

# Valutazioni sul consumo di suolo mediante dati di copertura e telerilevati

di Michele Munafò, Flavio Lupia, Ines Marinosci

**La contrazione progressiva ed irreversibile delle superfici naturali ed agricole a favore delle aree urbanizzate è un fenomeno continuo con conseguenze di varia natura in termini ambientali, economici e sociali. Il fenomeno, conosciuto come "consumo di suolo" sta finalmente cominciando ad essere analizzato e considerato. Oggi, la disponibilità di informazioni sull'uso/copertura del suolo multi-temporali e di dati di monitoraggio satellitare permettono di quantificare il fenomeno a livello spaziale e temporale con diversi livelli di risoluzione.**

Il territorio nazionale, sta subendo da diversi decenni un progressivo processo di artificializzazione legato alle dinamiche dell'espansione delle aree urbane, delle infrastrutture e delle aree industriali. Il fenomeno comunemente definito come "consumo di suolo" o anche *land take* o *land uptake*, di seguito indicato come CdS, causa la contrazione progressiva ed irreversibile delle superfici naturali ed agricole a favore delle aree urbanizzate, con conseguenze di varia natura in termini ambientali, economici e sociali. Tra i principali effetti negativi ci sono la riduzione delle superfici permeabili, con effetti sul clima e sugli assetti idrogeologici, la contrazione delle potenzialità produttive dell'agricoltura, la riduzione della biodiversità e della funzionalità ecologica del suolo, la crescita degli effetti congestionanti con il conseguente insorgere delle diseconomie di agglomerazione con riflessi negativi sulla qualità urbana (e/o paesaggistica).

Il CdS, un concetto per il quale non esiste una definizione univoca, può descrittivamente essere ricondotto all'occupazione di nuovi spazi, progressivamente inclusi nella classe di copertura del suolo "aree artificiali" (o a una parte di queste) e sottratti alle classi relative alla copertura naturale o agricola. Nell'ambito di questa macro-trasformazione si possono distinguere diversi fenomeni di consumo, ciascuno con specifiche caratteristiche e specifiche conseguenze (Munafò e Ferrara, 2012). Il CdS è un fenomeno che si esplica principalmente nelle aree urbane, i dati europei confermano che la popolazione è maggiormente concentrata nelle aree urbane (73%) e le proiezioni future confermano che tale percentuale è destinata a raggiungere la soglia dell'80% entro il 2030 (IEA, 2008). Entità e distribuzione del fenomeno sono funzione dell'evoluzione delle forme urbane e delle relazioni tra aree artificiali e naturali, ma la consistente espansione dell'edificato e delle infrastrutture, anche in forme spontanee e diffuse, ha determinato un forte depauperamento della risorsa suolo, spesso in forme irreversibili, anche all'esterno del territorio urbano (Munafò, 2011). La geometria del fenomeno è strettamente dipendente dai cosiddetti servizi ecosistemici che vengono forniti dalle aree rurali (es. acqua, cibo ed aree verdi ricreative, ecc.), inoltre, l'artificializzazione del territorio

ed il cosiddetto *urban sprawl* contribuiscono alla frammentazione degli ecosistemi ed alla perdita di biodiversità, specialmente se non vengono adottate delle buone pratiche di pianificazione territoriale (EEA, 2010c, EEA, 2010d)

Le stime disponibili a livello europeo, pur se con un dettaglio che porta a una sottostima dell'entità del fenomeno, evidenziano che la quota di incremento di terreno occupato tra il 1990 ed il 2000 sia stato di circa 1000 km<sup>2</sup> l'anno, equivalenti a 275 ettari al giorno, mentre dal 2000 al 2006 l'incremento di tale quota sia diminuito a 920 km<sup>2</sup> l'anno, equivalenti a 252 ettari al giorno (Unione Europea, 2012).

