

AREE INDUSTRIALI DISMESSE

LA SITUAZIONE NELLE AREE URBANE ITALIANE

G. SGORBATI, N. DOTTI, G. CAMPILONGO, G. RICCHIUTI

ARPA Lombardia

ABSTRACT

Il contenuto del presente contributo descrive il terzo anno di raccolta dati inerenti i siti interessati da attività industriali ora dismesse esistenti nelle aree urbane oggetto del presente Rapporto e di esempi di riconversione degli stessi, caratterizzate da particolari soluzioni vantaggiose e ambientalmente sostenibili.

Dai dati raccolti emerge evidente la diversa impostazione che le regioni hanno adottato per la gestione delle problematiche inerenti i siti contaminati, per cui è doveroso sottolineare la scarsa confrontabilità dei dati.

Anche la gestione delle Anagrafi regionali è risultata molto diversificata ed i dati raccolti non consentono l'auspicata elaborazione di indicatori, utili a monitorare l'evoluzione dei sistemi.

Per quanto riguarda il riuso delle aree dismesse segnaliamo la presenza di numerosi progetti da cui si può verificare come il tema dell'ambiente sia tenuto sempre più in considerazione.

1. INTRODUZIONE

Nelle precedenti edizioni del rapporto, si è sottolineata l'enorme importanza, che, al giorno d'oggi, hanno assunto le aree industriali dismesse all'interno del contesto urbano, soprattutto dal punto di vista delle potenzialità legate alla sostenibilità ambientale ed all'innalzamento degli standard della qualità dell'ambiente urbano e della sua fruizione da parte della comunità.

Si è anche già evidenziato come queste aree, per la maggior parte inserite nel cuore del tessuto cittadino, siano spesso soggette a rischio di speculazioni edilizie e vadano dunque tutelate. Vi è la necessità di concretizzare il riuso delle medesime, con azioni e politiche di sviluppo condivise da enti pubblici e privati, che convergano su obiettivi e strategie da perseguire.

La presenza di eventuali inquinanti diffusi nelle aree, può talvolta comportare un innalzamento dei costi necessari al loro riuso. La valorizzazione dell'area può essere un incentivo al privato a farsi carico dei costi di bonifica che gli competono.

Il loro riuso deve soprattutto mirare a contribuire alla riqualificazione della città attraverso l'insediamento di funzioni necessarie per lo sviluppo economico, la dotazione di servizi e di aree verdi, senza intaccare ulteriori aree libere, tutelando in questa maniera la risorsa suolo, sempre più scarsa e delicata nei contesti urbani delle aree metropolitane.

In questo modo il riuso delle aree industriali dismesse può rientrare a pieno titolo tra le attività rivolte allo sviluppo sostenibile, in termini di ottenimento di vantaggi economici, sociali ed ambientali. Per rendere conto di questa problematica nella precedenti edizioni del rapporto era stata effettuata una prima analisi inerente le aree industriali dismesse esistenti nell'ambito delle aree metropolitane italiane.

L'analisi era stata in quell'ambito approfondita sull'area metropolitana milanese, attraverso l'elaborazione dei dati raccolti ed inseriti dal Dipartimento Provinciale ARPA di Milano nel data base predisposto dalla Direzione Centrale ARPA Lombardia.

Da tale analisi era emerso come in Lombardia, grazie anche alle indagini preliminari che sono richieste al momento della riconversione ad altri usi di aree già soggette ad attività produttiva, è stata avviata da tempo un'attività di controllo capillare, effettuata dall'ARPA, che ha portato e porta ancora all'individuazione di aree dismesse contaminate, da sottoporre a procedimento ex D.M. 471/99.

Nella scorsa edizione si è estesa l'analisi, oltre che a Milano, alle altre tredici aree metropolitane italiane allora individuate, con il duplice obiettivo di verificare lo stato di messa in atto dell'Anagrafe regionale dei siti contaminati, allegando anche tutti gli elementi relativi alle normative vigenti nel campo dei rifiuti e delle bonifiche, e di segnalare eventuali casi di riuso di tali aree nelle fasi successive alla bonifica, che implementassero in maniera sensibile la qualità ambientale urbana.

Tali progetti, definiti col nome di "buone pratiche", prevedevano di volta in volta, o vaste aree verdi, o una serie di tecnologie bioambientali all'avanguardia, dal teleriscaldamento, alle pompe di calore, agli impianti per l'utilizzo di energie alternative rinnovabili.

Con l'attuale rapporto e con la contemporanea entrata in vigore del D.Lgs 152/2006, si conclude questo ciclo di studio sulle aree dismesse.

Nell'arco di un anno nell'elenco delle aree metropolitane sono state inserite tutte le province facenti capo a capoluoghi con almeno centocinquantamila abitanti e si evidenzieranno le caratteristiche che differenziano le aree subentrate da quelle già esistenti.

Si evidenzieranno le modifiche apportate dal decreto all'impianto normativo e proseguendo la linea tracciata dal rapporto precedente si pubblicherà l'aggiornamento dei dati relativi all'Anagrafe dei siti contaminati.

Infine il rapporto anche quest'anno segnerà alcuni esempi di "buone pratiche", cercando tra i principali progetti approvati in Italia, quelli che massimizzano le suddette esigenze di valorizzazione ambientali delle differenti aree.

2. RIFERIMENTI NORMATIVI

Con l'avvento del D.Lgs. 152/2006, il sistema normativo nazionale si trova ora in fase di revisione. Per quanto riguarda invece la normativa regionale si segnala, a completamento del quadro normativo contenuto nella precedente edizione del rapporto, la legge 26/1975 della Regione Calabria, entrata quest'anno nel Rapporto.

Per ulteriori informazioni si rimanda al Rapporto 2005.

3. MATERIALI E METODI

Anche quest'anno, è stato richiesto alle ARPA territorialmente competenti di compilare, o aggiornare, questionari piuttosto dettagliati, finalizzati alla raccolta dei dati, con l'obiettivo di avviare l'attività di elaborazione di alcuni indicatori, così come ci si era prefissi all'inizio della ricerca.

Tali questionari sono stati formulati fondendo in un unico blocco modelli precedentemente utilizzati dall'APAT: quello per l'indagine sui brownfields ("Studio finalizzato alla redazione di linee guida per il recupero ambientale e la valorizzazione economica di siti definibili come brownfields" APAT in collaborazione con ARPA Lombardia, CTN TES, Sviluppo Italia Aree Produttive S.p.A. e Università IUAV di Venezia) e le linee guida dell'Anagrafe dei siti contaminati (Documento APAT pubblicato sul sito).

Dopo aver scremato i numerosi campi ottenuti, si sono conservati esclusivamente quelli maggiormente utili al nostro studio, anche al fine di ridurre il lavoro di raccolta degli enti destinatari dei questionari.

In aggiunta, o in alternativa a tale questionario, è stato prodotto un altro modello da compilare ulteriormente semplificato, destinato a raccogliere dati già rielaborati in indicatori.

Questi due questionari, proposti in formato excel hanno obiettivi differenti.

Il primo è stato redatto per valutare la situazione dei siti contaminati nelle diverse aree metropolitane e per poter eventualmente creare delle carte tematiche di dettaglio o dei grafici di confronto.

Il secondo propone un'indagine di dettaglio sicuramente inferiore, ma ugualmente utile per formulare importanti valutazioni relative alla situazione dei siti contaminati e/o dismessi, con-

sentendo confronti di dati tra comuni, tra comuni e capoluoghi, ma anche tra differenti aree metropolitane, utilizzando lo strumento degli indicatori.

Questi due questionari se compilati possono dunque consentire numerosi tipi di valutazioni differenti tra la realtà urbana e il suo rapporto, per altro molto complesso, con le aree dismesse e i siti contaminati.

Indirettamente il diverso grado di compilazione dei questionari consente di valutare lo stato di avanzamento dell'Anagrafe e quindi in generale dell'informazione su questa tematica.

Scendendo nel dettaglio, il primo questionario è stato organizzato in quattro diversi gruppi di informazioni, assegnati ognuno ad un foglio excel:

- Individuazione dell'area o del sito
- Localizzazione geografica
- Iter di bonifica
- Notizie sull'eventuale riutilizzo.

Vengono nel primo gruppo richieste informazioni basilari, come il codice di identificazione del sito, l'indirizzo, i comuni interessati. Nel secondo vengono invece richieste le coordinate geografiche per l'eventuale individuazione dei siti su mappe georeferenziate. Nel terzo viene richiesta qualche informazione sulla storia dell'area: stato di attività, stato di bonifica, eventuale normativa e destinazione successiva alla bonifica (sempre qualora questi steps fossero stati già determinati).

Infine, nell'ultimo gruppo si chiede, nel caso sia già stata eseguita la bonifica, di fornire qualche dato sui progetti futuri previsti per quella determinata area.

Per aiutare ulteriormente nella compilazione sono state inserite delle istruzioni e dove possibile, delle precompilazioni, al fine di facilitare il compito della compilazione, inserendo dati forniti da APAT.

Il secondo questionario si compone di due fogli excel: il primo consente, qualora fosse già disponibile, di inserire il valore dell'indicatore richiesto.

Il secondo consente di compilare lo schema con i dati raccolti, che permetteranno di ottenere gli indicatori qualora questi non fossero già stati calcolati, eseguendo poche facili operazioni. Gli indicatori individuati come utili allo scopo del presente lavoro sono:

- Nr. aree dismesse per sup. comunale
- Rapporto tra superficie occupata dalle aree dismesse e sup. comunale
- Nr. aree dismesse per tipologia di attività produttiva
- Nr. aree dismesse per matrice ambientale contaminata
- Nr. aree dismesse per fase della procedura di legge (DM 471/99)
- Nr. aree dismesse per tipologia di bonifica
- Nr. aree dismesse per tipologia di riuso
- Percentuale aree bonificate sul totale delle aree dismesse
- Percentuale aree dismesse contaminate sul totale aree dismesse
- Percentuale di sup. contaminata rispetto sup. comunale
- Nr. aree ind. dismesse nella città centrale dell'area metropolitana
- Rapporto tra superficie occupata dalle aree ind. dismesse e superficie della città centrale dell'area metropolitana
- Rapporto tra superficie contaminata e superficie area metropolitana
- Rapporto tra superficie contaminata e superficie della città centrale dell'area metropolitana.

I questionari sono stati inviati a tutte le sedi ARPA competenti per le diverse aree metropolitane, alla Regione Liguria e alla Provincia di Torino.

Congiuntamente, è stata inoltrata la richiesta di un file compatibile GIS, con un layer relativo ai confini comunali delle aree, per successive elaborazioni cartografiche.

4. SITI DI INTERESSE NAZIONALE

Le aree che presentano situazioni di particolare criticità ambientale possono essere dichiarate "siti di interesse nazionale" (SIN). Per questi siti l'attuazione delle procedure di bonifica è assegnata al Ministero dell'Ambiente che, per tale compito, si avvale delle ARPA, dell'APAT e di altri enti di livello nazionale, in concertazione con gli Enti locali competenti caso per caso. I siti attualmente dichiarati di interesse nazionale sono in tutto 53, di cui 15 individuati con L. 426/1998, 3 con L.388/2000, 23 con D.M. Ambiente 468/2001, 9 con L.179/2002, 2 con la L.266/05 e 1 con il D.Lgs 152/06. Il perimetro del sito da sottoporre a indagini e, in caso di inquinamento, ad attività di messa in sicurezza e di bonifica, è individuato con apposito decreto e, in alcuni casi con successiva sub-perimetrazione.

I dati relativi allo stato di avanzamento degli interventi di bonifica all'interno dei siti d'interesse nazionale compresi nelle aree metropolitane sono stati forniti dal Dipartimento Difesa del Suolo dell'APAT. Tali dati, ricavati dai verbali delle Conferenze dei Servizi Decisive, riportano per ciascuno dei siti d'interesse nazionale il numero di progetti formalmente approvati nel corso del 2005. In particolare sono state prese in considerazione le fasi progettuali principali quali: il piano di caratterizzazione, il progetto preliminare di bonifica, il progetto definitivo di bonifica e il decreto d'approvazione (che rappresenta la definitiva via libera alla bonifica). L'ultima fase comprende lo svincolo dei terreni, dimostratisi non contaminati a seguito della caratterizzazione del sito, e/o la loro bonifica.

La tabella mostra la complessità dell'iter, evidenziato dall'elevato numero di documenti relativi alle prime fasi di progettazione (piani di caratterizzazione e progetti preliminari), che scende con l'avanzare delle successive fasi quali il progetto definitivo e il decreto di approvazione.

Per alcune delle aree segnalate, sono disponibili ulteriori dati nelle precedenti versioni del rapporto.

Tavola 1: Elaborati progettuali approvati nel corso del 2005.

SIN	Piano di caratterizzazione	Progetto preliminare	Progetto definitivo	Decreto di approvazione	Svincolo e/o bonifica	Totale per sito
Basse di stura (To)	12	0	0	0	0	12
Sesto San Giovanni	2	4	3	5	0	14
Pioltello - Rodano	1	1	0	0	0	2
Cerro al Lambro	0	0	0	0	0	0
Milano - Bovisa	0	0	0	0	0	0
Venezia (Porto Marghera)	31	2	1		1	35
Trieste	13	2	2	1	7	25
Cogoleto - Stoppani	0	0	0	0	0	0
Sassuolo Scandiano	3	0	0	0	5	8
Napoli Orientale	53	3	0	0	0	57
Litorale Domizio Flegreo	7	0	0	0	0	7
Napoli Bagnoli - Coroglio	1	0	0	0	0	1
Bari - Fibronit	0	0	0	0	0	0
Sulcis - Iglesiente - Guspinese	4	1	0	0	0	5
Brescia - Caffaro	4	2	0	0	0	6
Fidenza	3	0	1	0	1	5
Piombino	1	1	0	0	0	2
Livorno	1	0	0	0	0	1
Litorale vesuviano	1	0	0	0	0	1
Manfredonia	0	0	1	0	0	1
Taranto	9	0	0	0	0	9
Milazzo	0	0	0	0	0	0
Totale per elaborato	146	16	8	6	14	

5. SITUAZIONE ATTUALE NELLE AREE METROPOLITANE ITALIANE

La richiesta di dati, formulata alle Arpa territorialmente competenti per le varie aree metropolitane, ha fatto emergere un quadro estremamente diversificato da regione a regione riguardo all'Anagrafe dei siti contaminati. È risultato che un'unica Regione (Liguria) ha adottato in toto la Linea guida ed il software predisposti e messi a disposizione da APAT (tramite il CTN TES). In questo caso l'Anagrafe risulta pressochè completa e viene periodicamente aggiornata. In altri casi le Regioni, o le ARPA là dove delegate, hanno sviluppato strumenti informatici diversi per poter inserire altri dati, spesso più propriamente di tipo gestionale e non solo di tipo tematico. In questi casi si rileva però un ritardo nella implementazione dell'Anagrafe, dovuto sia al tempo necessario per la realizzazione del database dell'Anagrafe stessa sia al tempo necessario per il caricamento/trasferimento di dati da altri database esistenti o da altri Enti. In molte situazioni è stato infatti riferito che l'Anagrafe è ancora in corso di completamento/validazione e quindi non è stata inviata risposta.

È risultato per quanto sopra, ancora molto difficile reperire dati adatti alla formulazione di indicatori interessanti, mentre sono stati archiviati ed elaborati i dati sino ad oggi pervenuti che vengono qui di seguito commentati in modo più o meno diffuso a seconda della quantità e tipologia delle informazioni ricevute.

Per le aree metropolitane a cui non si fa riferimento in questa sezione, i dati o non sono stati aggiornati rispetto alle precedenti edizioni del rapporto, oppure non sono pervenuti.

Tavola 2: Esempio di questionario compilato.

INQUADRIAMENTO DEL RETO										SICURIZZAZIONE DEI DATI		
Comune	Prov. (AR)	Altre info. (collegati al sito)	Altre info. (collegati al sito)	Altre info. (collegati al sito)	Altre info. (collegati al sito)	Altre info. (collegati al sito)	Altre info. (collegati al sito)	Altre info. (collegati al sito)	Altre info. (collegati al sito)	Altre info. (collegati al sito)	Altre info. (collegati al sito)	Altre info. (collegati al sito)
SADNO A RIVOLI	PI	comune	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
SADNO A RIVOLI	PI	comune	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
SADNO A RIVOLI	PI	comune	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
SADNO A RIVOLI	PI	comune	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
SADNO A RIVOLI	PI	comune	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
SADNO A RIVOLI	PI	comune	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
SARBRINO DI MARILLO	PI	comune	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
SARBRINO VAL D'ELSA	PI	comune	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
SARBRINO VAL D'ELSA	PI	comune	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
SARBRINO VAL D'ELSA	PI	comune	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
CASTRIGLIONE	PI	comune	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
CAMPI MARZANO	PI	comune	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
SCORANO	PI	comune	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
SCORANO	PI	comune	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
SCORANO	PI	comune	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
SPICOLI	PI	comune	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
SPICOLI	PI	comune	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
PRIOLE	PI	comune	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
PRIOLE	PI	comune	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
PRIOLE	PI	comune	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
PRIOLE	PI	comune	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no

Milano e Brescia

A due anni dal primo rapporto, si è scelto di ricontrollare i dati messi a disposizione da ARPA Lombardia.

