

Tecniche per lo studio del consumo di suolo in Toscana. Metodologie a confronto*

Camillo Berti (*), Antonio Di Marco (*), Michele Munafò (**)

(*) Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana (ARPAT), Via N. Porpora 22, Firenze,
camillo.ber ti@arpat.toscana.it, antonio.dimarco@arpat.toscana.it

(**) Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA), Via Vitaliano Brancati 48, Roma,
michele.munaf o@isprambiente.it

Riassunto

Scopo del contributo è presentare i risultati di diverse procedure di stima del consumo di suolo in Toscana, sulla base delle analisi svolte a seguito di una collaborazione tra l'Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana (ARPAT) e l'Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale (ISPRA).

L'indagine è stata condotta su cinque capoluoghi di provincia toscani (Arezzo, Firenze, Livorno, Pistoia, Prato), scelti da ISPRA, come casi di studio rappresentativi, nell'ambito della rete nazionale di monitoraggio del consumo di suolo, in base alla quale sono calcolati indicatori pubblicati nel Rapporto sulla qualità dell'ambiente urbano, prodotto annualmente da ISPRA con la collaborazione delle Agenzie ambientali.

L'analisi sull'evoluzione del consumo di suolo è stata eseguita secondo due differenti metodologie e a partire da diverse fonti informative. Nel primo caso, si è seguita la procedura campionaria messa a punto da ISPRA, finalizzata all'individuazione dello stato di impermeabilizzazione del suolo (*soil sealing*) attraverso la fotointerpretazione di serie diacronica di ortofoto. Nel secondo caso, sono state utilizzate la banca dati Corine Land Cover e la carta multitemporale dell'uso del suolo in scala 1:10.000 prodotta dalla Regione Toscana (Settore Sistema informativo per il territorio e l'ambiente) per derivazione dalla Carta tecnica regionale alla stessa scala e sulla base della fotointerpretazione di diverse epoche.

Il confronto effettuato ha consentito di verificare vantaggi e svantaggi delle diverse procedure e la qualità delle basi di dati disponibili.

Abstract

The aim of this paper is to show the results of different approaches, carried out by the Regional Agency for Environmental Protection of Tuscany in collaboration with the Institute for the Environmental Protection and Research, in order to estimate land take and soil sealing in Tuscany.

The analysis of changes on land take was performed according with two different methods for five municipalities in Tuscany (Arezzo, Florence, Livorno, Pistoia, Prato):

1) a procedure, developed by ISPRA, based on a sampling grid, aimed at identifying the state of soil sealing through photo-interpretation;

2) a methodology using large-scale cartographical data on land use, produced by Tuscany Region.

The analysis shows advantages and disadvantages of the two different procedures and the quality of the available data bases.

* Gli autori dedicano questo contributo alla memoria della collega Rita Pagani, precocemente scomparsa, e colgono l'occasione per ringraziare Maurizio Trevisani e Umberto Sassoli (Regione Toscana, Settore Sistema informativo territoriale e ambientale) per aver messo a disposizione i dati dell'uso del suolo in scala 1:10.000, oltre a Silvia Cerofolini, Gloria Giovannoni, Rita Pagani e Valentina Pallante (Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana), che hanno collaborato alla rilevazione dello stato di impermeabilizzazione del suolo nei capoluoghi toscani nell'ambito del monitoraggio del consumo di suolo coordinato dall'Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale.

Il consumo di suolo: definizioni e tecniche di misurazione

Il tema del “consumo di suolo” è di grande attualità, sia in Italia che negli altri paesi europei, dato che la continua espansione delle aree urbane sottrae alle funzioni naturali e all’agricoltura ampie porzioni di territorio. Ciononostante, il concetto di “consumo di suolo” è tutt’altro che univoco, indicando, sempre con accezione negativa, fenomeni anche piuttosto diversi tra di loro¹. Generalmente ci si riferisce al consumo di suolo come occupazione di terre precedentemente naturali o destinate all’agricoltura da parte di aree urbanizzate. Questa accezione è quella che compare nel disegno di legge presentato dal Consiglio dei Ministri nel giugno 2013 sul contenimento del consumo di suolo, che è da intendersi appunto come “riduzione di superficie agricola per effetto di interventi di impermeabilizzazione, urbanizzazione ed edificazione non connessi all’attività agricola”. Più specificamente, si utilizza molto spesso il concetto di consumo di suolo (in inglese, *land take* o *land uptake*) in relazione ad una delle sue principali cause, cioè il cosiddetto *urban sprawl* ossia la crescita, spesso disordinata, di nuove aree edificate, per lo più a destinazione residenziale e commerciale, a media e bassa densità (cfr. la definizione contenuta nel rapporto EEA 10/2006: “Urban sprawl is synonymous with unplanned incremental urban development, characterised by a low density mix of land uses on the urban fringe”, EEA, 2006, pp. 5-6).



