progetti, Milano.
- Marchetti M., 2002, Metodologie per una cartografia di uso del suolo multilivello e multiscala: analisi e sperimentazione applicative, Documenti Del Territorio, 49: 33-51, Roma.
- Munafò M., Cecchi G., Sambucini V., 2004, La cartografia Corine Land Cover a supporto della pianificazione ambientale a scala regionale e nazionale. Atti della 8a Conferenza Nazionale ASITA “GEOMATICA: Standardizzazione, interoperabilità e nuove tecnologie”, Roma.
- Stehman S.V., 1997, Selecting and interpreting measures of thematic classification accuracy. Remote Sensing of Environment 62: 77-89.
- <http://www.eionet.eu.int/gis>.
- <http://www.clc2000.sinanet.apat.it/>