La Regione Lombardia infatti, non è attualmente ancora in possesso di una Anagrafe comple-

ta, quindi ancora una volta si è dovuto ricorrere ai dati ARPA.

I dati per queste due province possiedono caratteristiche comuni, essendo raccolti ed omogeneizzati dal medesimo ente.

Il database comprende la totalità dei siti contaminati, verificati da ARPA e dei siti sui quali sono ancora in corso analisi di verifica.

Il censimento è di per se piuttosto completo se si eccettua qualche lacuna relativa alle superfici contaminate ed alle coordinate di localizzazione di alcune aree.

Le aree prese in considerazione nell'elenco sono molte; solo per la Provincia di Milano ne vengono segnalate più di millecinquecento, di cui circa settecento realmente contaminate.

Nella sola città di Milano risultano localizzate più di seicento aree industriali dismesse.

Emerge tuttavia un dato estremamente confortante, ossia che quasi la metà delle aree sono già state bonificate, mentre le rimanenti sono quasi tutte in corso di bonifica.

Per quanto riguarda la Provincia di Brescia, i numeri sono inferiori, ma è altresì evidente il diverso background storico delle due aree metropolitane.

Nella provincia bresciana risultano segnalati circa centoventi siti contaminati e trentadue nella città capoluogo.

A differenza del caso dell'area milanese, la quantità di siti già bonificati è molto inferiore.

Permangono tuttavia delle perplessità sui dati, che al momento della verifica risultano essere ancora in fase di completamento.

Padova

I dati relativi alla Provincia di Padova confermano la bontà e l'ottima organizzazione del database veneto.

Nell'area padovana si possono contare centosette siti contaminati ed una decina di siti potenzialmente contaminati.

Le aree interessate sono per lo più contaminate dalla presenza di sversamenti di idrocarburi.

I siti contaminati non sono concentrati esclusivamente sul territorio di Padova, ma sono diffusi abbastanza omogeneamente su tutto il territorio provinciale, con circa il 15% di aree presenti nella città principale dell'area metropolitana.

Nel database non vengono segnalati metodi e tecniche di bonifica, ma vi è una vasta documentazione relativa all'avvio ed alla chiusura delle differenti fasi di bonifica.

Firenze, Prato, Pistoia e Livorno

Come nelle passate edizioni, i database relativi all'Anagrafe della Regione Toscana, raccolti ed elaborati da ARPAT, risultano essere tra i più completi. I siti contaminati segnalati all'interno delle province di Firenze, Pistoia, Prato e Livorno sono oltre cinquecentocinquanta, suddivisi per la maggior parte nell'area fiorentina, ed in quantità inferiori, nel livornese con le sue zone portuali ed industriale e poi via via nel pratense e nel pistoiese.

Oltre il 50% dei siti contaminati presenti nella Provincia di Livorno, ricadono all'interno dei confini della città capoluogo.

La maggior parte di questi siti è strettamente legata alle attività petrolifere; in particolar modo alla vendita ed allo stoccaggio.

In quasi tutti i siti, laddove ritenuto necessario, l'iter di bonifica è già stato avviato; in molti casi è già concluso con la certificazione di avvenuta bonifica, negli altri si è già in attesa dell'approvazione del progetto di bonifica o quantomeno si è alla fase del piano di caratterizzazione.

Tra le tecniche di bonifica maggiormente utilizzate citiamo:

- biorisanamento
- asportazione di terreno
- pump & treat
- SVE
- Barriere idrauliche
- Air sparging

Per quanto concerne il riuso, le aree dismesse bonificate, sono per la maggior parte ridestinate ad ospitare attività commerciali, verde pubblico o come accade spesso quartieri residenziali.

Napoli

Anche per questa edizione del rapporto i dati sono stati raccolti da Arpa Campania.

L'Anagrafe che ci viene presentata, seppur ancora decisamente incompleta in diverse sue parti, risulta notevolmente implementata rispetto allo scorso anno.

I siti, anche quest'anno, risultano essere solo potenzialmente inquinati; il totale risultante si aggira attorno alle cento unità. Le aree in analisi sono quindi pressochè raddoppiate dall'anno precedente e ci si avvia ad avere una visione della situazione napoletana oggettivamente più credibile. Tuttavia la mancanza di un dato certo sulla contaminazione effettiva rende tale raccolta ancora di base.

Le aree segnalate, sono in prevalenza, da quanto risulta, occupate da industrie del settore chimico-plastico e metalmeccanico.

Vi è comunque una discreta varietà nelle tipologie produttive, mentre per ciò che concerne il settore bonifiche le notizie non sono buone.

Sono molto poche le aree che sembrano già entrate nell'iter procedurale; queste vedono tutte un piano di caratterizzazione già approvato.

Palermo, Catania e Messina

I dati relativi alle aree della Regione Sicilia provengono da ARPA Sicilia e sono relativi solamente a pochi siti all'interno dei comuni, città centrali delle differenti aree metropolitane.

I siti segnalati sono circa una ventina, quasi tutti con contaminazione accertata.

La matrice maggiormente contaminata è il suolo ed in alcuni casi le acque sotterranee.

Elementi inquinanti sono per lo più idrocarburi, derivati da lavorazione e commercio di prodotti petroliferi.

Un ulteriore aggiornamento di questo database si dovrebbe avere entro breve da parte del Commissario straordinario per l'emergenza rifiuti.

È stato poi inviato un documento che censisce tutte le attività produttive inquinanti ed oggi dismesse.

Dall'elenco emergono un'ulteriore ventina di siti contaminati appartenenti ad attività siderurgiche e chimiche.

6. STATO E TENDENZE DELLA QUALITÀ DELL'AMBIENTE

L'aggiornamento effettuato quest'anno sulla base dell'estrazione dei dati delle diverse Anagrafi regionali, o censimenti, dei siti contaminati è da considerarsi un momento conclusivo di attività, in quanto, nel corso del 2006 è stato emanato il decreto legislativo 152/06, che ha profondamente modificato le norme in materia di siti contaminati.

L'Anagrafe è stata confermata come strumento di raccolta dei dati, ma le informazioni, che verranno raccolte in futuro avranno significati estremamente diversi, quindi non più confrontabili con l'attuale raccolta.

Si fa riferimento in particolare alle modalità con cui verrà identificato un "sito contaminato", sulla base di una analisi di rischio e quindi non più sulla base del mero superamento di concentrazioni limite ammissibili.

Per quanto riguarda l'attività sinora svolta, emerge che la diversa organizzazione adottata dalle regioni in materia di siti contaminati ha determinato una evidente disparità nella quantità di siti individuati.

In particolare nelle regioni in cui viene prescritto per qualsiasi modifica di destinazione d'uso delle attività produttive una verifica preliminare, che può dar luogo all'avvio della procedura ex D.M. 471/99 (ora D.Lgs 152/06), si registra una notevole quantità di siti contaminati.

Negli altri casi invece, si è verificato l'inserimento dei siti di maggiore complessità ed in particolare dei siti di interesse nazionale.

Per quanto sopra non è stato possibile completare la prevista elaborazione di indicatori, che avrebbero dovuto consentire di seguire nel tempo l'evoluzione del fenomeno a livello nazionale. Dalle raccolte dati regionali più complete si registra, comunque il dato positivo di una buona percentuale di aree bonificate su aree totali.

7. LE BUONE PRATICHE

Come già fatto nel precedente rapporto, anche quest'anno concludiamo, dopo aver svolto il monitoraggio dello stato dell'Anagrafe, proponendo casi di riuso di aree dismesse dove la qualità dell'ambiente viene considerata un obiettivo importante.

Segnaliamo, tra i diversi progetti di cui siamo venuti a conoscenza, quelli che, per dimensione o per l'impatto sull'intorno, risultano essere maggiormente interessanti.

Riteniamo significativi quegli interventi che, oltre a garantire la bonifica dell'area, comportano un valore aggiunto in termini di risparmio di risorse non rinnovabili, di utilizzo di materiali non dannosi per l'uomo e l'ambiente e di salvaguardia della biodiversità.

Alcuni progetti infatti prevedono interventi di realizzazione di parchi urbani, di sistemi di cogenerazione per teleriscaldamento, teleraffrescamento, l'adozione di sistemi per il risparmio energetico e la riduzione dell'inquinamento.

A differenza della scorsa edizione del rapporto, quest'anno la ricerca è stata effettuata anche nelle pubbliche amministrazioni.

Ne risulta un mosaico di interessanti progetti dai quali si può scoprire la considerazione che il tema dell'ambiente ha assunto nei nuovi programmi di sviluppo urbano.

Precisiamo anche in questa edizione, che non è nostra intenzione attribuire giudizi di valore ai vari interventi di riuso, ma semplicemente rilanciare, all'attenzione di tutti, proposte e soluzioni a cui poter fare riferimento in casi analoghi di riuso di aree industriali dismesse.

Torino

Le Olimpiadi invernali del 2006 sono state un'occasione per la città di Torino di rinascere dalle ceneri del suo glorioso trascorso industriale, come città moderna, del verde e dell'innovazione. Il progetto "Spina Centrale" si è posto come primo obiettivo proprio quello di ridisegnare la città partendo proprio dalla spina dorsale cittadina, costituita dall'asse ferroviario, per poi toccare le decine di aree dismesse e riconsegnare alla città strutture essenziali, spazi verdi e molto altro.

Dei progetti che costituiscono la Spina, ci soffermiamo sul terzo, già esposto lo scorso anno in questo rapporto, sebbene con un numero di informazioni nettamente inferiori.

L'area denominata Spina 3, comprende la zona industriale dismessa localizzata lungo la Dora Riparia, contenente le aree ex Fiat, ex Michelin, Savigliano e Paracchi, per una superficie totale di circa 1.000.000 mq.

Già alla fine del XVIII sec. numerose industrie si inserirono in questa zona di Torino, ma il culmine della produzione industriale si raggiunse verso la metà del 1800.

Dopo la chiusura delle fabbriche negli anni '80, questo territorio venne abbandonato, sino a quando nel 1998 si diede il via al PRU di Spina 3.

La Dora, già nel corso dell'età industriale, era un punto di attrazione essenziale, questo progetto vorrebbe oggi farle ritrovare tale centralità.

La presenza di edifici dismessi è dunque la principale caratteristica dell'area che il piano destina a parco; quelli ritenuti maggiormente rappresentativi della storia industriale torinese saranno conservati per ospitare varie funzioni.

I due obiettivi principali del progetto sono dunque, rirrelazionare la zona con la città e tutelare l'area del fiume, come elemento unificante tra quartieri.

La riappropriazione degli argini della Dora Riparia e la loro sistemazione ambientale e paesaggistica diventa nel complessivo disegno una priorità.

Ampi spazi liberi dovranno caratterizzare la progettazione degli spazi verdi a prato, delle aree pavimentate e delle piazze.

Grandi prati, protetti da una quinta vegetale verso la città ed aperti verso il fiume, saranno dedicati allo svago ed alla passeggiata.

Il progetto del verde prevede ampie porzioni trattate a prato e differenti tipologie di essenze arboree, le quali individueranno i percorsi pedonali, faranno da ombreggiamento e mascheramento per le aree destinate a parcheggio e zone pavimentate.

La vegetazione presente verrà concepita secondo due impostazioni: le aree a prato avranno materiali e superfici differenti, con una grande varietà di fiori ed atmosfere, prati sfalciati e non, per usi differenti.

I giardini vengono pensati per venire incontro alle esigenze dei cittadini; la scelta delle specie avviene in questo caso in base a criteri estetici.

La Dora Riparia, che attualmente è coperta, sarà stombata per creare un lungo fiume accessibile al pubblico, con ponti, sentieri, superfici inondate.

Canali, bacini e pozzi raccoglieranno poi l'acqua piovana che verrà utilizzarla per irrigare, mentre le pompe che muovono l'acqua dei canali e nei bacini, saranno alimentate dall'energia fotovoltaica, così come, anche se solo in parte, avrà medesima origine, l'impianto di illuminazione del parco.

L'area di Torino risulta tra le più dinamiche in ambito progettuale, anche al di fuori di questi interventi.

Tra i progetti che interessano la realtà Torinese e che possiamo annoverare tra le buone pratiche, spicca anche il PRUSST 2010, con la sua Tangenziale Verde, un atto pianificatorio che interessa, oltre a Torino, gli adiacenti comuni di Settimo Torinese e Borgaro Torinese.

Questo piano, tramite numerosi interventi, riordina e riqualifica una fascia di diversi chilometri di territorio, riorganizzando gli spazi verdi, le attività produttive ed il sistema infrastrutturale.

Tra gli interventi di maggior interesse, l'innesto di una rete di tubazioni per il teleriscaldamento, che con tre milioni di metri cubi di gas, ottenuto dalla raccolta differenziata, riscalderebbe l'intera area urbana. Segnaliamo, inoltre, la bonifica di aree interessate da fenomeni di dismissione di attività industriale, il cui ciclo di lavorazione ha comportato l'abbandono di sostanze nocive ed inquinanti.

Milano

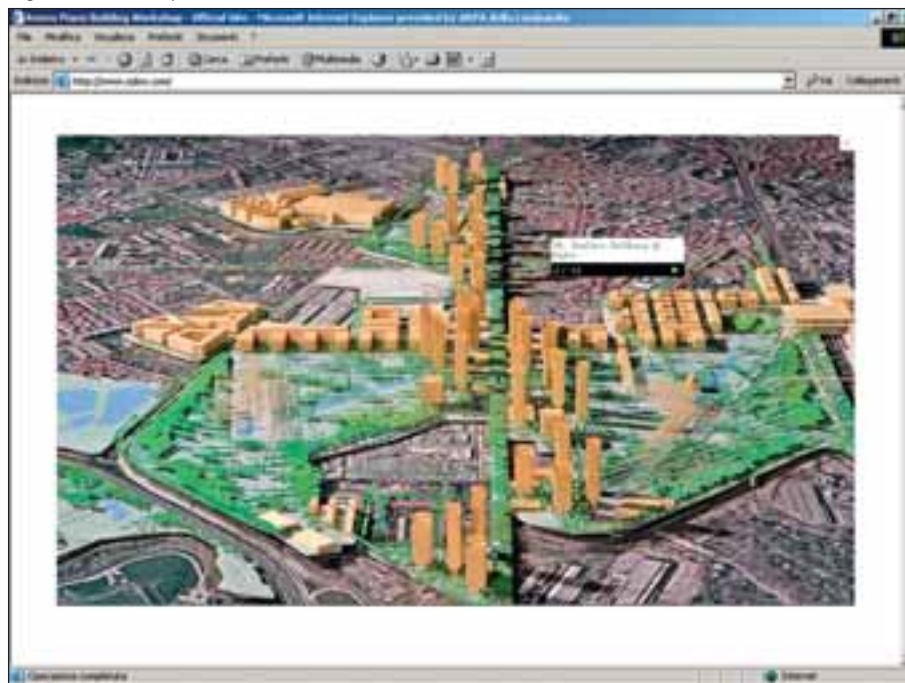
Un importante progetto di riuso di aree dismesse è recentemente stato presentato a Sesto San Giovanni, comune dal passato industriale situato alle porte di Milano.

Si tratta di un piano di riqualificazione dell'area industriale che oggi separa, in maniera netta, Sesto dal capoluogo lombardo.

Il territorio interessato dal progetto si estende per circa 1,3 milioni di metri quadrati, di questa vasta superficie un milione di metri quadrati saranno destinati a verde, pubblico e privato.

Le numerose strutture saranno per lo più a torre progettate secondo criteri di risparmio energetico, mentre importanti assi viari attraverseranno l'area. Il sistema dei trasporti verrà riorganizzato e integrato con le reti esistenti, inoltre viene previsto un sistema di bus alimentati da fonti energetiche alternative.

Figura 1: Il Masterplan di Sesto San Giovanni (dal sito RPBW).



8. CONCLUSIONI

Dall'attività svolta nell'arco di tre anni sulla situazione delle aree industriali dismesse ubicate nelle aree metropolitane italiane, emerge con chiarezza l'opportunità che tali aree rappresentano come superfici riutilizzabili in contesti ormai completamente inglobati nel tessuto urbano.