Figura 1. Veduta aerea della periferia industriale a sud di Prato (ortofoto AGEA-Regione Toscana, 2010, licenza CC BY-NC-ND, con sovrapposizione carta Corine Land Cover 2006).

Come stato da molti messo in risalto, a questa pluralità di definizioni corrisponde un altrettanto varia gamma di strumenti per la misura del fenomeno, che si differenziano per le fonti informative e gli indicatori utilizzati, per il formato, le tecniche e le scale di acquisizione dei dati, oltre per il ritaglio degli ambiti di studio (Munafò, Ferrara, 2012; Munafò, 2013). È evidente come diversi approcci al problema e differenti strumenti di misura influiscano necessariamente, anche in modo significativo, sulle analisi effettuate e sull’interpretazione dei risultati. Ciò conferma l’importanza e l’urgenza di pervenire a una definizione univoca del problema e alla predisposizione di un set standard di indicatori (con i relativi strumenti di misura), che consenta di effettuare stime coerenti e confrontabili almeno a livello nazionale, necessarie per quantificare e monitorare nel tempo l’entità di un

¹ In un’accezione che attiene più alla pedologia che all’urbanistica o alla geografia, per consumo di suolo si intende la “superficie soggetta a intenso sfruttamento attraverso l’agricoltura, la selvicoltura o altre attività economiche” che determinano un depauperamento complessivo delle caratteristiche originarie dei suoli e nella terminologia anglosassone può essere definita come *soil loss* (Azzari, 2011; EEA, 2006). Vista la pluralità di accezioni della locuzione, che riflettono altrettante forme di consumo dei suoli, non è un caso che l’osservatorio permanente sorto presso il Politecnico di Milano da una collaborazione tra l’Istituto nazionale di urbanistica e Legambiente (“Centro di ricerca sui consumi di suolo”) si riferisca appunto ai “consumi” piuttosto che al “consumo” di suolo

fenomeno che in Italia sembra assumere forme particolarmente gravi, anche a causa dello scarso impatto delle politiche di pianificazione urbanistica e territoriale (Munafò, 2013; Azzari, 2011).

Fonti e metodi

Obiettivo di questo studio è dunque fornire un contributo al dibattito scientifico sulla misurazione del consumo di suolo confrontando tra loro diverse fonti informative, diverse scale e diverse modalità di acquisizione dei dati: una basata sull'utilizzo di cartografie tematiche dell'uso e della copertura del suolo (con geometria areale) e l'altra fondata su un approccio di tipo campionario (con geometria puntuale).

In particolare, si è scelto di utilizzare tre basi di dati, due a copertura nazionale e una con dettaglio regionale, tutte disponibili per un arco temporale compreso almeno tra il 2000 e il 2010, visto che, in questo contesto, l'aspetto di principale interesse non è costituito tanto dall'evoluzione temporale delle forme di utilizzo del territorio, quanto dal confronto tra diverse tecniche di misura del consumo di suolo:

- la rete di monitoraggio del consumo di suolo ISPRA;
- la carta della copertura del suolo europeo Corine Land Cover in scala 1:100.000, promossa dall'Agenzia europea per l'ambiente;
- la carta dell'uso del suolo in scala 1:10.000, realizzata dalla Regione Toscana.

Archivio	Copertura temporale	Tipo di rilevazione	Unità minima	Tipo di classificazione	Scala
Rete monitoraggio ISPRA	1996 / 1998 / 1999 / 2007 / 2010	Campionamento puntuale	1 mq	Soil sealing (due classi 0-1)	–
Corine Land Cover	1990 / 2000 / 2006	Cartografia vettoriale areale	25 ha	Uso del suolo (44 classi)	1:100.000
Uso suolo Regione Toscana	2000-2006 / 2007 / 2010	Cartografia vettoriale areale	0,5 ha	Uso del suolo (48 classi)	1:10.000

Figura 2. Caratteristiche delle fonti informative utilizzate.

La rete di monitoraggio del consumo di suolo predisposta da ISPRA con la collaborazione di I-STAT e del Sistema nazionale delle agenzie ambientali ARPA/APPA utilizza un campione stratificato di 120.000 punti di rilevamento individuati a livello nazionale, regionale e all'interno del territorio comunale di 51 capoluoghi di provincia particolarmente significativi. Per ciascun punto è stato individuato lo stato di impermeabilizzazione del suolo (*soil sealing*) attraverso una rilevazione basata sulle ortofoto pubblicate nel Geoportale Nazionale del Ministero dell'Ambiente e in altri geoportali regionali. I risultati del monitoraggio sono pubblicati con cadenza annuale sul Rapporto sulla qualità dell'ambiente urbano e sull'Annuario dei dati ambientali, entrambi curati da ISPRA.