A livello nazionale, gli ultimi dati disponibili con una scala di maggior dettaglio rispetto ai dati europei indicano come le aree artificiali siano passate dal 2,8% del secondo dopoguerra al 6,9% del 2010 con un CdS naturale, agricolo e forestale compreso tra i 60 e 100 ha al giorno nei diversi periodi analizzati (ISPRA, 2013).

L'analisi del fenomeno può essere effettuata utilizzando dati e metodologie differenti con gradi di affidabilità distinta, tra questi si citano i dati del progetto europeo *CORINE Land Cover* (CLC) ed i dati del monitoraggio condotto da ISPRA in collaborazione con il Sistema nazionale per la protezione

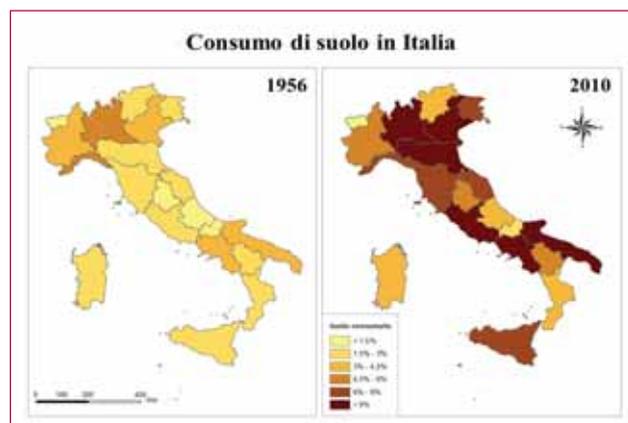


Fig.1 - Stima del consumo di suolo per regione. Fonte: ISPRA, 2013

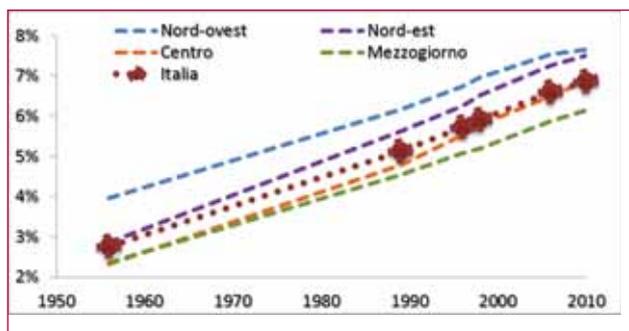


Fig. 2 - Consumo di suolo in Italia e per ripartizione geografica. Fonte: ISPRA, 2013

dell'ambiente. Inoltre, è possibile analizzare il fenomeno utilizzando la metodologia LEAC (Land and Ecosystem Accounts) messa a punto dall'Agenzia Europea per l'Ambiente, il cui principale obiettivo è quello di fornire una maggiore informazione sui dati di *land cover* mostrando gli 'stock' disponibili per ogni classe di *land cover* ed i relativi cambiamenti.

Il monitoraggio ISPRA rappresenta oggi sicuramente la più significativa collezione di dati a livello nazionale che ricostruisce l'andamento del CdS in Italia dal secondo dopoguerra. La specifica metodologia di rilevazione sviluppata, l'unica dedicata specificamente al tema del CdS, è in grado di integrare diverse fonti di dati secondo gli aggiornamenti via via disponibili con i dati locali e i dati di osservazione della terra a livello europeo, anche nell'ambito del programma Copernicus (già noto come GMES - *Global Monitoring for Environment and Security*), utilizzando analisi cartografiche e aero-fotogrammetriche. In particolare vengono integrati i dati provenienti dall'approccio campionario della rete ISPRA di monitoraggio del CdS, basato su un campione stratificato di circa 120.000 punti sul territorio nazionale, con il servizio informativo Copernicus ad alta risoluzione sull'impermeabilizzazione del suolo (Imperviousness Degrees 2009) ricavato da immagini satellitari e realizzato da Planetek Italia nell'ambito del progetto Geoland 2, cofinanziato dalla Commissione europea nell'ambito del settimo programma quadro.