Le problematiche relative alla contaminazione sono ormai state affrontate ed in buona parte risolte. Notevoli ormai sono le esperienze sui metodi di risanamento di tali aree e la quantità di aree bonificate si avvia a rappresentare una buona percentuale sul totale.

Risulta ancora difficoltosa invece la raccolta delle informazioni connesse alle procedure inerenti i siti contaminati, sia in termini di completezza dell'informazione sia in termini di confrontabilità dei dati. Si auspica pertanto per il futuro un richiamo all'utilizzo da parte di tutte le regioni degli standard individuati a livello nazionale, che comunque saranno a breve oggetto di revisione a seguito del D.Lgs 152/06. Senza tale standardizzazione non sarà mai possibile l'elaborazione di indici ed indicatori utili al monitoraggio dell'evoluzione del sistema.

Il lavoro presentato potrebbe quindi considerarsi un momento conclusivo di attività in quanto il nuovo decreto legislativo 152/06 ha profondamente modificato le norme in materia di siti contaminati.

Per quanto riguarda il riuso delle aree dismesse segnaliamo la presenza, su tutto il territorio preso in considerazione di numerosi progetti che, pur non essendo stati tutti citati, formano un mosaico da cui si può verificare come il tema dell'ambiente sia tenuto sempre più in considerazione.

SITI INTERNET VISITATI

<http://www.prusst2010plan.it/>
<http://www.urban-s3.it/programma.htm>
www.regione.calabria.it
www.rpbw.com

www.comune.torino.it

Contributo realizzato con la collaborazione di:

APAT: L. D'Aprile, F. Pascarella

Comune di Torino

ARPA Lombardia: R. Racciatti

ARPA Veneto: S. Patti, G. Mazzetto

Regione Liguria: E. De Stefanis

ARPA Toscana: R. Francalanci, V. Pallante

ARPA Campania: M. Vito, G. Andrisani

ARPA Sicilia: P. Nania, F. D'urso

IMPATTO DELL'INQUINAMENTO AMBIENTALE SUL PATRIMONIO STORICO - ARTISTICO: DEFINIZIONE DI CARTE TEMATICHE DI PERICOLOSITÀ AMBIENTALE - ARIA

P. BONANNI*, **C. CACACE****, **R. DAFFINÀ***, **R. GADDI***, **A. GIOVAGNOLI****

*APAT - Dipartimento Stato dell'Ambiente e Metrologia ambientale, servizio Inquinamento Atmosferico;

**ICR - Istituto Centrale per il Restauro

ABSTRACT

La collaborazione tra l'APAT e l'Istituto Centrale per il Restauro di Roma è finalizzata, da anni, ad approfondire e sviluppare la tematica degli effetti causati dall'inquinamento atmosferico sui beni di interesse storico- artistico italiano.

Attraverso l'utilizzo della Carta del Rischio del Patrimonio Culturale redatta dall'ICR e i dati di qualità dell'aria e di emissioni degli inquinanti aerodispersi a disposizione dell'APAT, i due enti stanno lavorando ad uno studio mirato alla determinazione di mappe tematiche di pericolosità ambientale – aria per i 24 comuni di interesse del presente rapporto.

Il lavoro di seguito presentato, mostra i passaggi che hanno portato ad una prima definizione della mappa del rischio ambientale – aria relativa al comune di Roma.

INTRODUZIONE

Il problema dell'inquinamento atmosferico e dei suoi effetti sul patrimonio storico- artistico italiano sta diventando da alcuni anni sempre più significativo e preoccupante.

Nel II Rapporto APAT sulla "Qualità dell'ambiente urbano" [1] sono stati presentati i risultati del progetto di ricerca che l'APAT e l'Istituto Centrale per il Restauro (ICR) di Roma hanno condotto, negli anni 2000-2006, per correlare sperimentalmente il danno subito dal patrimonio culturale alla concentrazione dei principali inquinanti atmosferici e per studiare gli effetti delle sostanze aggressive aerodisperse e dei fattori ambientali sui beni di interesse storico- artistico esposti all'aperto [2].

Tale attività trova una sua logica collocazione tra le tematiche affrontate dal Tavolo interagenziale "Inventari delle emissioni e piani di risanamento della qualità dell'aria", uno dei 13 Tavoli avviati da APAT¹.

La gestione e la valorizzazione del patrimonio culturale è affidata agli enti locali regionali. Mancano però ancora dispositivi adeguati per la programmazione territoriale degli interventi di conservazione e restauro dei beni. Tra gli strumenti fondamentali di innovazione, appaiono idonei per superare le difficoltà di gestione, i sistemi di supporto alle decisioni.

In questo senso la *Carta del Rischio del Patrimonio Culturale* rappresenta uno strumento innovativo utilizzabile per la pianificazione degli interventi di tutela; il principio guida si basa infatti su un approccio di tipo qualitativo e conoscitivo attraverso l'analisi del rischio territoriale. La finalità del sistema, se realizzato a livello territoriale regionale, permette di approfondire e razionalizzare le conoscenze archiviate a livello nazionale raccogliendo informazioni puntuali e

¹ Il Tavolo si propone, con la messa in rete delle migliori competenze ed esperienze del Sistema delle Agenzie Ambientali, di fornire supporto tecnico-scientifico ai decisori politici sulla tutela e risanamento dell'ambiente atmosferico. Tutto ciò con un approccio orientato all'*integrazione*, alla *trasparenza*, alla *accessibilità* e alla *fruibilità* dell'informazione. Speciale attenzione viene rivolta all'analisi delle misure per il risanamento, in particolare per quanto concerne il monitoraggio delle *performance* in un'ottica di superamento della logica del comando e controllo.

correlando i beni al contesto ambientale in cui si trovano. Il sistema, così come è stato concepito, permette di mettere a punto con un maggiore livello di precisione, la valutazione dei costi, le criticità e le possibili soluzioni a medio e lungo raggio. Rappresenta cioè uno strumento per sostenere a scala territoriale la responsabilità di garantire una relazione stretta tra tutela, pianificazione urbanistica ed impatto ambientale. Si configura come uno strumento di supporto per la conservazione programmata, ma può anche fornire informazioni relative alla qualità dell'ambiente nell'intorno del bene culturale; esso cioè può essere utilizzato come un indicatore fisso (bene immobile) per il piano di risanamento della qualità dell'aria territoriale.

La collaborazione APAT e ICR è finalizzata a verificare la validità delle mappe di pericolosità ambientale – aria della Carta del Rischio del Patrimonio Culturale [3] redatta dall'ICR e a *valutare e definire la correlazione tra inquinamento e danno subito dal bene al fine di una sua efficace e ottimale conservazione.*

In particolare, attraverso le informazioni provenienti dalla Carta del Rischio del Patrimonio Culturale e i dati di qualità dell'aria forniti dall'APAT, ci si propone di redigere le carte di pericolosità tematica del rischio ambientale - aria di alcune delle 24 aree urbane di interesse del presente rapporto.

Nell'articolo verrà illustrato il lavoro svolto utilizzando i dati elaborati dal Sistema Informativo Territoriale (S.I.T.) [4] della Carta del Rischio e i dati di qualità dell'aria, nel caso del comune di Roma.

1. LA SCHEDATURA DEI BENI CULTURALI NELLE 24 CITTÀ

Il progetto Carta del Rischio permette di individuare, con dati certi, la distribuzione territoriale del patrimonio archeologico e monumentale e di focalizzare l'attenzione su differenti aree del territorio nazionale.

Il processo metodologico della Carta del Rischio nasce dall'insieme delle esperienze che negli anni l'Istituto Centrale per il Restauro ha attuato nel rispetto della tutela dei beni culturali. Il sistema Carta del Rischio non è uno strumento tecnologico: si serve della tecnologia come strumento di rappresentazione, di valutazioni diverse relative alla salvaguardia dei beni culturali, concepite attraverso lo studio, la ricerca e l'analisi.

Dalla sua banca dati è stato possibile determinare la distribuzione dei beni culturali schedati² nelle aree comunali di interesse della presente relazione (tabella 1 e figura 1) e la corrispondente suddivisione (tabella 2 e figura 2) nelle tipologie fondamentali (beni architettonici, archeologici, musei).

Tabella 1: Numero dei beni culturali schedati nelle 24 città di interesse del presente rapporto.

COMUNE	TOT BENI	COMUNE	TOT BENI
Torino	557	Livorno	123
Milano	1203	Prato	116
Brescia	633	Roma	3695
Verona	994	Napoli	946
Venezia	2167	Foggia	54
Padova	535	Bari	408
Trieste	326	Taranto	80
Genova	1954	Reggio Calabria	75
Parma	330	Palermo	367
Modena	251	Messina	192
Bologna	909	Catania	223
Firenze	1440	Cagliari	209

² Dati aggiornati al 2006.

Figura 1: Distribuzione percentuale dei beni schedati nelle 24 città di interesse del presente rapporto.

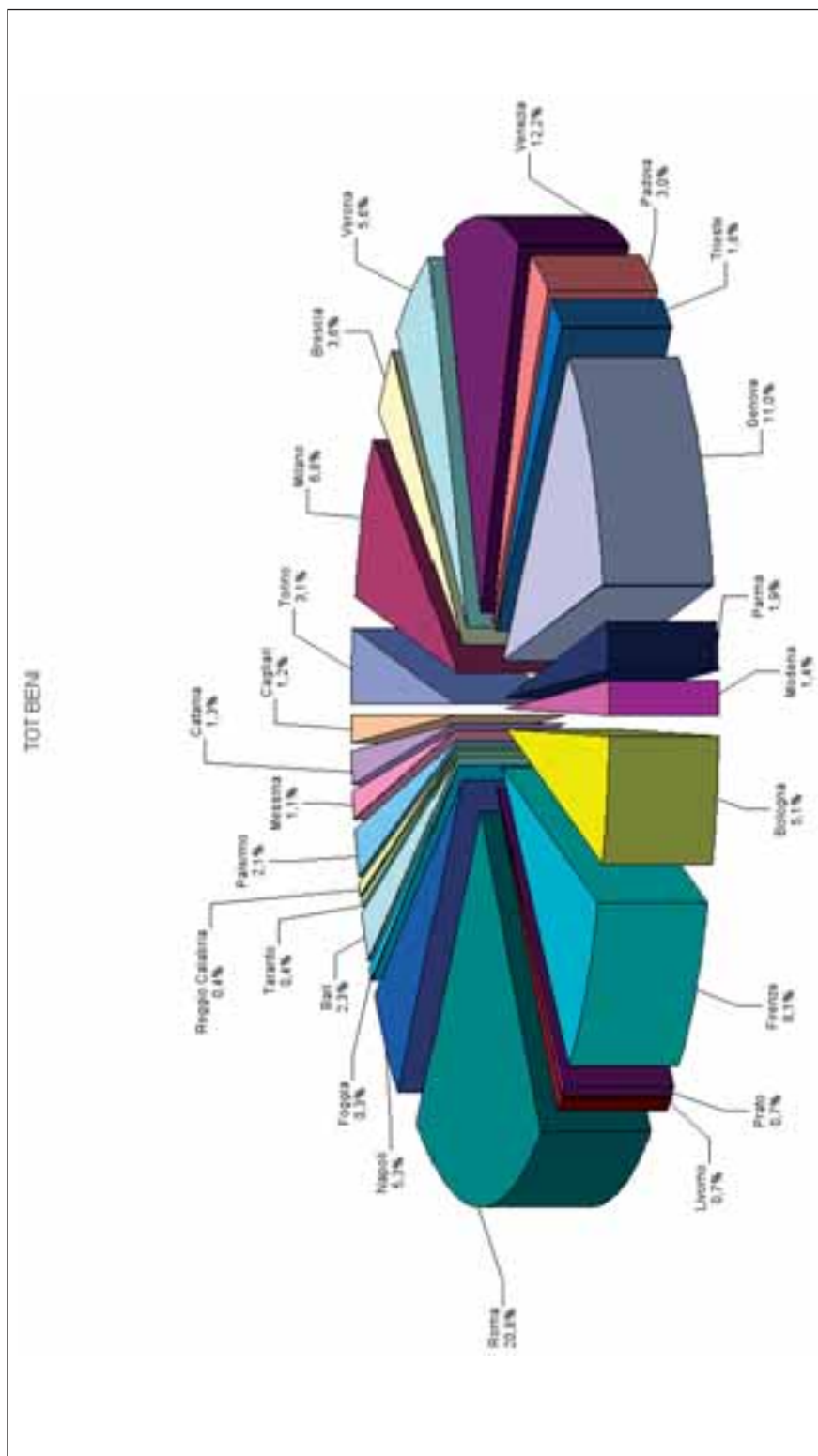
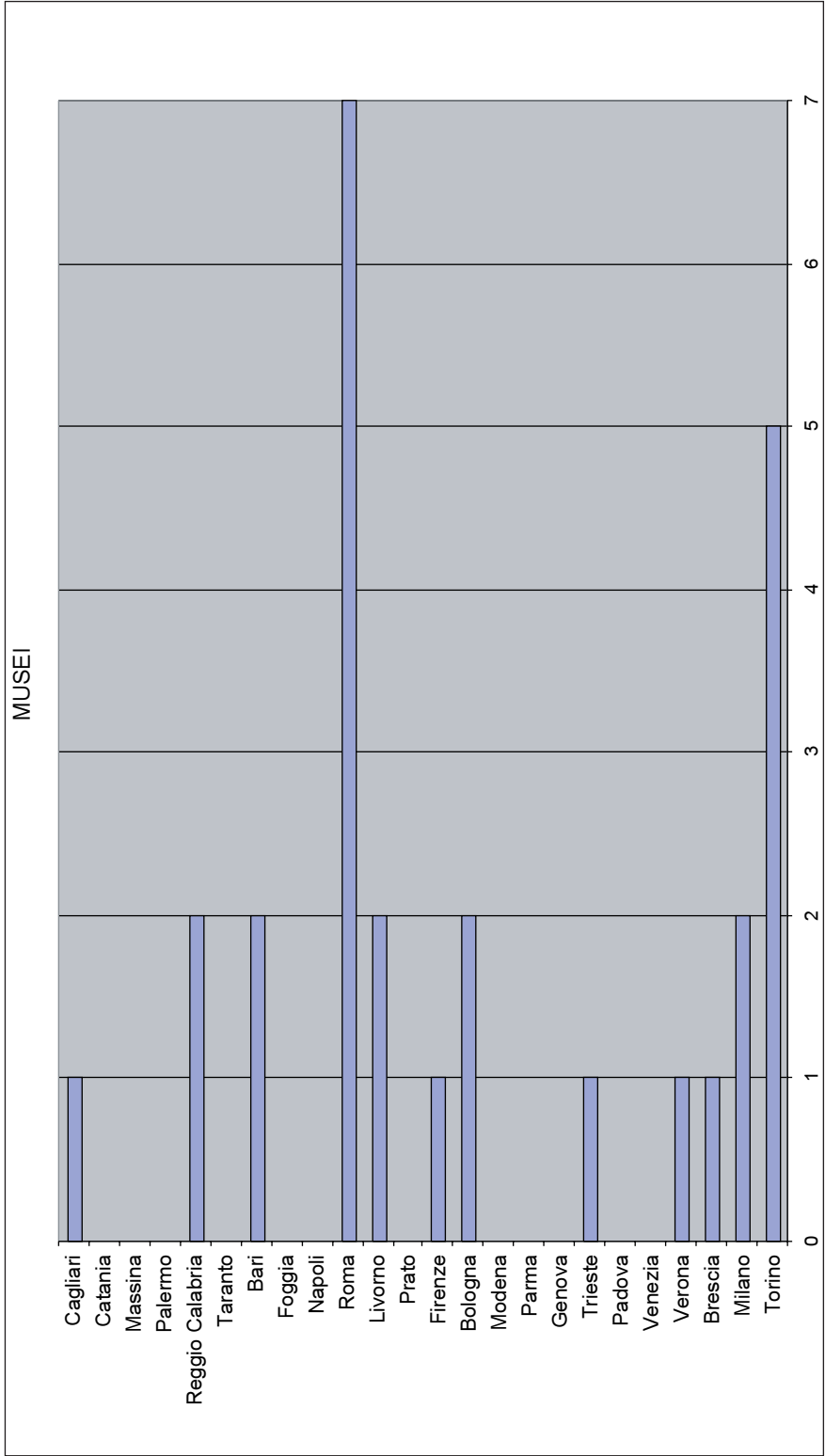


Tabella 2: Distribuzione delle tipologie dei beni schedati.