La carta della copertura del suolo europeo Corine Land Cover, è un'iniziativa promossa dall'Agenzia europea per l'ambiente, la cui realizzazione, per l'Italia, è curata da ISPRA. È una cartografia tematica di tutto il continente europeo, basata su un sistema di classificazione suddiviso in 44 classi, articolate su tre livelli gerarchici. È stata realizzata per tre step temporali (1990, 2000, 2006) fotointerpretando immagini satellitari con un'unità minima cartografabile di 25 ettari, per ottenere un prodotto finale con una scala nominale di 1:100.000.

La Regione Toscana ha realizzato una carta multitemporale dell'uso del suolo a grande scala, derivata da una rielaborazione delle entità geometriche della Carta tecnica regionale in scala 1:10.000, integrata con la fotointerpretazione di una serie di ortofoto prodotte da AGEA e Ministero dell'Ambiente e disponibili per tre epoche differenti (2000-2006, 2007, 2010)². La carta realizzata

² La carta multi temporale dell'uso del suolo della Regione Toscana contiene i dati relativi a tre distinti periodi: una fase di impianto, con datazione non omogenea per tutto il territorio regionale (variabile tra il 2000 e il 2006), in quanto realizzata per lotti distinti sulla base di ortofoto AGEA; una seconda fase basata sulle ortofoto del 2007 realizzate dal Mi-

presenta un elevato dettaglio (unità minima cartografabile 0,5 ettari) ed è congruente con la Carta tecnica regionale, mentre per la classificazione è stata utilizzata come base la nomenclatura Corine Land Cover con l'aggiunta, per alcune classi, di un quarto livello di classificazione.

Il consumo di suolo in Toscana secondo i dati ISPRA

La rete di monitoraggio del consumo di suolo è stata predisposta da ISPRA, a differenza di altre fonti informative nate per altri scopi, con l'obiettivo specifico della valutazione diacronica di questo fenomeno a livello nazionale. La metodologia che, come si è detto, prevede "un approccio di tipo campionario puntuale" basato sulla fotointerpretazione di ortofoto con copertura nazionale, consente per le aree comunali studiate "una valutazione del consumo di suolo su scala urbana, omogenea e confrontabile a livello nazionale" (ISPRA, 2013). La rilevazione è finalizzata all'individuazione dello stato di impermeabilizzazione del suolo (*sealing*), cioè la sua copertura, permanente e spesso irreversibile, "con materiali come calcestruzzo, metallo, catrame, vetro, plastica, per la costruzione di edifici strade o altro" (Munafò, 2013; EC, 2011)³.

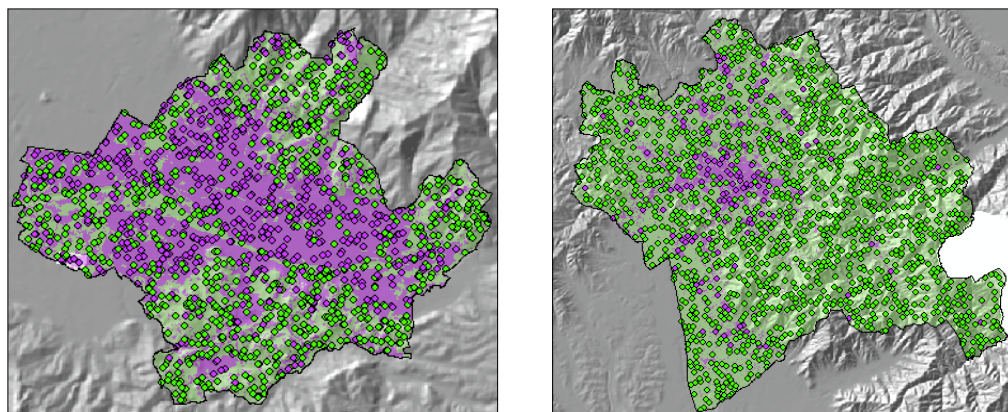


Figura 3. La rete di monitoraggio ISPRA nei comuni di Arezzo (destra) e Firenze (sinistra) (in viola i punti relativi a superfici impermeabilizzate).

Per la Toscana la rilevazione è stata condotta con il supporto dell'Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana (ARPAT) sui territori comunali di cinque capoluoghi di provincia, che presentano dimensioni e gradi di urbanizzazione piuttosto diversi (Arezzo, Firenze, Livorno, Pistoia) relativamente a quattro intervalli temporali compresi tra il 1996 e il 2010 (1994-1997, 1998-2000, 2005-2007, 2008-2010).

Dai dati così ottenuti è stato possibile ottenere due indicatori che descrivono l'andamento del consumo di suolo per i cinque casi di studio considerati: la "percentuale di suolo consumato", ottenuta sulla base della percentuale di punti classificati come impermeabilizzati, e la "superficie consumata totale", espressa in ettari, ottenuta rispetto alla superficie complessiva dei comuni studiati (Munafò, 2013; Malagesi et al., 2012).