L'indagine si pone oggi come fulcro di un possibile sistema di monitoraggio del consumo di suolo a scala nazionale e regionale, svolgendo aggiornamenti periodici con cadenza annuale e analisi a scala locale sui principali comuni oggetto di rilevazione ed è, inoltre, pienamente integrabile con il sistema delle statistiche ambientali dell'ISTAT, con le informazioni fornite dall'AGEA e dall'INEA e con le numerose attività di ricerca svolte dal CRA, CNR, università ed enti regionali e locali sul tema.

Di seguito si riporta un focus sull'entità del fenomeno del consumo di suolo per il territorio del Lazio utilizzando le diverse basi informative disponibili per la valutazione del CdS. I dati dell'indagine ISPRA per la regione Lazio portano a valori più alti della media nazionale e, pur considerando un possibile errore di stima, consentono di valutare il trend del CdS regionale. Il tasso di crescita è nettamente più elevato della media nazionale e, se nel secondo dopoguerra, la situazione del Lazio era complessivamente migliore di quella italiana, nel 2010 il valore di suolo consumato si attesta ben oltre l'8%, un dato che porta la regione tra le prime nella graduatoria delle regioni più cementificate (ISPRA, 2013). L'area di Roma, in particolare, è tra quelle dove il fenomeno desta ancora più preoccupazione e, nel 2008, il valore del suolo consumato superava il 26% della superficie comunale (ISPRA, 2012).

Il confronto con la popolazione residente permette di analizzare la relazione tra la potenziale domanda abitativa e l'urbanizzazione del territorio. In termini di CdS, la dispersione urbana e la bassa densità abitativa comportano un au-

Anno	1956	1989	1996	1998	2006	2010
Percentuale di suolo regionale consumato	2,3	5,9	6,7	7,1	8,0	8,3

Tab. 1 - Suolo consumato nella regione Lazio (in percentuale) per il periodo compreso tra il 1956 ed il 2010. Fonte: ISPRA, 2013.

Anno	1959	1990	1996	1998	2005	2008
Percentuale di suolo comunale consumato	7,1	19,3	22,1	23,1	25,1	26,1
Ettari di suolo comunale consumato	9.315	25.285	28.922	30.253	32.826	34.068

Tab. 2 - Suolo consumato nella città di Roma (in ettari e percentuale) per il periodo compreso tra il 1959 ed il 2008. Fonte: ISPRA, 2012.

Anno	1996	1998	2005	2008
Superficie consumata pro-capite [m <sup>2</sup> /ab]	110	117	129	125
Intensità d'uso del suolo [ab/ha]	91	85	78	80

Tab. 3 - Superficie consumata per abitante ed intensità di uso del suolo nella città di Roma per il periodo compreso tra il 1996 ed il 2008. Fonte: ISPRA, 2012.

mento dell'impermeabilizzazione media pro-capite. Roma mostra un leggero miglioramento negli ultimi anni, motivato da un aumento della popolazione con un minore incremento della superficie impermeabile, ma in generale si evidenzia una tendenza alla progressiva decrescita dell'intensità d'uso, con valori che ben rappresentano la progressiva tendenza alla dispersione urbana (ISPRA, 2012).

La valutazione del fenomeno di CdS nella regione può essere anche effettuata attraverso l'analisi dei dati dell'uso/copertura del suolo del CLC in termini assoluti o come trend di cambiamento per gli intervalli temporali relativi alla realizzazione delle tre cartografie: 1990, 2000 e 2006. Le cartografie CLC hanno una scala di 1:100.000 con unità minima cartografabile (MMU) di 25 ha, mentre la cartografia CLC relativa ai cambiamenti (1990-2000 e 2000-2006) ha una MMU di 5 ha. Sebbene tali dimensioni non permettano una rilevazione di elevata risoluzione e non siano, quindi, direttamente confrontabili con l'indagine ISPRA tuttavia, la CLC costituisce una fonte informativa standardizzata ed omogenea per l'intero territorio nazionale e permette di studiare le tipologie di aree sottoposte a CdS. Sicuramente le dimensioni della MMU limitano la possibilità di catturare tutti quei fenomeni di artificializzazione che hanno dimensione inferiore a quest'ultima. Alcuni studi, infatti, hanno evidenziato che il dato CLC sottostima in maniera importante il fenomeno con livelli che superano il 50% rispetto alla superficie reale. Il confronto con i dati del monitoraggio ISPRA sul CdS illustrati sopra conferma tale valutazione.