	MUSEI	ARCHEOLOGICI	ARCHITETTONICI
Torino	5	6	546
Milano	2	67	1134
Brescia	1	38	594
Verona	1	80	913
Venezia	0	1	2166
Padova	0	12	523
Trieste	1	21	304
Genova	0	11	1943
Parma	0	34	296
Modena	0	1	250
Bologna	2	15	892
Firenze	1	2	1437
Prato	0	0	116
Livorno	2	3	118
Roma	7	726	2962
Napoli	0	54	892
Foggia	0	3	51
Bari	2	13	393
Taranto	0	25	55
Reggio Calabria	2	18	55
Palermo	0	8	359
Messina	0	2	190
Catania	0	28	195
Cagliari	1	18	190

N. B.: Nella distribuzione delle tipologie, alcuni musei possono essere schedati indifferentemente secondo una o l'altra delle due tipologie principali (architettonica o archeologica).

b)



2. IL SISTEMA INFORMATIVO TERRITORIALE (S.I.T.)

Il **rischio** di perdita del patrimonio culturale ha determinato la ricerca di un criterio per l'individuazione delle priorità d'intervento e per lo sviluppo di una politica di settore che porti alla programmazione delle azioni e alla pianificazione di tutte le attività di manutenzione, conservazione, restauro e infine di tutela e fruizione.

L'Istituto Centrale per il Restauro si è proposto di giungere a questo risultato attraverso il **Sistema Informativo Territoriale (SIT)** [5], che rappresenta lo strumento tecnico più adatto per raggiungere lo scopo rendendo possibile la visualizzazione dei fenomeni in forma cartografica e creando i presupposti per produrre una **mappa aggiornabile del rischio** di perdita del patrimonio culturale.

Il SIT è il sistema di banca dati in grado di esplorare, sovrapporre ed elaborare informazioni intorno ai potenziali fattori di rischio che interessano il patrimonio culturale italiano.

La metodologia seguita prevede il calcolo del Rischio attraverso la combinazione di due componenti principali: la Vulnerabilità (V) di ogni bene e la pericolosità (P) del territorio in cui il bene si trova [6].

La vulnerabilità indica il livello di esposizione di un dato bene agli agenti di degrado; la pericolosità (P) indica il livello di potenziale aggressione caratteristica di una data area territoriale.

I dati che vengono utilizzati per il calcolo del rischio (distribuzione geografica) sono organizzati all'interno della banca dati secondo tre categorie [7]:

1. Statico strutturale (sisma, frane inondazioni per la pericolosità; elementi costitutivi del bene per la vulnerabilità)
2. Ambientale Aria (inquinamento, clima per la pericolosità; elementi caratteristici della superficie del bene per la vulnerabilità)
3. Antropica (turismo, concentrazione, popolazione spopolamento per la pericolosità; presenza di impianti di sicurezza, antifurti per la vulnerabilità)

Il rischio è quindi espresso come una funzione generale delle componenti di vulnerabilità e pericolosità relative ad ogni area territoriale su cui il bene può esistere:

$$R_{ji} = f(V_{1i}, V_{2i}, V_{3i}, P_{1j}, P_{2j}, P_{3j})$$

dove

R_{ji} = rischio

V_{1i} = vulnerabilità superficiale del bene i-esimo per il rischio ambientale aria

V_{2i} = vulnerabilità strutturale del bene i-esimo per il rischio strutturale

V_{3i} = uso e sicurezza del bene i-esimo per il rischio antropico

P_{1j} = pericolosità ambientale nel comune j-esimo per il rischio ambientale aria

P_{2j} = pericolosità strutturale nel comune j-esimo per il rischio strutturale

P_{3j} = pericolosità antropica nel comune j-esimo per il rischio antropico

Nel SIT, inoltre, il Rischio viene definito in tre domini fondamentali:

Rischio Territoriale = $F(P, PC)$

è il rischio che prende in considerazione la pericolosità a livello comunale (P) e la concentrazione di beni (PC) presenti sul territorio in quel dato comune.

Rischio individuale = $F(V, P)$

è il rischio che prende in considerazione la pericolosità a livello di comune (P) e la vulnerabilità (V) dei beni presenti nel comune.

Rischio locale = $f(V_j, P_j)$

è il rischio^[8] di maggior dettaglio in quanto scende alla scala territoriale locale (via, strade, piazze, ecc.) prendendo in considerazione la pericolosità (P_j) nell'intorno del bene e la vulnerabilità (V_j) del bene stesso.

In generale per la costruzione del Rischio Locale, il progetto propone la sezione di censimento dell'ISTAT³ come unità minima di spazializzazione per i dati utilizzati nella costruzione degli indicatori di pericolosità.

In particolare per la pericolosità ambientale - aria, si propone il reticolo EMEP⁴ o EMEP compatibile che utilizzi la risoluzione spaziale adottata dal Ministero dell'Ambiente.

Utilizzando le informazioni presenti nella banca dati, il GIS di gestione del Sistema Informativo Territoriale costruisce cartograficamente i tematismi di interesse (es. pericolosità ambientale - aria) attraverso la sovrapposizione delle carte del rischio territoriali dei comuni e la consistenza dei beni culturali in essi registrati.

3. PRIMO CASO STUDIO: LA CARTA TEMATICA DEL RISCHIO TERRITORIALE 'AMBIENTALE-ARIA' DELLA CITTÀ DI ROMA

Nell'applicazione che viene presentata, per costruire la carta del Rischio Territoriale ambientale-aria nel comune di Roma, è stata utilizzata, in un primo passaggio, la copertura geografica delle sezioni di censimento della Regione Lazio (fig. 3).

Successivamente è stata riprodotta la rappresentazione cartografica del Rischio territoriale ambientale aria del Comune di Roma.

I dati sulla qualità dell'aria, relativi alle concentrazioni dei principali inquinanti aerodispersi di Roma sono stati forniti dall'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente⁵ (APAT) mentre la concentrazione dei beni che cadono nelle singole sezioni di censimento è stata estratta dalla banca dati "Oracle" della Carta del Rischio. Le diverse tonalità di colore rappresentano il rischio territoriale delle varie zone di Roma (fig. 4).

Nella figura 5 è rappresentata la sovrapposizione dei beni georeferiti sulle zone di rischio che permette di avere, quindi, la distribuzione puntuale della loro posizione nel territorio in riferimento alle zone a maggiore rischio della città.

Le informazioni che possono essere estratte dal sistema permettono di approfondire sempre più la conoscenza della composizione del territorio, infatti, osserviamo in (fig. 6) la sovrapposizione alle carte tematiche realizzate, dei fiumi e delle strade.

³ La sezione di censimento dell'ISTAT è la porzione del territorio comunale delimitata da evidenti elementi "fisici" come strade, ferrovie, corsi d'acqua ecc., definita al fine di far riconoscere chiaramente al rilevatore la zona a lui assegnata. La sezione di censimento assume particolare importanza come unità territoriale minima. Per soddisfare le esigenze conoscitive sulle località abitate, o sulle aree subcomunali quali le circoscrizioni, i quartieri, ecc., o su altre aree di interesse statistico, deve essere possibile infatti ottenere queste stesse aree come somma di unità territoriali minime ovvero di sezioni di censimento.

⁴ L'EMEP (*Environmental Monitoring European Program*) è il Programma concertato di sorveglianza continua e di valutazione del trasporto a lunga distanza degli inquinanti atmosferici in Europa - E.M.E.P.) per la valutazione dell'inquinamento transfrontaliero oggetto della Convenzione ECE-ONU del 13.11.1979. Il programma E.M.E.P. ha previsto, per i paesi partecipanti, l'installazione di una rete di stazioni per la raccolta di campioni di aerodispersi e di precipitazioni sui quali rilevare la presenza di particolari inquinanti atmosferici.

⁵ "L'inquinamento atmosferico nei principali agglomerati urbani" in Qualità dell'ambiente urbano Il Rapporto Agenzia per la Protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici. edizione 2005.

Questo permette di localizzare, in modo più significativo, sul territorio le zone che ricadono *nei valori più alti di rischio* (fig. 7) e di giungere ad un elevato livello di dettaglio aggiungendo strati informativi successivi come le ortofoto (fig. 8).
Come esempio, in questa applicazione, è stata estratta la chiesa di S. Stefano del Cacco, oggetto di due campagne di rilevamento schedografico della vulnerabilità; il sistema consente la consultazione puntuale del bene selezionato e la possibilità di utilizzare le schede memorizzate nel data base della Carta del Rischio (fig. 9). Nel caso specifico, osserviamo come l'indice di vulnerabilità della chiesa si sia modificato (la vulnerabilità superficiale risulta diminuita) fra il 1995, anno della prima schedatura, e il 2001, anno dell'ultima schedatura, a seguito probabilmente dei restauri condotti nel 2000 (fig. 10).

Figura 3: Rappresentazione cartografica delle sezioni di censimento della Regione Lazio, colorate secondo il risultato dell'interazione pericolosità ambientale aria e concentrazione di beni culturali.

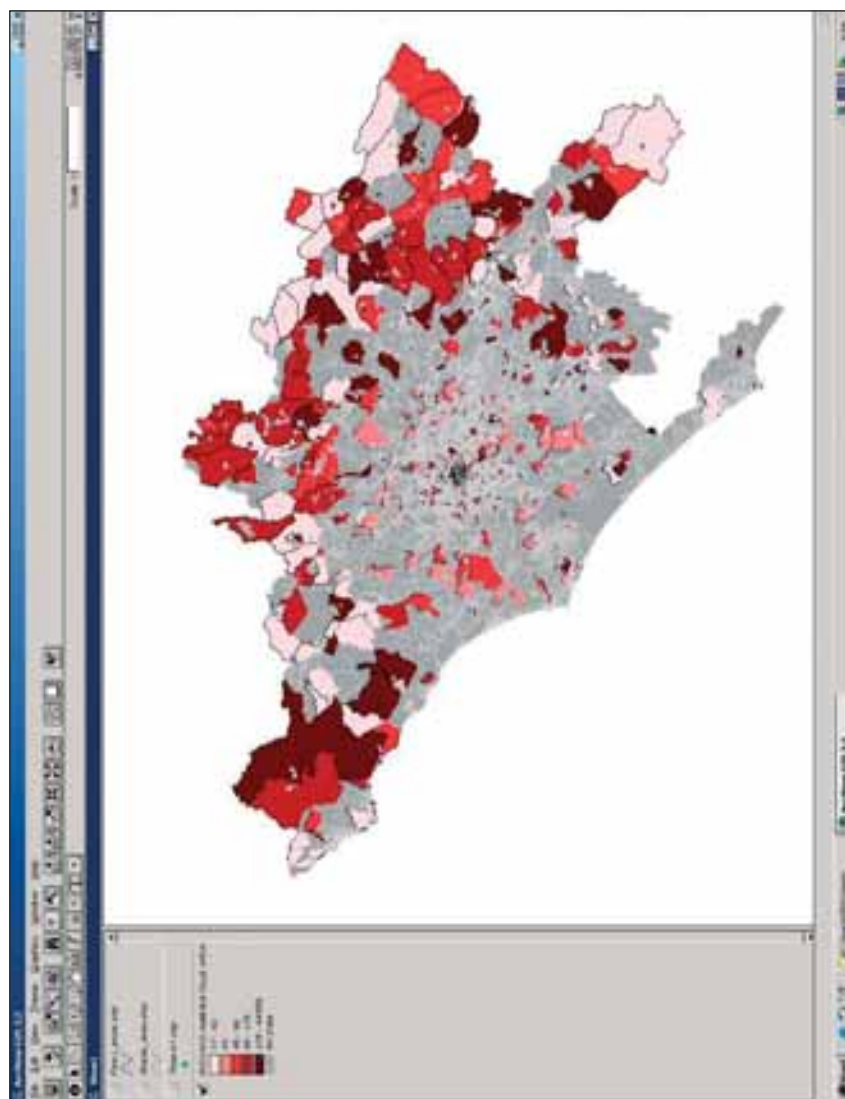


Figura 4. Rappresentazione cartografica del Rischio territoriale ambientale aria del Comune di Roma e delle sezioni di censimento colorate secondo il risultato dell'interazione pericolosità ambientale e concentrazione di beni culturali.

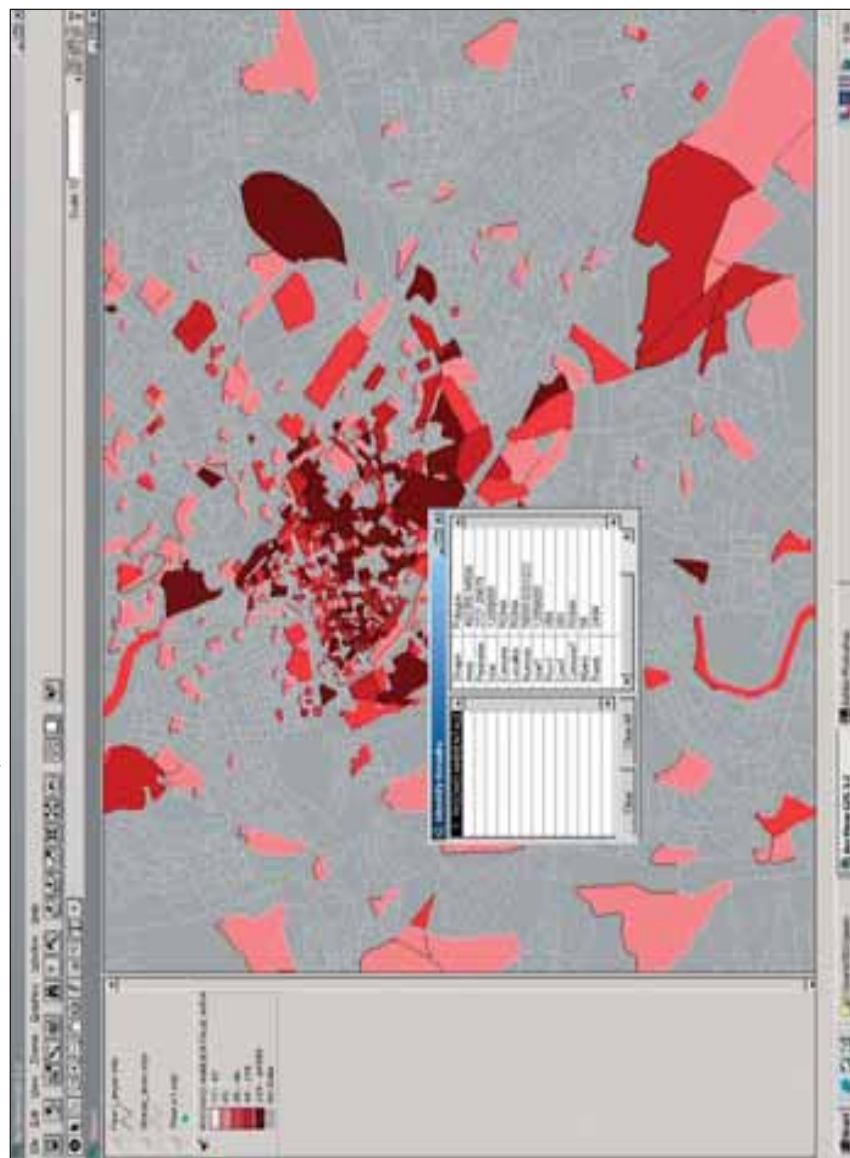


Figura 5. Sovrapposizione sulla carta tematica del rischio ambientale aria del Comune di Roma del patrimonio culturale georiferito.