L'analisi condotta da ISPRA mostra per tutti i capoluoghi considerati un trend di continua crescita delle aree impermeabilizzate con un aumento compreso, nella maggior parte dei casi, tra uno e due punti percentuali per ogni intervallo temporale considerato. I valori massimi di suolo consumato, sia

nistero dell'ambiente nell'ambito del Piano straordinario di telerilevamento e una terza, derivata dalla fotointerpretazione delle riprese aeree svolte da AGEA nel 2010 (Regione Toscana, Lamma, 2012).

³ Sono considerate impermeabilizzate tutte le superfici coperte da edifici, capannoni industriali e commerciali, strade (asfaltate e non) e piazzali, ferrovie, porti, aeroporti, aree estrattive, discariche, cantieri, aree sportive e ricreative impermeabili, oltre a tutte le altre coperture permanenti presenti anche all'esterno delle aree urbane (Munafò, 2013).

in termini percentuali (tra il 30 e il 40% di superficie consumata) che come dati assoluti (tra i 3000 e i 4000 ettari), riguardano il capoluogo fiorentino intorno a cui si concentra la maggiore area urbana della regione, mentre nei casi dove la percentuale di suolo consumato è decisamente inferiore, come Arezzo e Pistoia (intorno al 10%), la superficie assoluta risulta comunque piuttosto consistente, considerata la notevole estensione di questi due comuni.

Comune	Rete Ispra 1996		Rete Ispra 1998-1999		Rete Ispra 2007		Rete Ispra 2010		Differenza 1999 - 2010
	Area (ha)	%	Area (ha)	%	Area (ha)	%	Area (ha)	%	
AREZZO	-	-	2716	7,0	2997	7,8	3114	8,1	+ 1,1
FIRENZE	3340	32,6	3361	32,8	3705	36,2	3960	38,7	+ 3,4
LIVORNO	2155	20,7	2191	21,0	2306	22,1	2306	22,1	+ 1,1
PISTOIA	-	-	1997	8,4	2198	9,3	2257	9,5	+ 0,9
PRATO	2540	26,0	2577	26,4	2942	30,1	3041	31,2	+ 3,7

Figura 4. La stima del consumo di suolo in Toscana sulla base dei dati rilevati tramite la rete di monitoraggio dell'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA, 2013).

Il consumo di suolo basato sulle fonti cartografiche: Corine Land Cover e Uso del suolo della Regione Toscana

Considerata la necessità di confrontare i risultati del monitoraggio ISPRA con le informazioni estrapolate dalle fonti cartografiche sull'uso del suolo, si è utilizzato, anche per queste ultime, lo stato di impermeabilizzazione del suolo come parametro di misura. A tale scopo, si è proceduto a ri-classificare la legenda del Corine Land Cover e della carta dell'uso del suolo della Regione Toscana in modo da uniformarle quanto più possibile alla logica della rilevazione condotta da ISPRA e compatibilmente con le differenze connesse alle diverse tipologie e al diverso formato delle basi informative.

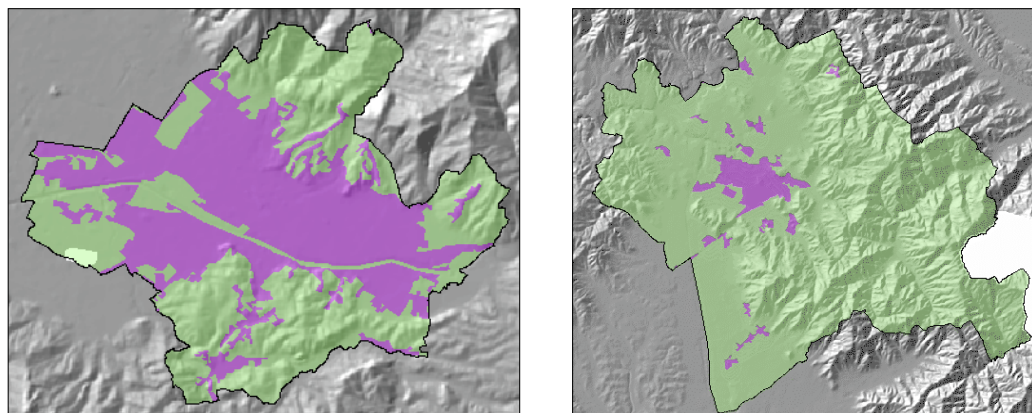


Figura 5. La ri-classificazione della carta Corine Land Cover nei comuni di Arezzo (destra) e Firenze (sinistra; in viola le superfici classificate come impermeabilizzate).