Analizzando i dati CLC si stima che la quota di aree artificiali ("Territori modellati artificialmente", classe 1 al I livello della legenda CLC) nel Lazio fra il 1990 ed il 2000 è stata di circa 360 ettari l'anno, ovvero di circa 1 ettaro al giorno, con un incremento percentuale nel decennio di circa il 3.7%.

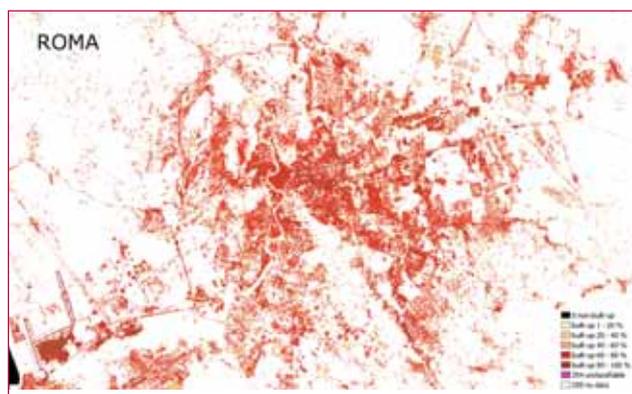


Fig. 3 - Impermeabilizzazione del suolo nell'area di Roma nel 2009. Fonte: Elaborazione ISPRA su dati Copernicus-GMES (Commissione europea, Planetek Italia, 2012)



Fig. 4 - Estensione regionale (ettari) delle aree artificiali (classe "Territori modellati artificialmente" della legenda CLC) per i periodi 1990, 2000 e 2006. (Fonte: Elaborazione INEA su dati CLC dell'Agenzia Europea per l'Ambiente).

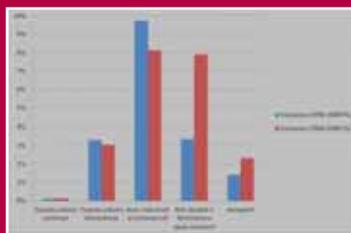


Fig. 5 - Variazioni percentuali delle principali sottoclassi di uso del suolo (II livello della legenda CLC) della classe "Territori modellati artificialmente" per gli intervalli 1990-2000 e 2000-2006. (Fonte: Elaborazione INEA su dati CLC dell'Agenzia Europea per l'Ambiente).

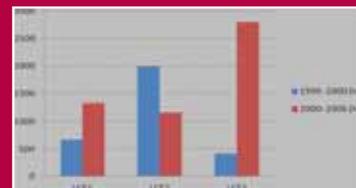


Fig. 6 - Andamento degli LC Flows nel Lazio espresso in ha/anno (Fonte: ISPRA)

Dal 2000 al 2006, la quota raggiunge i 540 ettari l'anno, circa 1.5 ettari al giorno, con un incremento nel periodo superiore al 3% ca. Complessivamente, tra il 1990 ed il 2006 le aree artificiali sono aumentate a livello regionale del 6.7 % ca. (da 96.225 a 103.126 ettari), ciò equivale all'incirca alla superficie amministrativa della città di Civitavecchia.

L'impatto numerico del fenomeno è elevato se si ipotizza che il tasso di crescita individuato abbia una tendenza lineare costante, in questo caso è possibile stimare per un periodo di 100 anni una conversione di aree naturali in aree artificiali per un'area complessiva superiore a 43.000 ettari che supera in estensione di gran lunga l'intera area amministrativa della città di Viterbo.