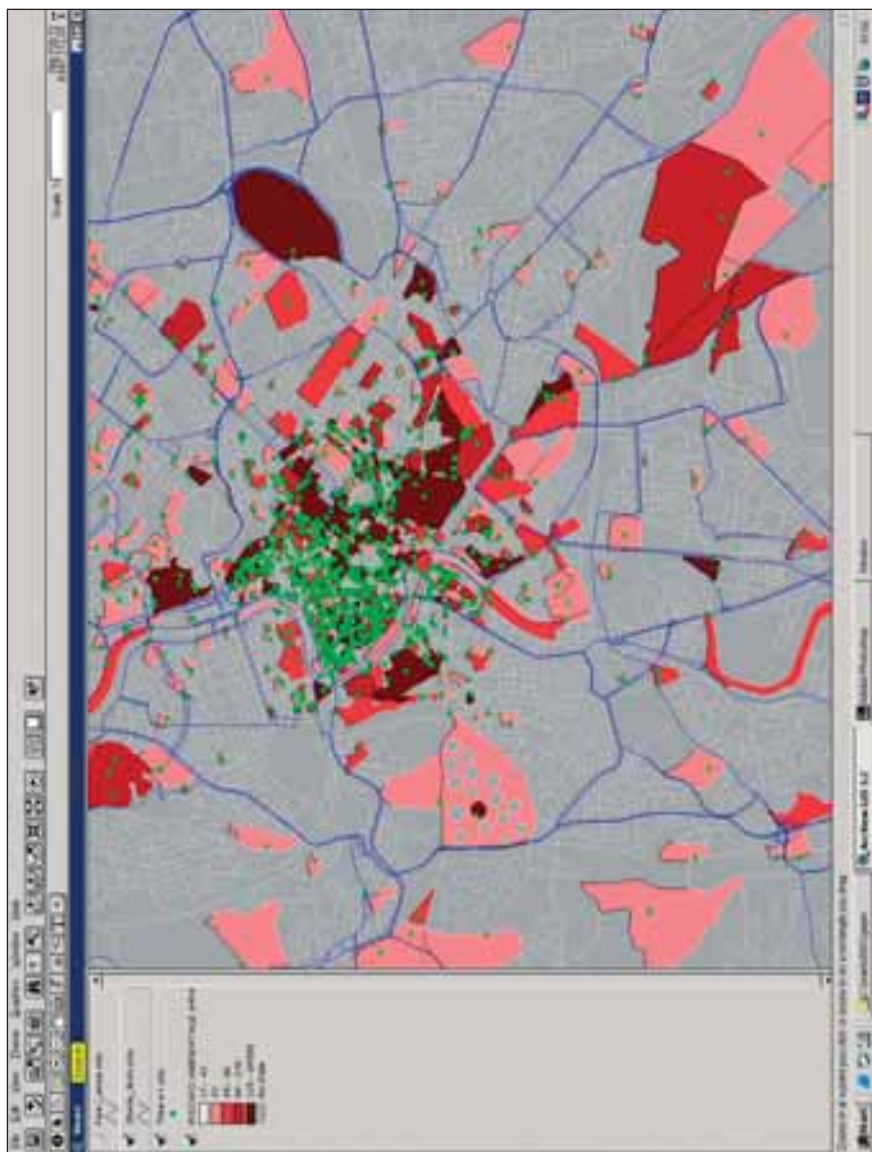


Figura 6. Sovrapposizione sulla carta tematica del rischio ambientale aria del Comune di Roma dello strato informativo dei fiumi e delle strade



Figura 7. Approfondimento sulla cartografia tematica di zone, in questo caso Ponte Garibaldi, ad alto rischio.

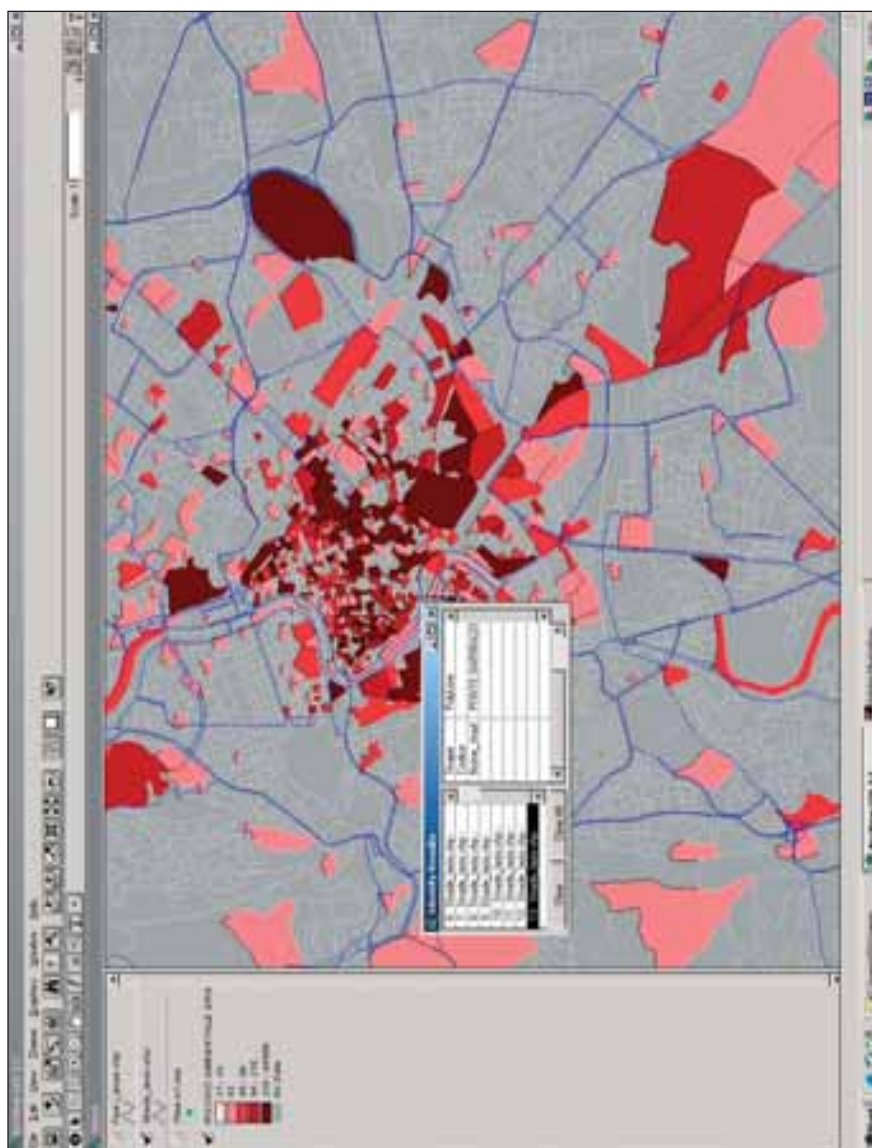
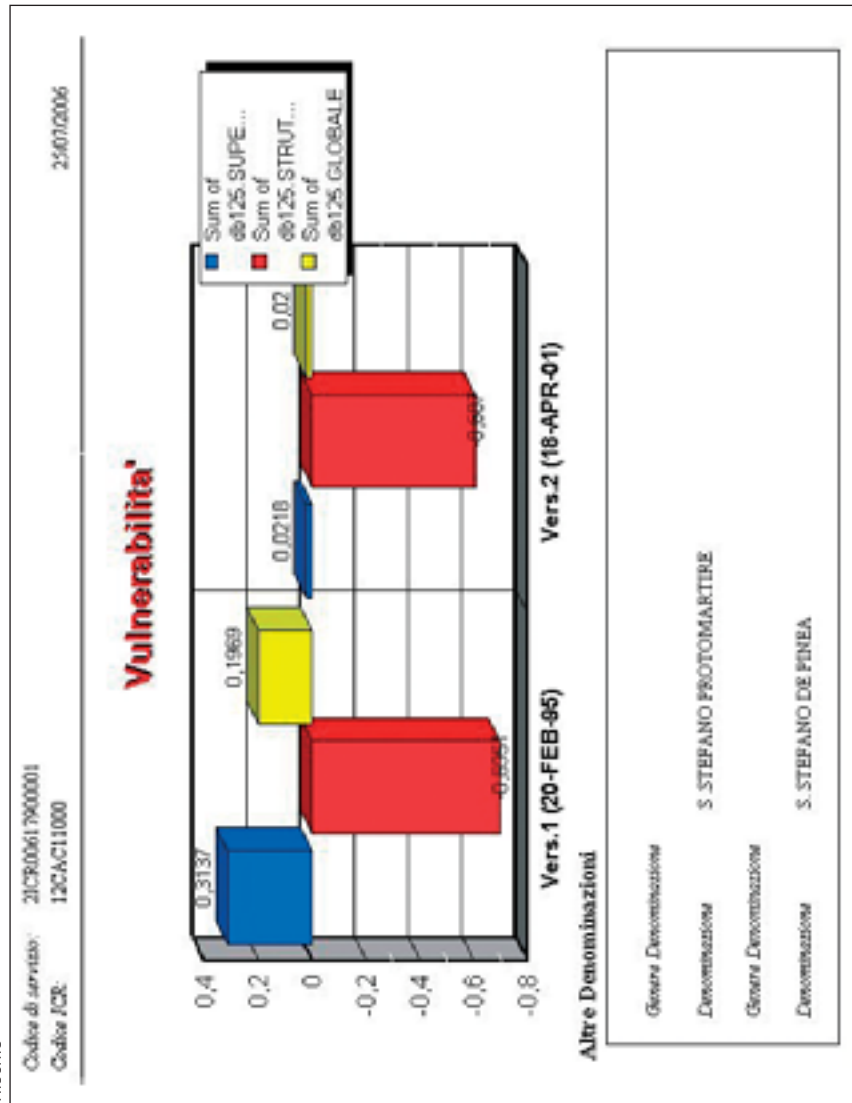


Figura 9. Estrazione delle informazioni riferite alla scheda di vulnerabilità e alle foto presenti nella banca dati della Carta del Rischio.



Figura 10. Estrazione degli indici di vulnerabilità della Chiesa di S. Stefano del Cacco presenti nella banca dati della Carta del Rischio



CONCLUSIONI

Il Sistema Informativo Territoriale sembra essere oggi la strada più facile per rendere possibile la visualizzazione e l'analisi dei fenomeni in forma cartografica e per permettere di costruire, di volta in volta, approfondimenti sempre più dettagliati utilizzando tutte le informazioni presenti nel vasto data base alfanumerico e geografico della Carta del Rischio. La possibilità di associare il livello di pericolosità attribuibile all'inquinamento atmosferico ricavato direttamente per via sperimentale, alle forme di degrado rilevate sulla superficie del bene, può fornire informazioni relative alla qualità dell'ambiente utilizzando il bene come un indicatore fisso (bene immobile) per il piano di risanamento della qualità dell'aria.

BIBLIOGRAFIA

[1] Il Rapporto APAT *"Qualità dell'ambiente urbano"* Edizione 2005

[2] Rapporto APAT *"L'impatto dell'inquinamento atmosferico sui beni di interesse storico – artistico esposti all'aperto"* Edizione 2006

[3], [4] Ministero per i Beni Culturali ed Ambientali - Ufficio Centrale per i Beni Archeologici, architettonici, Storici ed Artistici - Istituto Centrale per il Restauro - Carta del Rischio del Patrimonio Culturale - A.T.I. Maris 1996.

[5] Ministero per i Beni Culturali ed Ambientali - Ufficio Centrale per i Beni Archeologici, architettonici, Storici ed Artistici - Istituto Centrale per il Restauro - Carta del Rischio del Patrimonio Culturale - *Il Sistema Informativo della Carta del Rischio* - A.T.I. Maris 1996.

[6] G. Accardo, E. Giani, A. Giovagnoli, *The risk map of italian cultural heritage*, Journal of architectural conservation, n° 2 July 2003, pp. 41-57.

[7] G. Accardo, A. Altieri, C. Cacace, E. Giani, A. Giovagnoli, *Risk map: a project to aid decision-making in the protection, preservation and conservation of Italian cultural heritage*, Conservation science 2002, pp. 44-49.

[8] Ministero per i Beni Culturali ed Ambientali - Ufficio Centrale per i Beni Archeologici, architettonici, Storici ed Artistici - Istituto Centrale per il Restauro - Carta del Rischio del Patrimonio Culturale - *Il Rischio Locale: Modulo Sperimentale di Ravenna* - A.T.I. Maris 1996.

SENSIBILITÀ ALLE DEPOSIZIONI INQUINANTI: UN PRIMO APPROCCIO NEL CONTESTO DI STUDIO DELLE AREE URBANE

P. BONANNI*, **A. BUFFONI°**, **R. DAFFINÀ***, **V. SILLI***

*APAT, Via V. Brancati 48, 00144 Roma; ° Consulente APAT

ABSTRACT

La Convenzione sull'Inquinamento Atmosferico Transfrontaliero a Lunga Distanza (Long-Range Transboundary Air Pollution, Ginevra 1979) ha rappresentato negli ultimi 25 anni il principale strumento per il controllo e la riduzione delle emissioni di inquinanti atmosferici in Europa. La Convenzione ha tra i suoi obiettivi la protezione dell'ambiente dall'azione degli inquinanti atmosferici (SO₂, NO_x, precursori dell'ozono, metalli pesanti, composti organici persistenti) e la sua attuazione avviene mediante l'adozione di Protocolli di riduzione dell'emissioni dei singoli Paesi. Tale attività è sotto il patrocinio dalla Commissione Economica per l'Europa delle Nazioni Unite (UN/ECE) e prevede l'applicazione di metodologie di calcolo e modellizzazione standardizzate proposte dal Centro per il Coordinamento per gli Effetti (CCE) di Bilthoven (Olanda). In questo ambito, nel corso di questi ultimi anni, l'APAT si è impegnata per la raccolta di informazioni territoriali disponibili a livello nazionale e nello sviluppo di metodologie volte alla produzione di cartografia inerente la sensibilità degli ecosistemi naturali alle deposizioni di composti acidificanti ed eutrofizzanti (composti dell'azoto) e dei metalli pesanti. Tali informazioni rappresentano la base tecnico-scientifica utilizzata ai tavoli negoziali internazionali, per le discussioni dei Protocolli comunitari atti all'individuazione delle quote di riduzione delle emissioni di inquinanti in atmosfera. Le aree metropolitane, pur non contenendo recettori specifici, rappresentano delle regioni particolarmente critiche poiché caratterizzate da forti emissioni antropiche di inquinanti e da elevata densità abitativa umana.

INTRODUZIONE

L'APAT supporta il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio nella mappatura dei carichi critici relativi alle deposizioni atmosferiche con effetto acidificante ed eutrofizzante sin dagli anni 90. Questa attività nasce a valle di un impegno assunto in sede internazionale con l'adesione da parte italiana alla Convenzione sull'Inquinamento Atmosferico Transfrontaliero a Lunga Distanza (CLRTAP-Long-Range Transboundary Air Pollution¹), Convenzione di Ginevra per il contenimento e l'abbattimento delle emissioni inquinanti transfrontaliere. Questo accordo internazionale è stato promosso nel 1979 dalla Commissione Economica delle Nazioni Unite per l'Europa (UN/ECE²), un organismo i cui obiettivi istituzionali sono quelli di stimolare e sostenere le relazioni economiche tra gli Stati membri, rafforzando la cooperazione intergovernativa in vari settori, tra cui l'ambiente. Su quest'ultimo tema l'attività condotta negli ultimi 20 anni dagli organi della Convenzione è stata particolarmente energica e volta ad una maggiore protezione dell'ambiente e della salute dell'uomo dall'azione dei diversi inquinanti atmo-

¹ La Convenzione di Ginevra è di fatto entrata in vigore il 16 marzo 1983 e, il 1 maggio 1994, è stata ratificata da 38 Paesi. La legge di ratifica del Parlamento italiano è la n. 289 del 27 aprile 1982.

² UN/ECE è l'acronimo di "United Nations Economic Commission for Europe". La Commissione Economica per l'Europa, ECE, è una commissione regionale delle Nazioni Unite a cui aderiscono i Paesi Europei più gli Stati Uniti d'America, il Canada ed Israele, per un totale di 54 Paesi.

sferici (ossidi di zolfo e di azoto, ammoniaca, composti organici volatili, metalli pesanti e composti organici persistenti). Tali inquinanti aerodispersi sono oggetto, infatti, di fenomeni di trasporto a lungo raggio, oltre i confini dei singoli paesi (da cui il termine *transfrontaliero*). Molti dei provvedimenti che negli ultimi decenni hanno portato alla riduzione in Italia e in larga parte d'Europa delle emissioni in atmosfera di diversi composti nocivi per la salute umana e per l'ambiente derivano infatti da impegni assunti nell'ambito della Convenzione.

A partire dal 2004 l'Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici ha avviato una estesa revisione del proprio database nazionale per il calcolo dei carichi critici per gli ecosistemi terrestri e delle relative procedure, aggiornando ed integrando i dati già disponibili, con nuove informazioni di carattere meteo-climatico, pedologico, geochimico, vegetazionale.

Parallelamente è stata pure avviata la predisposizione di strumenti di calcolo più aggiornati al fine di produrre delle carte quanto più possibile dettagliate ed affidabili della sensibilità degli ecosistemi terrestri presenti sul territorio nazionale alle deposizioni di composti con azione acidificante/eutrofizzante ed ai metalli pesanti quali piombo e cadmio.