È infatti da tenere presente che le differenze nella struttura stessa dei dati – considerato che in un caso di si tratta di una rilevazione puntuale e nell'altro di una copertura areale – non consentono una comparazione perfetta tra le diverse basi di dati prese in considerazione, poiché le classi in cui sono articolate le carte areali dell'uso del suolo comprendono al loro interno sia aree impermeabilizzate che non impermeabilizzate: è il caso, ad esempio, delle pertinenze verdi delle aree edificate nell'ambito dei contesti urbani (Munafò, Ferrara, 2012; Munafò, 2013).

Come criterio generale, si è pertanto scelto di considerare come impermeabili tutte le aree comprese tra i “territori artificiali” della classificazione Corine Land Cover che è alla base di entrambe le carte dell’uso del suolo considerate (con l’eccezione delle “aree verdi urbane” comprese nella classe 141), e di individuarle con il codice 1, come indicato nella tabella (Fig. 6).

COD CLC	COD RT	DESCRIZIONE	SEALING
		SUPERFICI ARTIFICIALI	
111	111	Zone residenziali a tessuto continuo	1
112	112	Zone residenziali a tessuto discontinuo e rado	1
	1121	Pertinenza abitativa, edificato sparso	1
121	121	Aree industriali e commerciali	1
	1211	Depuratori	1
	1212	Impianti fotovoltaici	1
122	122	Reti stradali, ferroviarie e infrastrutture tecniche	1
	1221	Strade in aree boscate	1
123	123	Aree portuali	1
124	124	Aeroporti	1
131	131	Aree estrattive	1
132	132	Discariche, depositi di rottami	1
133	133	Cantieri, edifici in costruzione	1
141	141	Aree verdi urbane	0
	1411	Cimiteri	1
142	142	Aree ricreative e sportive	1
		SUPERFICI AGRICOLE UTILIZZATE	
	210	Seminativi irrigui e non irrigui	0
	2101	Serre stabili	1
	2102	Vivai	0
211		Seminativi in aree non irrigue	0
212		Seminativi in aree irrigue	0
213	213	Risaie	0
221	221	Vigneti	0
222	222	Frutteti e frutti minori	0
	2221	Arboricoltura	0
223	223	Oliveti	0
231	231	Prati stabili	0
241	241	Colture temporanee associate a colture permanenti	0
242	242	Sistemi colturali e particellari complessi	0
243	243	Colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti	0
244	244	Aree agroforestali	0

COD CLC	COD RT	DESCRIZIONE	SEALING
		TERRITORI BOSCATI E AMBIENTI NATURALI SEMI-	
311	311	Boschi di latifoglie	0
312	312	Boschi di conifere	0
313	313	Boschi misti di conifere e latifoglie	0
	3331	Cesse parafuoco	0
321	321	Aree a pascolo naturale e praterie	0
322	322	Brughiere e cespuglieti	0
323	323	Aree a vegetazione sclerofilla	0
324	324	Aree a vegetazione boschiva ed arbustiva in evoluzione	0
331	331	Spiagge, dune e sabbie	0
332	332	Rocce nude, falesie, rupi e affioramenti	0
333	333	Aree con vegetazione rada	0
334	334	Aree percorse da incendio	0
		ZONE UMIDE	
411	411	Paludi interne	0
412		Torbiera	0
421	421	Paludi salmastre	0
422		Saline	0
423	423	Zone intertidali	0
		CORPI IDRICI	
511	511	Corsi d'acqua, canali e idrovie	0
512	512	Specchi d'acqua	0
521	521	Lagune	-999
522		Estuari	-999
523	523	Mare	-999
		Aree non fotointerpretate	-998

Figura 6. Riclassificazione delle legende delle carte dell’uso del suolo CLC e Regione Toscana.

I risultati delle analisi condotte sui dati cartografici Corine Land Cover e sulla carta multitemporale dell’uso del suolo della regione Toscana sono riportate nelle tabelle seguenti (Figg. 7, 8).

Comune	Corine Land Cover 1990		Corine Land Cover 2000		Corine Land Cover 2006		Differenza 1990 - 2006
	Area (ha)	%	Area (ha)	%	Area (ha)	%	
AREZZO	1655	4,3%	1801	4,7%	1985	5,2%	+ 0,9%
FIRENZE	4422	43,2%	4636	45,3%	5003	48,9%	+ 5,7%
LIVORNO	2719	26,3%	2818	26,9%	2902	28,1%	+ 1,2%
PISTOIA	1344	5,7%	1764	7,5%	1822	7,7%	+ 2,0%
PRATO	2665	27,3%	2985	30,6%	3245	33,2%	+ 5,9%

Figura 7. La stima del consumo di suolo in Toscana sulla base dei dati Corine Land Cover.