Il fenomeno può ulteriormente essere analizzato con la metodologia LEAC che analizza ed interpreta tutte le possibili combinazioni (44 x 43 = 1892) della matrice dei cambiamenti ripartiti a vari livelli amministrativi, espressi sotto forma di flussi LCF (*Land Cover Flows*).

Partendo dai dati CLC relativamente ai cambiamenti intercorsi tra il 1990-2000 ed il 2000-2006 per il Lazio, sono stati elaborati gli LFC che interessano la formazione di superfici artificiali:

- Lcf1: *Urban land management* (trasformazioni interne di aree urbane che avvengono all'interno della classe 1 del I livello del CLC)
- Lcf2: *Urban residential sprawl* (*land uptake* dovuto alla trasformazione di aree non urbane nelle classi 111 e 112 del III livello del CLC)
- Lcf3: *Sprawl of economic sites and infrastructures* (*land uptake* dovuto alla trasformazione di aree non urbane in siti di interesse economico ed infrastrutture di vario tipo, rappresentate dalle classi che vanno dalla 121 alla 142, del III livello del CLC, ad esclusione della 141).

Dai dati presentati si evidenzia l'entità e l'importanza del fenomeno nella regione Lazio anche soprattutto se viene inquadrato in termini di impatti negativi sull'agricoltura che subisce per prima un depauperamento della risorsa terra a causa della perdita di suoli agricoli, spesso di buona qualità, che potrebbero essere destinati alla produzione di cibo causando pertanto problemi per la sicurezza alimentare. Analizzando i dati ISTAT si nota che le variazioni della Superficie Agricola Totale (SAT) a livello regionale, ricavata dai confronti intercensuari, mostra una significativa riduzione a livello regionale nel periodo 1982-2010 (-38% ca.). Le variazioni per il medesimo intervallo intercensuario a livello provinciale hanno diversa entità con valori leggermente inferiori alla variazione complessiva regionale per le province di Viterbo, Rieti e Latina (-22%, -24% e -30% ca.) e valori notevolmente più elevati per le province di Roma e Frosinone (-48% e -72% ca.). La riduzione della SAT per le varie province è sicuramente il frutto della combinazione di diversi fenomeni tra cui la conversione delle aree agricole verso altri usi, la concentrazione dell'attività produttiva, la marginalizzazione e l'abbandono delle terre e non da ultimo il fenomeno di artificializzazione.

### Bibliografia

- Bonora N., Munafò M., Chirici G., Marchetti M., Analisi conclusive relative alla cartografia Corine Land Cover 2000, ISPRA Rapporti 130/2010
- EEA, 2010c. *The European environment — state and outlook 2010: assessment of global megatrends*. European Environment Agency, Copenhagen.
- EEA, 2010d. *The European environment — state and outlook 2010: land use*. European Environment Agency, Copenhagen.
- EEA, Environmental Accounting – Methodological guidebook, 2005 - <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/land-cover-accounts-leac-based-on-corine-land-cover-changes-database-1990-2000>
- IEA, 2008. *World Energy Outlook 2008*. International Energy Agency Geneva.
- ISPRA (2012), "Qualità dell'ambiente urbano - VIII Rapporto", ISPRA, Roma.
- ISPRA (2013). "Il monitoraggio del consumo di suolo in Italia", ISPRA, Roma.
- Maricchiolo C., Sambucini V., Pugliese A., Munafò M., Cecchi G., Rusco, La realizzazione in Italia del Progetto europeo Corine Land Cover 2000, APAT Rapporti 61/2005
- Munafò M., 2011, Sulle conseguenze del mutamento urbano. In: C'era una volta la città. Una lettura multidisciplinare del mutamento urbano. vol. 2, Acireale, Roma: Bonanno Editore.
- Munafò M., Ferrara A., 2012, Consumo di suolo: proposte di tassonomia e misura. In: XXXIII Conferenza Italiana di Scienze Regionali - Atti. Roma, Università Tor Vergata, 13-15 settembre 2012
- Sambucini V., Marinosci I., Bonora N., Chirici G., La realizzazione in Italia del Progetto europeo Corine Land Cover 2006, ISPRA Rapporti 131/2010
- Unione Europea, 2012, *Orientamenti in materia di buone pratiche per limitare, mitigare e compensare l'impermeabilizzazione del suolo*. [http://ec.europa.eu/environment/soil/pdf/guidelines/pub/soil\\_it.pdf](http://ec.europa.eu/environment/soil/pdf/guidelines/pub/soil_it.pdf)