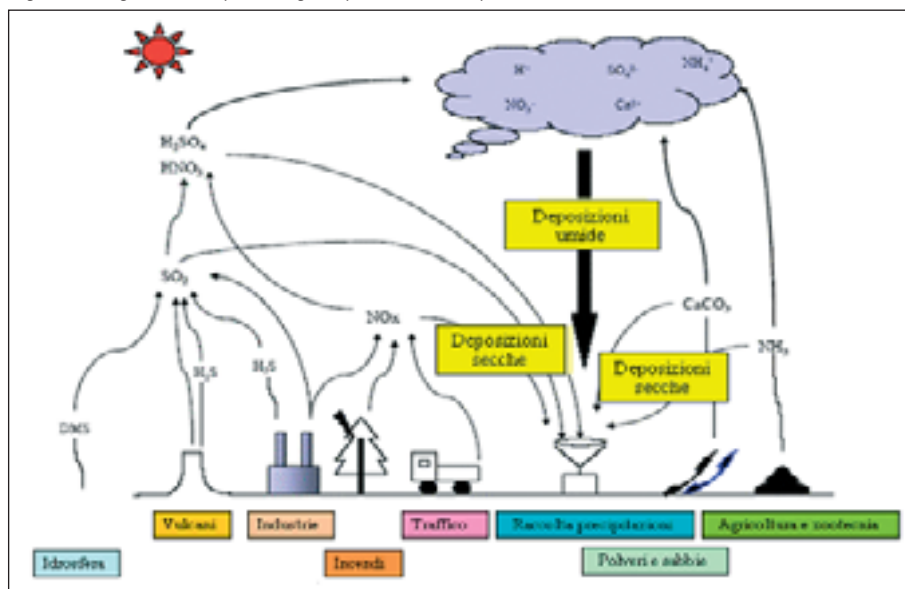
Di seguito viene illustrata la metodologia applicata e le informazioni utilizzate per il calcolo dei carichi critici di acidità, azoto nutriente e metalli pesanti e la situazione presente sul territorio italiano, in particolare nelle aree delle province delle città considerate.

1. CONTESTO ISTITUZIONALE INTERNAZIONALE: LA CONVENZIONE SULL'INQUINAMENTO ATMOSFERICO TRANSFRONTALIERO

Gli inquinanti atmosferici una volta emessi dalle sorgenti possono ricadere nelle loro immediate vicinanze o essere trasportati dai venti anche per distanze considerevoli (Figura 1).

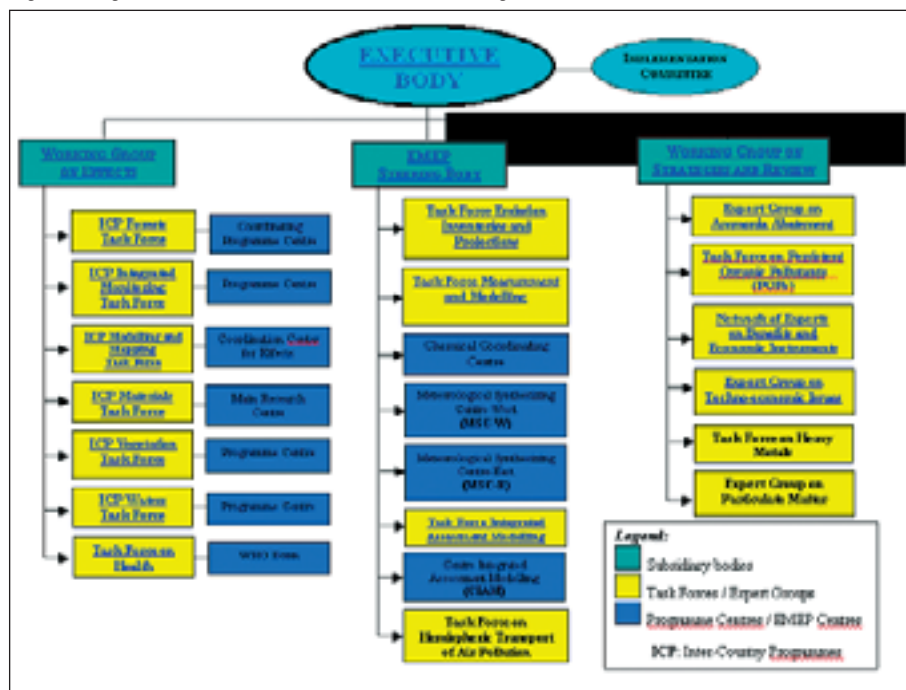
La Convenzione sull'Inquinamento Atmosferico Transfrontaliero a Lunga Distanza (Long-Range Transboundary Air Pollution) ha rappresentato negli ultimi 25 anni lo strumento di maggior successo per la riduzione delle emissioni di inquinanti atmosferici in Europa. Tale convenzione ha tra i suoi obiettivi la protezione dell'ambiente dall'azione degli inquinanti aerodispersi (SO_2 , NO_x , precursori dell'ozono, metalli pesanti, composti organici persistenti) e la sua attuazione avviene mediante l'adozione di Protocolli per la riduzione delle emissioni dei singoli Paesi.

Figura 1: sorgente e trasporto degli inquinanti aerodispersi



La Convenzione di Ginevra è strutturata in una serie di organi distribuiti su tre livelli (Figura 2): l'Organo Esecutivo (Executive Body), i Gruppi di Lavoro (Working Groups) e le Unità Operative (Task Forces).

Figura 2: organizzazione della Convenzione di Ginevra Figura.



Nell'ambito di questo processo la mappatura degli ecosistemi sensibili rappresenta uno degli aspetti cruciali ed è demandata alle autorità competenti: in Italia l'Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente e i Servizi Tecnici (APAT). Da un punto di vista operativo tale mappatura prevede l'acquisizione di un ampio database secondo modalità descritte in un Manuale predisposto dal Centro di Coordinamento Europeo ma il cui livello di approfondimento dipende dai dati disponibili presso i singoli Paesi.

A partire dal II° Protocollo riguardante i composti dello zolfo (Oslo, 1994) i tassi di riduzione delle emissioni sono stati determinati secondo un approccio basato sulla selezione e mappatura dei recettori sensibili identificati sulla base del criterio del *carico critico*.

A tal fine è stato necessario predisporre una procedura articolata che prevede l'individuazione e quantificazione delle fonti, la determinazione delle ricadute e dei fenomeni di trasporto, la mappatura delle deposizioni e degli ecosistemi sensibili e l'individuazione delle aree di superamento (o eccedenza) del carico critico.

La realizzazione delle mappe dei carichi critici di inquinanti per il territorio nazionale scaturisce quindi da precisi obblighi politici ed economici comunitari e prevede, tra le altre misure, l'applicazione di metodologie di calcolo e modellazione standardizzate messe a punto dal Centro per il Coordinamento per gli Effetti (CCE) di Bilthoven (Olanda).

L'APAT ha tra le sue principali funzioni istituzionali la raccolta, l'elaborazione e la diffusione dei dati e delle informazioni sullo stato e la dinamica dell'ambiente.

Tale compito si è andato intensificando nel tempo anche alla luce delle tendenze su scala europea che impongono sempre maggiore rilievo al diritto di accesso all'informazione ambientale. In questo ambito l'APAT, dal 1999, fornisce ufficialmente supporto al Ministero dell'Ambiente e del territorio per gli adempimenti inerenti gli obblighi derivanti dalla Convenzione di Ginevra

sull'inquinamento Transfrontaliero.

Le informazioni di base ed i risultati dei modelli applicati, vengono quindi inviati periodicamente al Centro Coordinamento olandese per gli Effetti e, insieme a quelle provenienti dagli altri paesi, costituiscono la base tecnica e negoziale per gli accordi internazionali concernenti i limiti alle emissioni degli inquinanti in atmosfera.

2. CARICHI CRITICI: LA DEFINIZIONE

Il *carico critico* costituisce un'importante categoria di indicatori di stato che esprimono la sensibilità dei recettori ambientali (suoli, acque, materiali) alle deposizioni di sostanze inquinanti. Il carico critico di un inquinante è definito come la *stima quantitativa della deposizione di uno o più inquinanti sul territorio, al di sotto della quale non vengono osservati effetti avversi significativi sugli elementi sensibili dell'ambiente, in accordo con le attuali conoscenze*. Il carico critico corrisponde quindi alla deposizione massima che un territorio caratterizzato da specifici ecosistemi sensibili (recettori) può sostenere senza che vi siano danni significativi sui recettori stessi, con conseguente compromissione dell'intero ecosistema. Il carico critico viene confrontato con le deposizioni reali di inquinante/i che giungono al suolo, per il calcolo delle cosiddette eccedenze. Se vi sono eccedenze significa che le deposizioni superano il carico critico e che occorre intervenire per la salvaguardia degli ecosistemi presenti imponendo, in qualche modo, una riduzione delle deposizioni attraverso una limitazione delle emissioni.

3. I RECETTORI INDIVIDUATI: GLI ECOSISTEMI FORESTALI

Per poter osservare degli effetti occorre definire oggetto e intervallo delle variazioni. All'interno degli ecosistemi naturali vengono così individuati delle componenti sensibili definite come *recettori*. Viene quindi monitorata ogni variazione significativa dei recettori e stabilita, in accordo con tipo di vegetazione, suolo e caratteristiche climatiche, una soglia di deposizione ammissibile. Gli ecosistemi (recettori) considerati sono rappresentati da foreste, praterie, pascoli e terre arabili.

4. LE METODOLOGIE PER IL CALCOLO DEI CARICHI CRITICI: IL BILANCIO DI MASSA E I MODELLI DINAMICI

Le metodologie disponibili per il calcolo del carico critico sono sostanzialmente tre:

- empiriche, dove con pochi dati di base è possibile calcolare degli intervalli di carico critico per il suolo considerato
- primo livello, il cosiddetto bilancio di massa (SMB), che consente di avere una fotografia della situazione ambientale riguardo i carichi critici
- modelli dinamici (VSD) che, al prezzo di grandi quantità di dati di base necessari, consentono di conoscere la sensibilità del territorio verso quell'inquinante, al variare del tempo.

Tutte le equazioni adottate e le metodologie seguite per il calcolo del carico critico (attraverso la metodologia SMB) sono incluse nel Mapping Manual 2004 redatto dal CCE - RIVM, Bilthoven.

4.1 Bilancio Semplice di Massa (SMB)

Il bilancio di massa semplificato è alla base di un modello per la definizione e la mappatura dei carichi critici. Si basa sulla relazione tra un parametro ambientale, considerato indicatore dello stato dell'ecosistema, e la deposizione di composti inquinanti. Diversi sono i parametri di tipo chimico che possono essere considerati (il pH del suolo, la concentrazione di nitrati nell'acqua che raggiunge la falda acquifera ed altro) anche se ciò che si intende evitare, mantenendo il

livello delle deposizioni al di sotto del valore di carico critico, è un'alterazione di parametri biologici, (ad esempio la crescita legnosa o la biodiversità dell'ecosistema) elementi che tuttavia risulterebbero di difficile e complessa valutazione.

Il parametro prescelto deve avere la caratteristica di rispondere al variare del tasso di deposizione e di riflettere lo stato dell'ecosistema. Il rispetto di un valore-soglia di questo parametro corrisponde a condizioni di equilibrio del bilancio di massa. Questo tipo di approccio "fotografico" le condizioni del suolo in un dato momento e non consente di prevedere la futura evoluzione delle condizioni di un suolo sulla base di futuri scenari di deposizione. L'equazione alla base del bilancio di massa considera una serie di fattori interni ed esterni all'ecosistema in grado di incrementare o diminuire la sensibilità alle deposizioni di composti inquinanti.

4.2.1 Carico critico di acidità

L'equazione prevede un bilancio tra carico di acidità e la somma della capacità di neutralizzazione acida dovuta alla disgregazione del suolo (ANC_w) e alla lisciviazione di cationi basici dal suolo stesso (ANC_{le}). I fattori che agiscono positivamente, garantendo una più elevata capacità di neutralizzare le deposizioni atmosferiche di zolfo e azoto responsabili dell'acidificazione sono:

- le deposizioni atmosferiche di cationi basici (BC_{dep})
- il rilascio, sempre di cationi basici, da parte dei minerali del suolo (BC_w)

Il primo rappresenta un apporto di calcio (Ca), magnesio (Mg) e potassio (K) dovuto al risolleamento e caduta di polveri dai suoli o dal trasporto di particelle alcaline (come ad esempio le cosiddette sabbie del Sahara).

Il secondo è il prodotto dell'alterazione dei minerali del suolo che disgregandosi ad opera dei fattori ambientali, mettono a disposizione numerosi elementi tra cui Ca, Mg e K.

Il processo biologico principale che invece determina una maggiore sensibilità del suolo alle deposizioni di composti acidificanti e quindi conduce a valori di carico critico inferiori, è dato dall'assorbimento di cationi basici da parte delle specie vegetali (B_{cu}), in particolare da quelle arboree, in questo caso infatti, i cationi basici vengono sottratti al suolo per un lungo periodo. Con il taglio del bosco solo una parte di essi ritorna al suolo, mentre con il prelievo della massa legnosa una quota significativa viene definitivamente sottratta all'ecosistema.

4.2.2 Carico critico di azoto nutriente

Anche per ciò che concerne il carico critico di azoto nutriente si applica l'equazione di bilancio di massa. I fenomeni che, sottraendo azoto al suolo, ne accrescono la capacità di tollerarne ulteriori apporti con le deposizioni sono in particolare:

- l'immobilizzazione di azoto nel suolo (N_i) mediante la formazione di humus e il prelievo di azoto legato all'accrescimento delle specie vegetali (N_u)
- le perdite di azoto per processi di denitrificazione (N_{de}), dove l'azoto nitrico, che rappresenta la forma utilizzata dagli organismi vegetali, viene ridotto ad azoto gassoso e disperso nell'atmosfera.

4.2.3 Carico critico di metalli pesanti (Cd e Pb)

Il bilancio di massa si applica anche al calcolo del carico critico di metalli pesanti. In questo caso viene considerato sia la quantità netta di metalli sequestrati nella biomassa raccolta della pianta (M_u, uptake di metallo della pianta), sia il flusso di lisciviazione di metallo dal profilo del suolo considerato (M_{le}, lisciviazione di metallo dal suolo). Per il calcolo del primo termine (M_u) occorrono in particolare la resa della biomassa vegetale ed il contenuto di metallo nella biomassa stessa raccolta. M_{le}, il metallo lisciviato dal suolo, viene invece stimato a partire dal flusso di drenaggio dell'acqua di percolamento e dalla concentrazione totale di metallo in soluzione nell'acqua di drenaggio stessa (M_{totdisc}). La stima di quest'ultimo termine riveste un peso cruciale nel calcolo del carico critico di metallo pesante. M_{totdisc} può essere ricavato attraverso il modello tipo WHAM (modello W6S-MTC2, prof. Ed Tipping, CEH, Lancaster).

5. LE INFORMAZIONI NECESSARIE PER IL CALCOLO DEI CARICHI CRITICI: IL DATABASE

La mappatura dei carichi critici avviene applicando alle singole unità di territorio, corrispondenti ad aree ritenute omogenee per gli ecosistemi presenti, l'equazione del bilancio di massa. È quindi necessario disporre di un database aggiornato per il calcolo (meteorologia, dati pedologici e geochimici, ecc) e soprattutto di una cartografia che, con adeguato dettaglio, fornisca un quadro della distribuzione degli ecosistemi sull'intero territorio nazionale.