Comune	Uso suolo RT impianto (2000-2006)		Uso suolo RT 2007		Uso suolo RT 2010		Differenza impianto - 2010
	Area (ha)	%	Area (ha)	%	Area (ha)	%	
AREZZO	3890	10,1%	4179	10,9%	4266	11,1%	+ 1,0%
FIRENZE	5365	52,4%	5475	53,5%	5485	53,6%	+ 1,2%
LIVORNO	3105	29,7%	3177	30,4%	3205	30,6%	+ 1,0%
PISTOIA	2826	11,9%	2985	12,6%	3008	12,7%	+ 0,8%
PRATO	3799	38,9%	3910	40,1%	3945	40,4%	+ 1,5%

Figura 8. La stima del consumo di suolo in Toscana sulla base dei dati Regione Toscana.

Premesso che un vero e proprio confronto tra le due basi di dati può essere effettuato soltanto utilizzando i dati Corine Land Cover 2006 e quelli della carta dell'uso del suolo della Regione Toscana relativi al 2007, l'analisi dei risultati evidenzia che le principali differenze sono verosimilmente ascrivibili alla differenza di scala e, soprattutto, alle diverse dimensioni dell'area minima cartografabile.

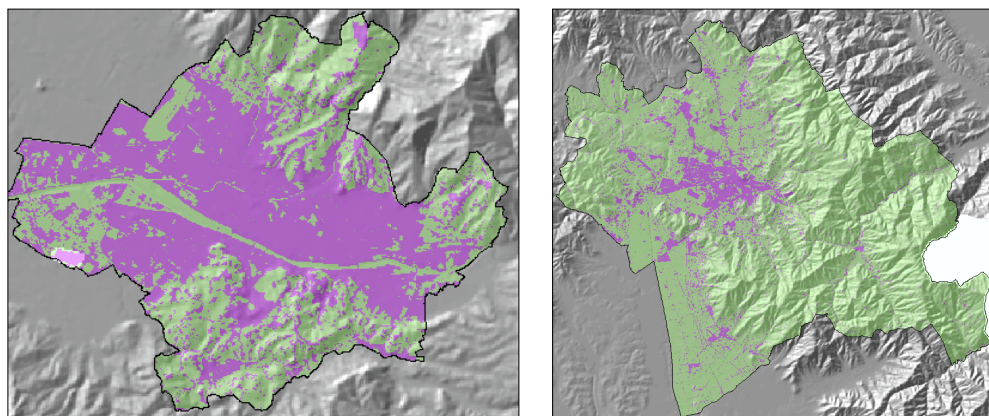


Figura 9. La riclassificazione della carta dell'uso del suolo della Regione Toscana nei comuni di Arezzo (destra) e Firenze (sinistra; in viola le superfici classificate come impermeabilizzate).

L'osservazione delle tabelle (Figg. 7, 8) evidenzia come nella carta Corine Land Cover i valori della superficie impermeabilizzata risultino sempre inferiori a quelli ottenuti riclassificando la cartografia tematica regionale, determinando quindi – come è stato più volte notato – una sottostima nella misura del consumo di suolo (Munafò et al., 2012). Questa differenza sembra essere maggiore nei co-

muni meno urbanizzati come Pistoia e Arezzo; in quest'ultimo caso, il valore di suolo consumato secondo il Corine Land Cover ammonta al 5,2% del territorio, corrispondente a quasi 2000 ettari, contro circa l'11% corrispondente a oltre 4200 ettari, in base alla cartografia tematica regionale.

Per i comuni molto urbanizzati, come ad esempio Firenze o Prato, invece i valori tendono ad essere più omogenei, anche se la tendenza del Corine Land Cover a sottostimare le superfici consumate risulta comunque confermata. Nel caso di Firenze, dove la porzione di territorio consumato è pari a circa la metà della superficie comunale, la differenza è più contenuta: 48,9% di suolo non disponibile (pari a circa 5.000 ettari) su dati CLC, contro circa il 53,5% (5475 ha) sulla base della carta regionale dell'uso del suolo; per Prato e Livorno da CLC si ottengono valori rispettivamente del 33,2% e 28,1%, contro il 40,1% e il 30,6% sulla base dei dati di Regione Toscana.

Comune	Rete Ispra 2010		Corine Land Cover 2006		Uso suolo RT 2010		Differenza Corine - Ispra	Differenza RT - Ispra	Differenza RT - Corine
	Area (ha)	%	Area (ha)	%	Area (ha)	%			
AREZZO	3114	8,1	1985	5,2%	4266	11,1%	- 2,9	+ 3	+ 5,9
FIRENZE	3960	38,7	5003	48,9%	5485	53,6%	+ 10,2	+ 14,9	+ 4,7
LIVORNO	2306	22,1	2902	28,1%	3205	30,6%	+ 6	+ 8,5	+ 2,5
PISTOIA	2257	9,5	1822	7,7%	3008	12,7%	- 1,8	+ 3,2	+ 5
PRATO	3041	31,2	3245	33,2%	3945	40,4%	+ 2	+ 9,2	+ 7,2

Figura 10. La stima del consumo di suolo in Toscana. Confronto tra le diverse basi di dati (ultimi dati disponibili).