### Abstract

Agricultural and natural areas conversion into urban areas is a progressive and irreversible process that has various negative impacts on the environmental, economic and social sphere. Nowadays, the process named "land take" is becoming relevant and it is receiving finally adequate consideration from decision makers and therefore it is starting to be deeply analyzed. The availability of multi-temporal land use/cover and satellite imaging enables the spatiotemporal evaluation and measurement of the phenomenon with different degrees of resolution.

### Parole chiave

GMES; CONSUMO DI SUOLO; LAND USE/COVER; SOIL SEALING; LAND TAKE

### Autori

MICHELE MUNAFO  
ISPRA – ISTITUTO SUPERIORE PER LA PROTEZIONE E LA RICERCA AMBIENTALE,  
Via VITALIANO BRANCATI 48 – 00144 ROMA  
[MICHELE.MUNAF0@ISPRAMBIENTE.IT](mailto:MICHELE.MUNAF0@ISPRAMBIENTE.IT)

FLAVIO LUPIA  
INEA - ISTITUTO NAZIONALE DI ECONOMIA AGRARIA,  
Via NOMENTANA 41 00161 ROMA  
[LUPIA@INEA.IT](mailto:LUPIA@INEA.IT)

INES MARINOSCI  
ISPRA – ISTITUTO SUPERIORE PER LA PROTEZIONE E LA RICERCA AMBIENTALE,  
Via VITALIANO BRANCATI 48 – 00144 ROMA  
[INES.MARINOSCI@ISPRAMBIENTE.IT](mailto:INES.MARINOSCI@ISPRAMBIENTE.IT)



# MUUG

[www.sinergis.it](http://www.sinergis.it)

## LA GESTIONE INTEGRATA PER LE RETI TECNOLOGICHE

**MUUG** (Multi Utilities User Group) è il nome del software sviluppato da **SINERGIS** per la gestione territoriale delle reti tecnologiche.

Basata su tecnologia **ArcGIS** e **ArcFM** costituisce la soluzione più aderente alla realtà ed agli standard operativi delle aziende Multi Utilities italiane, grazie al supporto, in fase di progettazione e test, di alcune aziende leader del settore (AGSM Verona, Gorgovivo Multiservizi Ancona, Trentino Servizi).



IL VALORE DELL'INFORMAZIONE GEOGRAFICA

# SINERGIS

SEDE LEGALE AMMINISTRATIVA: **Sinergis Srl** | **TRENTO, Gardolo** (38121) | loc. Palazzine 120/f | T. 0461.997214 | F. 0461.997330 | [www.sinergis.it](http://www.sinergis.it)

SEDI OPERATIVE:

**Milano** (20131)  
via Ampere, 28/30  
T. 02.67870811  
F. 02.67870850

**Bologna** (40125)  
via Calzolerie 2  
T. 051.237823  
F. 051.270806

**Roma** (00156)  
via E. Franceschini 56  
T. 06.432571  
F. 06.43257321

**Napoli** (80143)  
Centro Direzionale Isola F 12  
T. 081.19564953  
F. 081.19564954

**Cagliari** (09122)  
Era Informatica  
viale Elmas 142  
T. | F. 070.2110410

**Catania** (95131)  
Pza della Repubblica 32  
T. 095.312982  
F. 095.2500838 0