5.1 Mappatura dei recettori: distribuzione degli ecosistemi sul territorio

Per quanto concerne gli ecosistemi terrestri, le fonti disponibili sono sostanzialmente due:

- la Carta della vegetazione reale d'Italia in scala 1:1.000.000 (Ministero dell'Ambiente, 1992)
- il database Image&Corine Land Cover 2000 con unità minima cartografata pari a 25 ha (APAT, 2004)

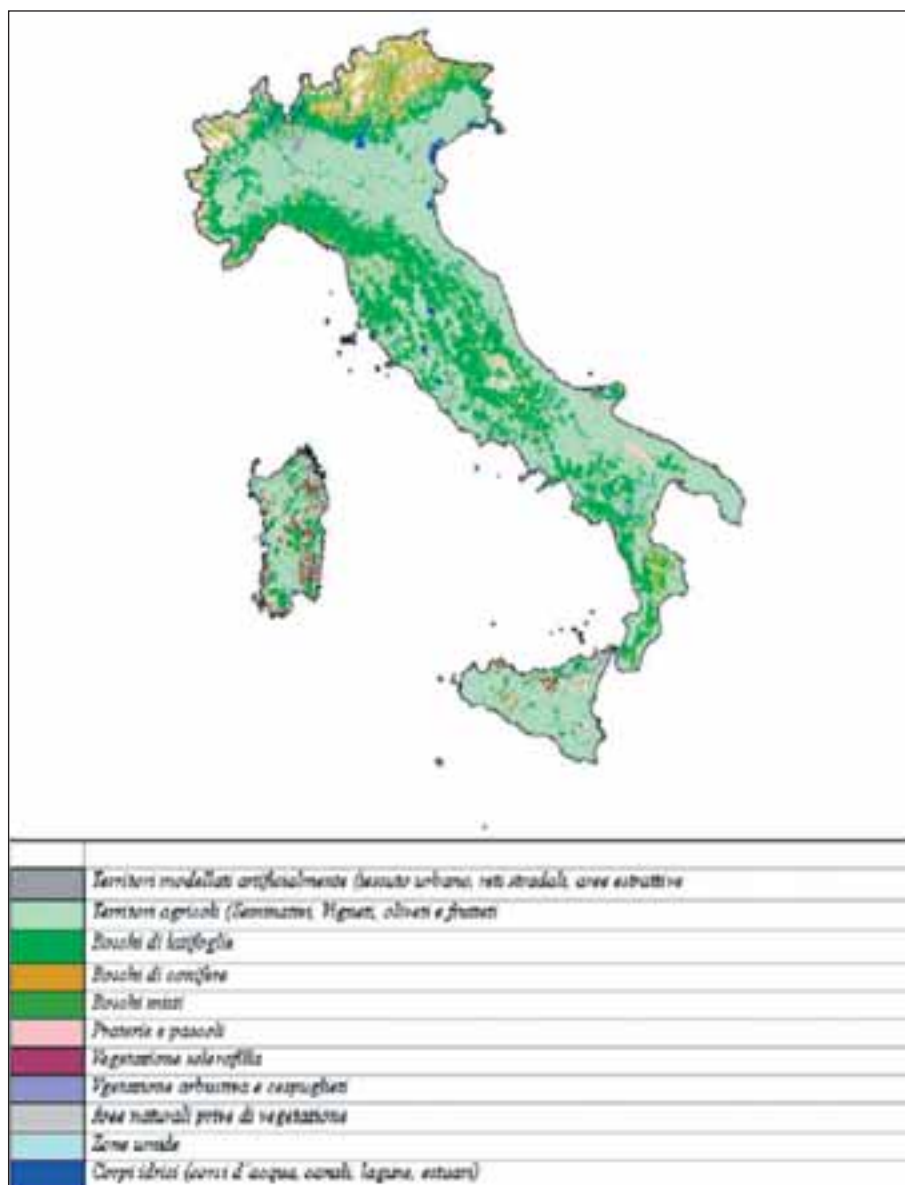
La Carta della vegetazione reale d'Italia presenta un elevato numero di tipologie di vegetazione ma un dettaglio spaziale relativamente modesto, mentre Corine Land Cover 2000 risulta più aggiornata ma anche piuttosto sintetica per quel che concerne la copertura vegetale; si è quindi cercato di giungere ad una sintesi tra le due fonti di informazioni attraverso un'operazione di intersezione dei diversi tematismi. Successivamente le informazioni cartografiche sono state trasformate in una carta costituita da celle di uguali dimensioni (in questo caso 1 km x 1 km) trattate nelle suc-

Tabella 1: habitat EUNIS considerati

Livello 1	Livello 2	Habitat
A4	A4.5	Sedimenti poco profondi dominati da Angiosperme, del piano infra- e circalitorale
B1	B1.4	Comunità erbacee delle dune costiere stabili
B3	B3.3	Habitat rocciosi (scogliere, spiagge ed isolette) con vegetazione alofita
C1	C1.2	Laghi, pozze e stagni mesotrofici
C3	C3.2	Comunità di alofite di grandi dimensioni e canneti marginali
E2	E2.3	Prati da sfalcio montani
E1	E1.2	Prati perenni calcofili e steppe basofile
	E1.3	Praterie xeriche mediterranee
	E1.5	Praterie montane supra-mediterranee
	E1.8	Praterie aride mediterranee, da acidofile a neutrofile, fitte
E4	E4.3	Praterie acidofile alpine e sub-alpine
	E4.4	Praterie calcicole alpine e sub-alpine
F2	F2.3	Comunità arbustive sub-alpine e boreali di caducifoglie
F3	F3.1	Arbusteti e cespuglieti delle regioni temperate
	F3.2	Cespuglieti montano-mediterranei di latifoglie decidue
F5	F5.2	Macchie arbustive, con assenza di specie decidue
F7	F7.4	Lande montane di cespugli a pulvino
G1	G1.1	Boscaglie ripariali di Salix sp., Alnus sp. e Betulla sp. delle regioni temperate
	G1.5	Boschi igrofili di latifoglie su torbiere acidofile
	G1.6	Boschi e foreste di Fagus sp.
	G1.7	Boschi e foreste termofile di latifoglie
	G1.8	Boschi e foreste acidofile a Quercus sp. dominante
G2	G2.1	Boschi e foreste mediterranee di Quercus sp. sempreverdi
G3	G3.1	Boschi e foreste temperate di Abies sp. e Picea sp.
	G3.2	Boschi e foreste alpine di Larix decidua e Pinus cembra
	G3.4	Boschi e foreste di Pinus sylvestris a sud della taiga
	G3.5	Boschi e foreste di Pinus nigra e specie affina
	G3.7	Boschi e foreste di Pinus sp. (escluso Pinus nigra) dell'area mediterranea
G4	G4.6	Boschi e foreste miste di Abies sp., Picea sp. e Fagus sp.

cessive operazioni, come singole unità. In questa carta il cui formato a griglia è detto raster, le tipologie vegetali sono state inizialmente definite sulla base della legenda della Carta della vegetazione reale d'Italia. Tuttavia per rispondere ad esigenze di omogeneità a livello europeo è stata successivamente adottata la classificazione EUNIS (European Nature Information System) sviluppata dal Centro tematico per la protezione della natura e della biodiversità presso l'Agenzia Europea per l'Ambiente (EEA). La nomenclatura complessiva degli habitat EUNIS è consultabile sul sito <http://eunis.eea.eu.int/habitats-annex1-browser.jsp>. Il grado di approfondimento raggiunto corrisponde al secondo livello della classificazione EUNIS. La cartografia realizzata è stata in seguito sintetizzata e riclassificata sulla base di 7 categorie principali: agricole, boschi di latifoglie, boschi di conifere, boschi di sclerofille, cespuglieti, praterie, aree prive di vegetazione.

Figura 3: Carta dell'uso del suolo (APAT, 2004)



5.2 Mappatura del suolo: parametri pedologici e geochimici

Le migliori informazioni disponibili sulle tipologie di suoli presenti sul territorio italiano, acquisite nel database per i carichi critici, derivano dalla Carta dei suoli d'Europa (Soil Map of European Communities - CEE, 1985). Il database sviluppato a partire da questi dati è riferito ad unità territoriali di 1 km x 1 km alle quali è associato l'attributo "classe di suolo", individuato sulla base della nomenclatura FAO (<http://www.fao.org/ag/agl/agll/key2soil.stm>).

La Carta dei suoli d'Europa riporta, per le diverse tipologie di suolo, anche un'indicazione sulla tessitura prevalente, cioè la distribuzione dimensionale delle particelle che compongono il suolo stesso. La codifica FAO, è stata sintetizzata in 6 classi di tessitura, ordinate dalla più grossolana alla più fine. Tra i più importanti parametri fisico-chimici calcolati relativi al suolo calcolati ricordiamo:

- *rilascio di cationi basici (calcio, magnesio e potassio) nel suolo (BCw):*

è capacità di rilasciare cationi basici da parte dei suoli. Viene determinata dalla combinazione del tipo di suolo e della classe di tessitura, secondo un approccio definito in sede UN/ECE. I processi fisici e chimici possono provocare rispettivamente disaggregazione e alterazione delle rocce. I minerali nei suoli a loro volta rilasciano con il tempo elementi che rappresentano i nutrienti principali del comparto vegetale, in particolare calcio, magnesio e potassio. Questi cationi proprio perché basici contrastano l'acidità e rimpiazzano progressivamente quelli utilizzati sia per l'accrescimento della componente vegetale che quelli persi attraverso la lisciviazione.

Il rilascio di cationi basici è legato non solo alla natura dei minerali del suolo ma anche alle condizioni ambientali, in particolare all'ammontare delle precipitazioni e alle temperature presenti nel suolo. Temperature elevate favoriscono l'alterazione dei minerali e quindi il rilascio di cationi basici.

- *profondità del suolo*

Descrive la profondità dei suoli fino al substrato roccioso; i valori sono stati estratti dal database europeo sui suoli EUSOILS (<http://eusoils.jrc.it/>) e da valori di default suggeriti nel Manuale del RIVM di Bilthoven (UBA, 1994). I valori di profondità dei suoli per il territorio italiano sono risultati compresi tra 10 e 120 cm. I valori più modesti si riscontrano nella regione alpina e più in generale nelle zone di montagna.

- *contenuto di carbonio negli orizzonti superficiali dei suoli*

I dati relativi al contenuto di carbonio nei suoli (Cpool) sono stati estratti dal data base europeo dei suoli EUSOILS. I valori rilevati sul territorio italiano risultano compresi tra il 6% (dato assai elevato e limitato a poche aree di pianura) e meno dell'1%. In generale le aree di montagna mostrano valori più modesti di quelle di pianura.

- *saturatione basica e capacità di scambio cationica*

I dati sono stati ricavati dallo stesso database europeo EUSOILS. La saturazione basica è definita come la quantità di cationi scambiabili espressi come percentuale della capacità di scambio cationica (ossia la somma dei cationi scambiabili per unità di volume).

- *pressione parziale di anidride carbonica nella soluzione del suolo*

Questo parametro viene introdotto per descrivere le perdite di bicarbonato con la percolazione di acqua del suolo. La pressione parziale di CO₂ in aria ambiente (circa 370 ppm) può raggiungere valori sensibilmente più elevati nel suolo per i processi ossidativi della materia organica e di respirazione. Questi ultimi sono fortemente dipendenti dalla temperatura del suolo.

5.3 Mappatura dei parametri meteorologici

Le informazioni necessarie riguardano sostanzialmente le temperature e le precipitazioni. Non essendo disponibile un database nazionale completo e sufficientemente dettagliato relativo

alle principali grandezze climatiche, l'aggiornamento su base puntuale dei dati disponibili risulta ad oggi complesso.

I dati sono state inizialmente ricavati dalla "Carta delle temperature medie annue vere in Italia per il trentennio 1926-1955", in scala 1:1000000 del Consiglio Superiore del Servizio Idrografico (Ministero dei Lavori Pubblici, 1956) e dalla "Carta della precipitazione media annua in Italia per il trentennio 1921-1950", in scala 1:1.000.000 (Ministero dei Lavori Pubblici, 1951). Le carte sono state digitalizzate e ricampionate a 1 x 1 km secondo procedure già adottate per i parametri fisico-chimici relativi al suolo.

I dati di temperatura e precipitazione sono stati quindi aggiornati sulla base di informazioni su e ampia scala fornite dall'Università dell'East Anglia (UK), relativi al periodo 1921-2000. La serie di dati storici impiegata per questa operazione, fa riferimento al periodo 1921-2000.

Figura 4: carico critico di acidità ($\text{eq}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{anno}^{-1}$).

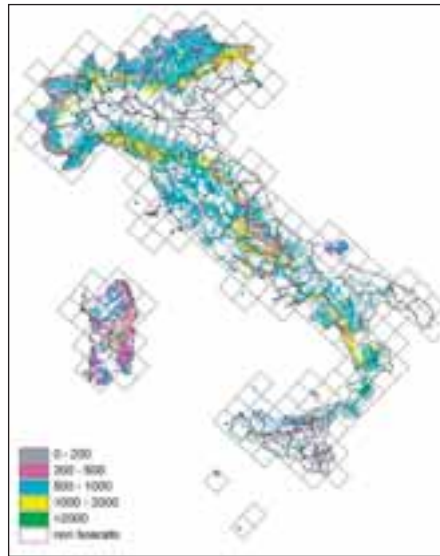


Figura 5: carico critico di N nutriente ($\text{eq}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{anno}^{-1}$).

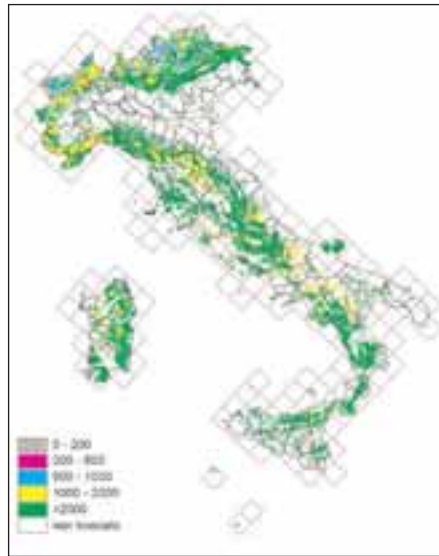


Figura 6: carico critico di cadmio ($\text{g}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{anno}^{-1}$).

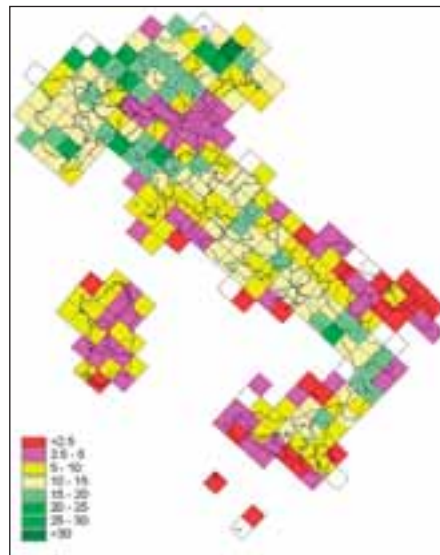


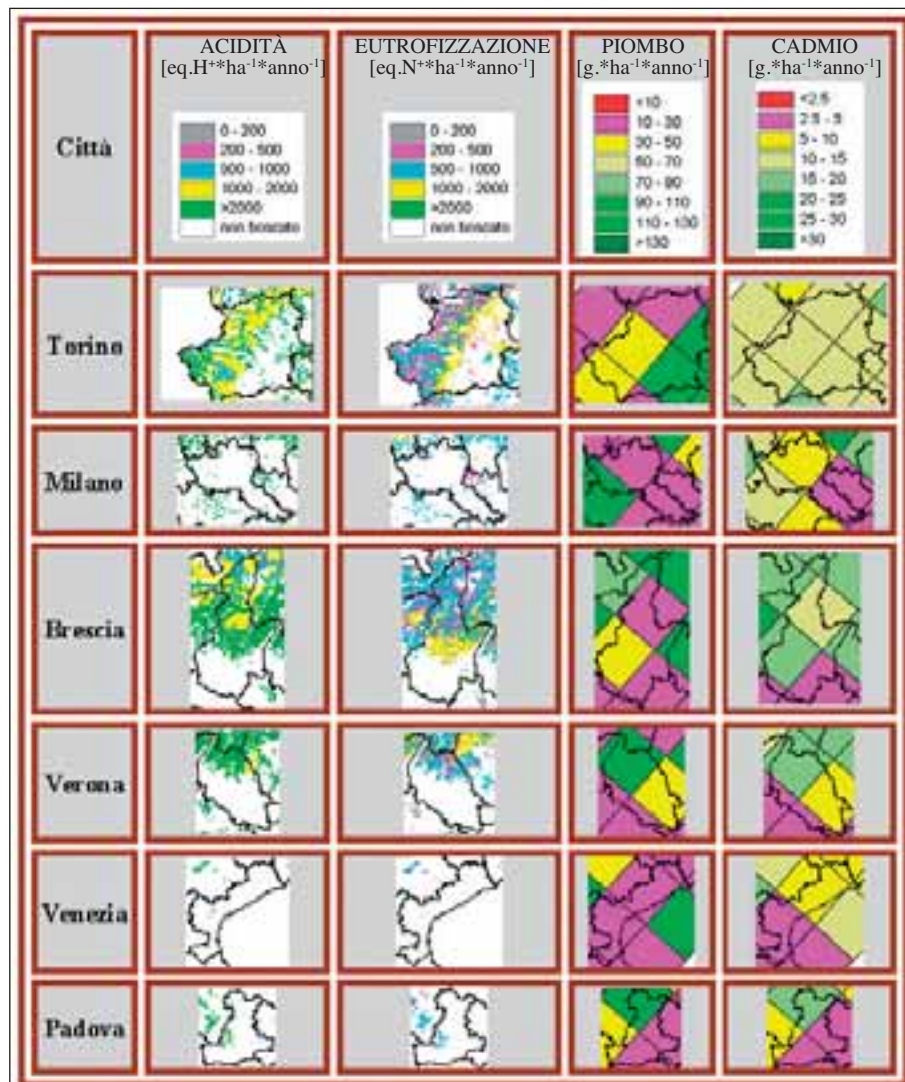
Figura 7: carico critico di piombo ($\text{g}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{anno}^{-1}$).