Il confronto dei risultati del monitoraggio ISPRA – effettuato, come si è detto, tramite un approccio campionario – con le informazioni estrapolate da carte dell'uso del suolo a diverse scale e, in particolare, con quella a grande scala prodotta dalla Regione Toscana, ha mostrato che il metodo di rilevamento puntuale restituisce valori di superficie consumata, sia in termini assoluti che percentuali, inferiori (anche del 30%). Al riguardo, sovrapponendo in ambiente GIS (*overlay*) le diverse basi di dati si potuto accertare che le principali differenze di classificazione riguardano gli usi del suolo dov'è maggiore la presenza di aree libere permeabili comprese all'interno di aree urbanizzate o immediatamente adiacenti a superfici impermeabilizzate. È il caso delle classi 112 (“Zone residenziali a tessuto discontinuo e rado”) e 122 (“Reti stradali, ferroviarie e infrastrutture tecniche”), che nell'ambito di questo lavoro sono state ricomprese globalmente tra le superfici consumate (Fig. 11)⁴.

Valutazioni conclusive

L'analisi comparativa effettuata ha confermato che l'utilizzo di diverse metodologie di rilevazione e di diverse fonti informative condiziona notevolmente le stime sull'entità del consumo di suolo. In particolare, la valutazione dello stato di impermeabilizzazione come parametro per lo studio del consumo di suolo risulta più attendibile utilizzando un metodo puntuale di rilevamento, unitamente all'impiego di una classificazione di tipo binario. In questo senso, tali rilevazioni consentono una notevole precisione perché possono essere effettuate tramite fotointerpretazione diretta, mentre gli errori di classificazione sono limitati al minimo dato che la condizione di *soil sealing* può essere valutata in modo relativamente oggettivo (Malagesi et al., 2012; Munafò; EC, 2011).

⁴ Si è verificato che, ad esempio, nel caso della classe 112 molti punti della rete ISPRA ricadono sulle pertinenze verdi degli edifici (giardini, orti) o nella classe 122 nelle aree non cementificate a servizio delle infrastrutture di comunicazione (scarbate, aiuole, etc.).

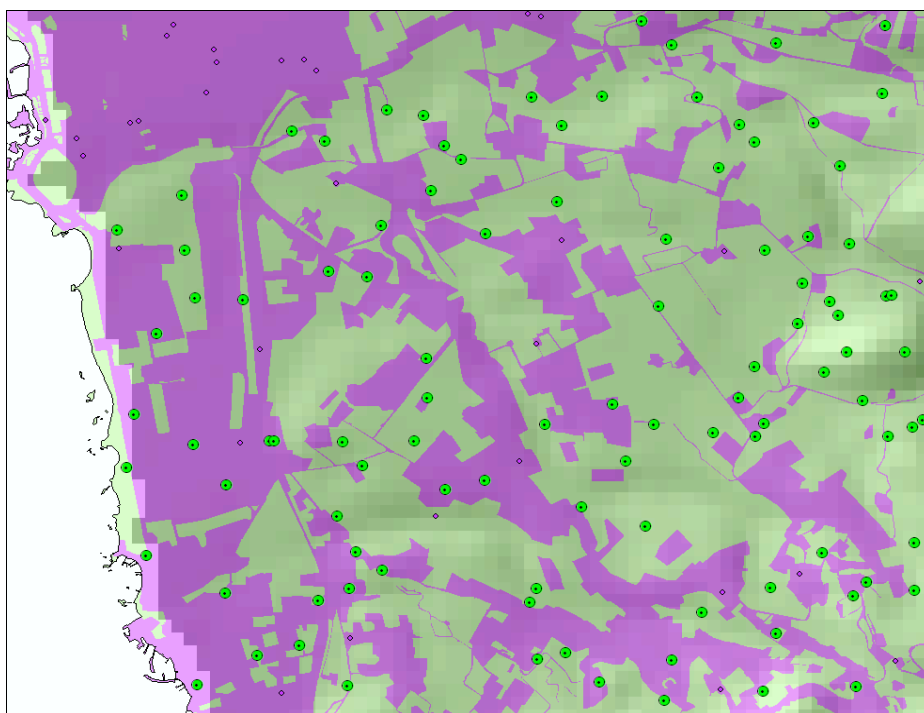


Figura 11. La periferia sud di Livorno. Confronto tra cartografia dell'uso del suolo Regione Toscana e rete di monitoraggio ISPRA (in viola i punti "impermeabilizzati" e le superfici consumate).