6. LE CARTE TEMATICHE DEI CARICHI CRITICI

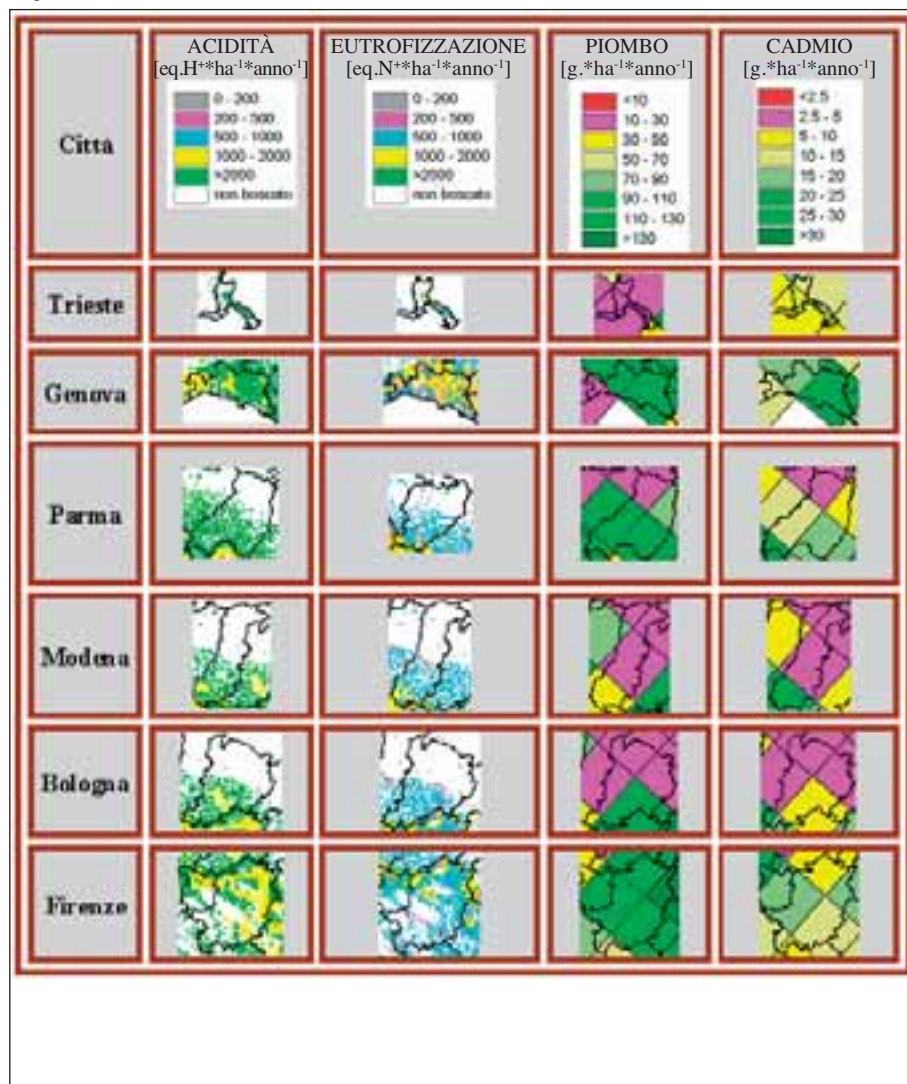
Le applicazioni del modello forniscono per acidità ed azoto nutriente valori puntuali di carico critico con risoluzione di 1 km x 1 km per tutto il territorio italiano. Da tali informazioni è poi possibile calcolare i corrispondenti valori del 5° percentile³ sulla maglia EMEP 50 x 50 km. Per quanto concerne il carico critico di metalli pesanti (Pb e Cd), sono disponibili direttamente le carte del 5° percentile del reticolo nazionale EMEP 50 x 50 km.

Figura 8: Particolare del carico critico di acidità, N nutriente e metalli pesanti delle 24 città

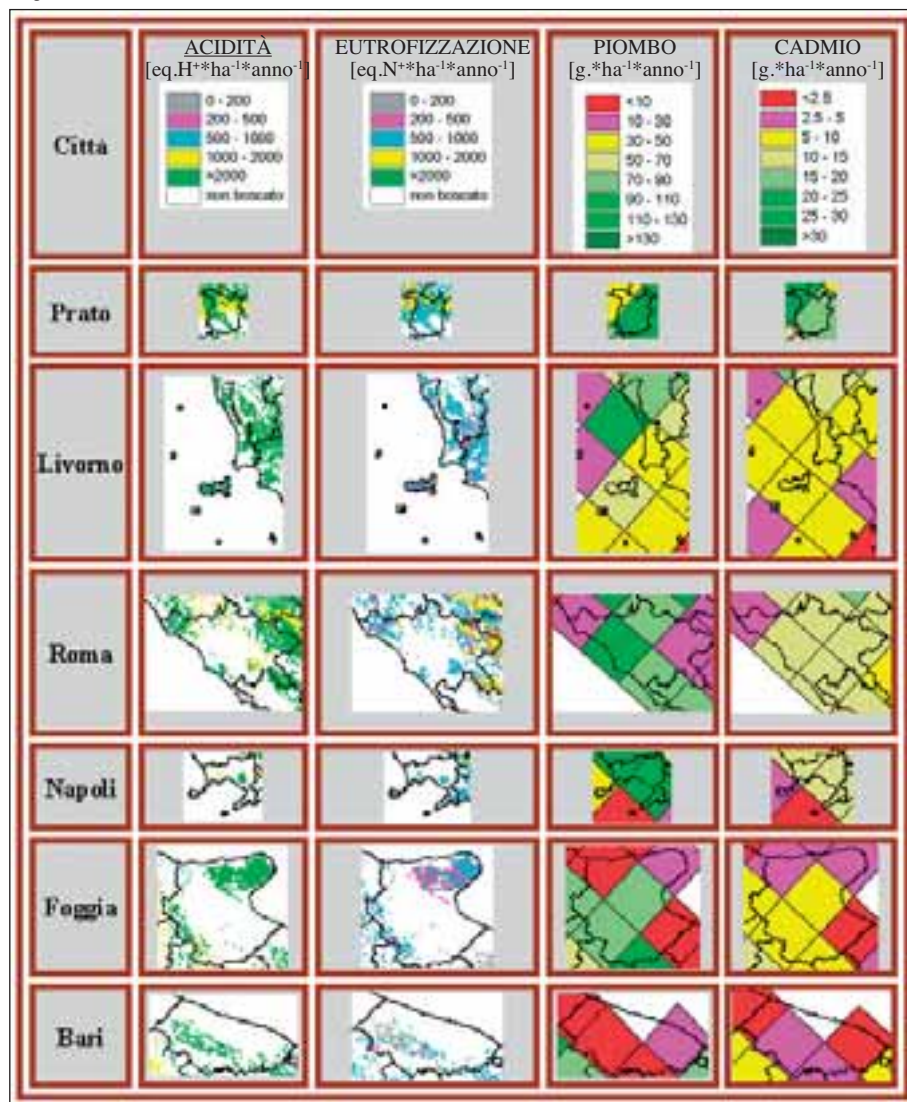


³ Il 5° percentile rappresenta un valore di carico critico calcolato a partire dal quello di tutti gli ecosistemi presenti nella maglia e che assicura la protezione del 95% dei recettori presenti nel territorio.

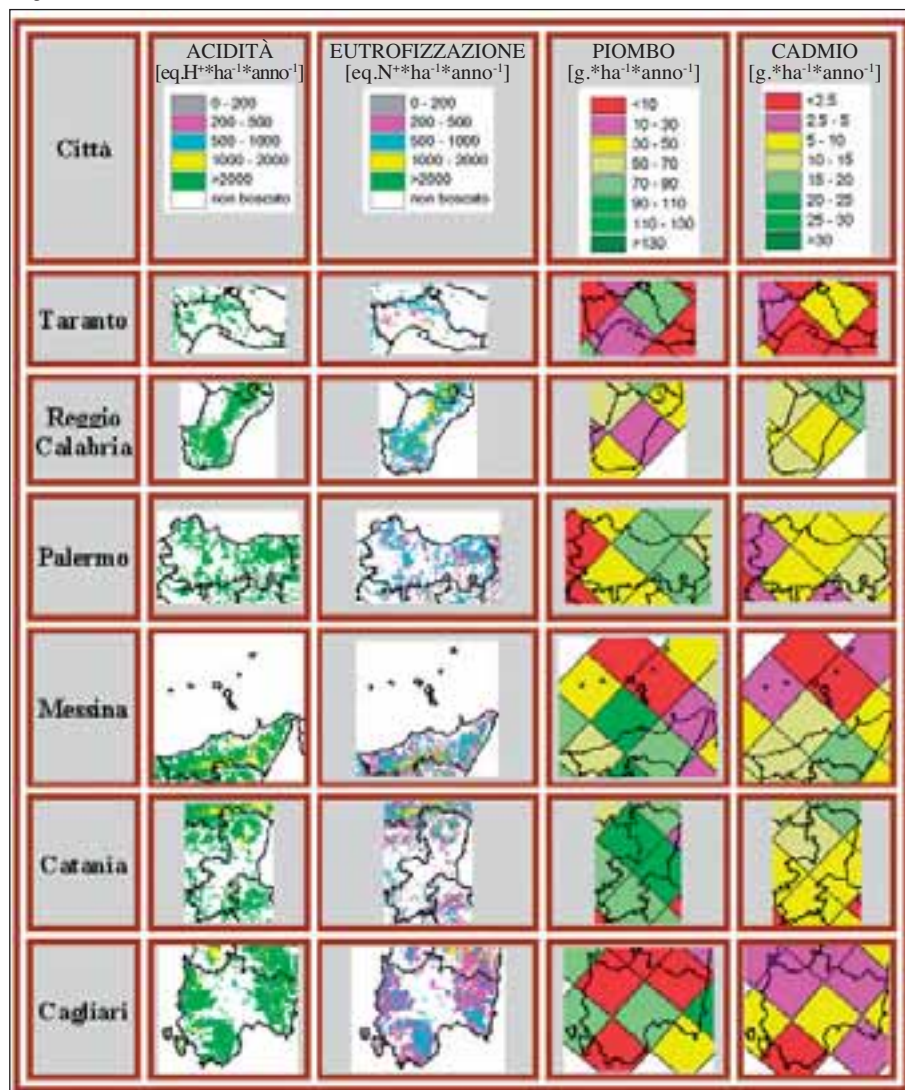
segue



segue



segue



7. ANALISI PRELIMINARE DEI CARICHI CRITICI NELLE 24 CITTÀ

7.1 Acidità

L'analisi dei risultati ottenuti evidenzia una sensibilità medio bassa del territorio italiano alle deposizioni acide, con piccole aree di maggiore sensibilità dislocate nelle province sulle Alpi e sull'Appennino. Numerose province presentano ampie porzioni di territorio non sensibili.

7.2 Azoto nutriente

Per quel che concerne l'azoto nutriente si osserva una situazione analoga, con una sensibilità però di tipo medio-alta evidenziata per estese aree delle isole principali (Sardegna e Sicilia) ed alcune aree della Toscana e del centro-sud. Anche in questo caso compaiono ampie zone di territorio non sensibile.

7.3 Metalli pesanti

Il suolo italiano si presenta moderatamente sensibile alla deposizione di metalli pesanti, quali piombo e cadmio. Aree critiche sono rappresentate dalle province a nord-est del paese (Venezia, Trieste, milanese, bresciano e pianura padana) con particolare riferimento al piombo. Ma anche le isole e limitate aree del centro e del sud della penisola (Roma, Taranto, Bari e Foggia) evidenziano una elevata sensibilità alle deposizioni di Piombo e Cadmio.

8. CONCLUSIONI

I risultati ottenuti, evidenziano, in generale, la scarsa sensibilità del territorio italiano alle deposizioni acide. Ampie porzioni del territorio, per lo più ecosistemi forestali, risultano invece sensibili agli apporti atmosferici di azoto, con conseguente rischio eutrofizzazione. Per quel che concerne Pb e Cd le carte mostrano una moderata sensibilità, in linea con quanto osservato dai paesi confinanti, sensibilità da approfondire rispetto alla mobilità del metallo.

Recentemente, un grande passo avanti è stato compiuto con i cosiddetti modelli dinamici, che pur essendo onerosi per quanto riguarda i dati di input, permetterebbero di superare le semplificazioni ed i limiti dell'approccio SMB. Uno dei più semplici, impiegato dal Centro di Coordinamento Europeo (CCE) per la realizzazione di mappe a livello continentale, è il Very Simple Dynamic Model o VSD, il quale permette di effettuare analisi della sensibilità del territorio alle deposizioni inquinanti tempo dipendenti e permetterebbe di valutare in anticipo la validità di politiche ambientali volte alla riduzione dell'inquinamento atmosferico.

Lo scenario che emerge risulta quindi complesso ed estremamente eterogeneo; questo dovrebbe comunque invitare ad un impegno continuo per la riduzione delle emissioni di composti antropogenici e ad una gestione ambientale particolarmente attenta all'equilibrio dell'ecosistema, anche e soprattutto nell'ambiente metropolitano.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- Convenzione sull'Inquinamento Transfrontaliero a Lunga Distanza (Ginevra, 1979)
- Protocollo sul finanziamento a lungo termine del Programma EMEP (Ginevra, 1984);
- Protocollo sulla riduzione delle emissioni di zolfo o dei loro flussi transfrontalieri (Helsinki, 1985);
- Protocollo sulla riduzione delle emissioni degli ossidi di azoto o dei loro flussi transfrontalieri (Sofia, 1988);

- Protocollo sulla riduzione delle emissioni dei composti organici volatili non metanici o dei loro flussi transfrontalieri (Ginevra, 1991);
- Protocollo per un'ulteriore riduzione delle emissioni di zolfo o dei loro flussi transfrontalieri (Oslo, 1994);
- Protocollo sui metalli pesanti (Aarhus, 1998);
- Protocollo sui composti organici persistenti (Aarhus, 1998);
- Protocollo per la riduzione dell'acidificazione, eutrofizzazione e dell'ozono troposferico (Gothenburg, 1999).

SITOGRAFIA DI RIFERIMENTO

<http://www.gsf.de>
<http://www.emep.int>
<http://www.icpmapping.org>
<http://eusoils.jrc.it/>
<http://www.mnp.nl/cce/>
<http://www.oekodata.com/icpmapping/index.html>
<http://www.unece.org/env/wge/welcome.html>
<http://www.unece.org/env/lrtap/>
<http://eunis.eea.europa.eu/habitats.jsp>

BIBLIOGRAFIA

APAT, 2004. Gli habitat secondo la nomenclatura EUNIS: manuale di classificazione per la realtà italiana Rapporti 39/2004 APAT, 160 pp.

APAT, 2006. Sensibilità alle deposizioni atmosferiche: i carichi critici di acidità ed eutrofizzazione. APAT miscellanea 2005.

CEE, 1985. Soil Map of the European Communities (1:1.000.000). Directorate General for Agriculture, Commission of the European Communities, Luxembourg.

De Vries W., Posch M., Reinds G. J., Kämäri J., 1993. Critical loads and their exceedance on forest soils in Europe. Report 58, DLO Winand Staring Centre, Wageningen, The Netherlands, 116 pp.

De Vries W., Reinds G.J., Posch M., 1994. Assessment of critical loads and their exceedances on European forests using a one-layer steady-state model. Water, Air and Soil Pollution 72:357-394.

EUSOILS, 1999. Metadata: Soil Geographical Data Base of Europe v. 3.2.8.0. Joint Research Centre, Ispra, Italy.

FAO, 1981. FAO-Unesco Soil Map of the World, 1:5.000.000; Volume V Europe, Unesco-Paris, 199 pp.

Ministero dei Lavori Pubblici, 1951. Carta della precipitazione media annua in Italia per il trentennio 1921-1950. Scala 1:1.000.000. Consiglio Superiore Servizio Idrografico. Pubblicazione 24 del Servizio - Fascicolo XIV.

Ministero dei Lavori Pubblici, 1956. Carta delle temperature medie annue vere in Italia trentennio 1926-1955. Scala 1:1.000.000. Consiglio Superiore Servizio Idrografico.

Ministero dell'Ambiente, 1992. Relazione sullo stato dell'ambiente. Carta della vegetazione reale d'Italia. Scala 1:1.000.000. Servizio valutazione impatto ambientale, informazione ai cittadini e per la relazione sullo stato dell'ambiente. Roma.

Tomaselli R., Balduzzi A., Filipello S., 1972. Carta Bioclimatica d'Italia. Scala 1:2.000.000. Istituto di Botanica - Università di Pavia. (Ministero Agricoltura e Foreste: Collana Verde 33, 1973.

UBA, 2004. Manual on Methodologies and Criteria for Modelling and Mapping Critical Loads & Levels and Air Pollution Effects, Risks and Trends. Federal Environmental Agency, Berlin.

UNECE, 1995. Calculation of critical loads of nitrogen as a nutrient. Summary report on the development of a library of default values. Document EB.AIR/WG.1/R.108, United Nations Economic Commission for Europe, Geneva, 7 pp.