Le cartografie dell'uso del suolo, benché opportunamente riclassificate, proprio per la loro natura "areale", sono articolate in classi che al loro interno contengono sia superfici impermeabilizzate, sia aree libere da coperture⁵. Tuttavia, è pur vero che l'utilizzo di dati cartografici, soprattutto se a grande scala, offre una descrizione più chiara e completa sulla distribuzione e sull'estensione territoriale del fenomeno, considerato che, in un'accezione di consumo di suolo più ampia rispetto alla valutazione dello stato di impermeabilizzazione, molte delle superfici non impermeabilizzate comprese all'interno di aree urbanizzate sono da considerarsi anch'esse come "consumate", in quanto sottratte alle funzioni agricole e naturali. Ciò vale anche per aree naturali o agricole di piccole dimensioni, frammentate e isolate tra di loro, incluse all'interno di aree edificate a seguito di uno sviluppo urbanistico non sempre avvenuto in modo ordinato (EEA, 2006; Munafò, 2013; Agnoletti, 2008).

Per concludere, considerato l'impatto del consumo di suolo nell'Italia contemporanea, ci sembra ancora una volta opportuno ribadire l'importanza di pervenire alla definizione di fonti informative, di parametri di misura e di indicatori condivisi in base ai quali effettuare un monitoraggio del fenomeno. L'esperienza svolta suggerisce inoltre l'utilità di realizzare carte di copertura del suolo a grande scala per tutto il territorio italiano, dotate di una legenda unica e confrontabile a livello nazionale.

⁵ A questo riguardo, per ovviare alla rigidità dell'applicazione di una classificazione di tipo binario alle carte areali dell'uso del suolo, può essere presa in considerazione l'opportunità di utilizzare un criterio pesato sul grado di presenza di superfici coperte all'interno delle singole classi, anche se ciò introduce un elemento di discrezionalità nella valutazione.



Figura 12. La periferia nord- ovest di Arezzo. Confronto tra cartografia dell'uso del suolo Regione Toscana e rete di monitoraggio ISPRA (in viola i punti "impermeabilizzati" e le superfici consumate).

Riferimenti bibliografici

- Agnoletti C. (2008), *Le trasformazioni territoriali e insediative in Toscana. Analisi dei principali cambiamenti in corso*, Regione Toscana-IRPET, Firenze.
- Azzari M. (2011), "Un progetto per lo studio delle dinamiche di riduzione della superficie agraria in Toscana dall'unità nazionale a oggi", *I Geografili. Atti dell'Accademia dei Geografili*, 507-524.
- European Commission (EC, 2011), *Report on best practices for limiting soil sealing and mitigating its effects*, Technical Report 2011-050, European Communities, <http://ec.europa.eu/environment/soil/pdf/sealing/Soil_sealing_-_Final_Report.pdf> (09/2013).
- European Environmental Agency (EEA, 2006), *Urban sprawl in Europe. The ignored challenge*, Copenhagen, EEA, <http://www.eea.europa.eu/publications/eea_report_2006_10/eea_report_10_2006.pdf> (09/2013).
- Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA, 2012), *Qualità dell'ambiente urbano*, VIII Rapporto, ISPRA, Roma.
- ISPRA (2013), *Qualità dell'ambiente urbano*, IX Rapporto, ISPRA, Roma.
- Malagesi S., Baiocco F., Marinosci I., Munafò M. (2012), *Un'applicazione per il monitoraggio del consumo di suolo*, in *Atti 16^a Conferenza Nazionale ASITA* (Vicenza 6-9 novembre 2012), ASITA, Milano, 913-918.
- Ministero delle politiche agricole, alimentari e forestali (MIPAAF, 2012), *Costruire il futuro: difendere l'agricoltura dalla cementificazione*, MIPAAF, Roma.
- Munafò M. (2013), "Il monitoraggio del consumo di suolo in Italia", *Ideambiente*, 62:20-31.
- Munafò M., Ferrara A. (2012), *Consumo di suolo: proposte di tassonomia e misura*, in *XXXIII Conferenza italiana di scienze regionali. Atti* (Roma, 13-15 settembre 2012).
- Munafò M., Lupia F., Marinosci I. (2012), "Valutazioni sul consumo di suolo mediante dati di copertura e telerilevati", *Geomedia*, 6:38-40.
- Munafò M., Norero C., Sabbi A., Salvati L. (2010), "Soil sealing in the Growing City: A Survey in Rome, Italy", *Scottish Geographical Journal*, 126/3:153-161.
- Regione Toscana, Consorzio LaMMA (2012), *Specifiche tecniche per l'acquisizione in formato digitale di dati geografici tematici. Uso e copertura del suolo della Regione Toscana, Regione Toscana*, Firenze, <http://www.regione.toscana.it/documents/10180/1060591/ucs_rt_specifica_2_bassa_risoluzione.pdf> (09/2013).