



ISPRA

Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale

**ATTIVITÀ SPERIMENTALI
CON L'IMPIEGO DI STRUMENTI GIS
PER LA PUBBLICAZIONE DI DATI AMBIENTALI**

Dr. Luca Congedo

Tutor: Dr. Michele Munafò

Co-Tutor: Fabio Baiocco

Data	Firma Stagista	Firma Tutor	Firma Responsabile Servizio

Abstract

L'accesso alle informazioni ambientali è un diritto riconosciuto a livello internazionale e la Comunità europea ha istituito ai fini delle politiche ambientali l'Infrastruttura per l'informazione territoriale denominata INSPIRE. Il presente lavoro si inserisce nel contesto della pubblicazione del VII Rapporto ISPRA sulla Qualità dell'Ambiente Urbano; i dati relativi agli indicatori sulla Qualità dell'Ambiente Urbano sono stati organizzati in un database con le finalità di fornire agli esperti ISPRA uno strumento di gestione delle informazioni ambientali, ed inoltre di costituire la base per la pubblicazione on-line dei dati del Rapporto tramite un WebGIS. Il database è stato progettato per poter accogliere i dati di molteplici tematiche ambientali, ed è stato realizzato un sistema di gestione Web per il popolamento e la validazione dei dati pubblicati nel Rapporto.

Prefazione

Tra le finalità del SINAnet vi è l'integrazione delle conoscenze ambientali con l'obiettivo dello sviluppo di un sistema in grado di convogliare le informazioni provenienti da differenti livelli (nazionale, regionale, locale) in una unica base informativa e conoscitiva. Tuttavia, i fatti e i fenomeni ambientali, appartenenti ad un qualsiasi ambito tematico, assumono un significato concreto solo se è possibile collocarli rispetto ad un contesto di riferimento territoriale in cui si manifestano. Ne consegue che l'informazione di livello "ambientale", nel momento in cui è organizzata in sistema, richiede una sottostante componente "territoriale" che sia in grado di sostenerla e completarla nelle dovute forme e articolazioni.

La componente territoriale permette, inoltre, il popolamento di indicatori ambientali che, attraverso una spazializzazione delle informazioni, agevolano un'analisi integrata e l'individuazione di aree critiche a diverse scale d'indagine anche allo scopo di fornire un adeguato supporto dell'azione di governo dell'ambiente, in un contesto sempre più orientato verso l'integrazione della dimensione ambientale nelle politiche settoriali e territoriali.

In tale contesto è collocato il contributo del lavoro di stage qui illustrato che ha permesso la realizzazione di un WebGIS per l'accesso alle informazioni ambientali e territoriali del VII Rapporto Annuale sulla Qualità dell'Ambiente Urbano, dove sono raccolti indicatori relativi a 34 capoluoghi di provincia in riferimento alle tematiche suolo, rifiuti, impianti a rischio, acqua, aria, trasporti e mobilità, inquinamento acustico ed elettromagnetico, natura e biodiversità; i dati ambientali sono corredati da informazioni relative agli aspetti demografici, al turismo, ai consumi di energia elettrica e metano.

Questo WebGIS è uno strumento di analisi delle dinamiche ambientali che interessano le aree urbane, ed un supporto ai processi partecipativi di pianificazione territoriale, mettendo a disposizione del pubblico un ampio database di indicatori ambientali, permettendo di confrontarne il valore tra le città ed il trend temporale e rendendo inoltre possibile la consultazione della base conoscitiva di dati e indicatori del SINA.

Indice

Abstract.....	2
Introduzione.....	6
1. Metodologia.....	8
2. La pubblicazione delle informazioni ambientali	10
2.1. Il Rapporto ISPRA sulla Qualità dell’Ambiente Urbano	10
2.1.1. Aree urbane.....	11
2.1.2. Indicatori ambientali.....	11
2.2. Accesso del pubblico alle informazioni ambientali.....	14
2.2.1. Direttiva INSPIRE	14
3. Il WebGIS OST	16
3.1. Struttura del database.....	16
2.2. Interfaccia gestionale Web per il popolamento e validazione dei dati	20
2.3. Tabella base dei dati	22
2.3.1. Il foglio “Tabella_base”.....	24
2.3.2. Il foglio “Utilità”	26
2.4. La pubblicazione dei dati.....	31
2.5. Risultati ottenuti	33
3. Conclusioni.....	34
Bibliografia.....	35
Acronimi.....	37

Lista delle figure

Figura 1: Schema delle relazioni tra le tabelle del database.....	17
Figura 2: schema PHP di richiesta dal client al server	21
Figura 3: Interfaccia di gestione Web del sistema.....	22
Figura 4: Schema di flusso del caricamento dati tabellari nel database	24
Figura 5: Interfaccia di selezione della Categoria tematica e Area tematica.....	24
Figura 6: Foglio Tabella_base	26
Figura 7: Foglio Utilita.....	27
Figura 8: Interfaccia del comando per copiare dati già in formato tabellare.....	28
Figura 9: Selezione della ValiditaInizio e ValiditaFine nel caso di campi multipli	30
Figura 10: Interfaccia Web di visualizzazione dei dati contenuti nel Rapporto sulla Qualità dell'Ambiente Urbano.....	31
Figura 11: Interfaccia del WebGis sulla Qualità dell'Ambiente Urbano.....	32

Lista delle tabelle

Tabella 1: Impermeabilizzazione del suolo nelle aree urbane (fonte: Elaborazioni ISPRA su dati ARPA/APPA/ISPRA).....	13
Tabella 2: Consumo di suolo nelle aree urbane (fonte: Elaborazioni ISPRA su dati ARPA/APPA/ISPRA)	13
Tabella 3: Proprietà della tabella Natura	18
Tabella 4: Proprietà della tabella OST	18
Tabella 5: Proprietà della tabella IIP	18
Tabella 6: Proprietà della tabella Employees	19
Tabella 7: Proprietà della tabella Tema.....	19
Tabella 8: Proprietà della tabella OSTNatura	19
Tabella 9: Proprietà della tabella IIPNatura	19
Tabella 10: Proprietà della tabella Valori.....	19
Tabella 11: tabella di confronto campi tra "Tabella base" e Valori	25
Tabella 12: esempio di struttura dei dati di input da copiare nella “Tabella base”	28

Introduzione

Il diritto dei cittadini ad accedere alle informazioni ambientali è sancito anche a livello internazionale, ed il presente lavoro trova la sua principale finalità proprio nella pubblicazione dei dati ambientali attraverso l'importante strumento di divulgazione qual è il Web.

La direttiva 2007/2/CE, conosciuta come direttiva INSPIRE, che l'Italia ha recepito con il Decreto Legislativo 27 gennaio 2010, n. 32, "Attuazione della direttiva 2007/2/CE, che istituisce un'infrastruttura per l'informazione territoriale nella Comunità europea (INSPIRE)", ha proprio come obiettivo la condivisione dei dati territoriali a livello europeo tramite la costruzione di un'unica infrastruttura, utile al monitoraggio, alla valutazione ambientale, ed alla divulgazione al pubblico dei dati.

Questa tesi descrive l'attività di stage svolta presso il dipartimento "Stato dell'Ambiente e Metrologia Ambientale - Servizio Gestione Modulo Nazionale Rete SINAnet", con l'obiettivo di sperimentare tecniche di pubblicazione di dati ambientali con l'impiego di strumenti GIS. In particolare tale attività si è dedicata specificatamente alla realizzazione di un WebGIS per la fruizione dei dati provenienti dal VI Rapporto ISPRA sulla Qualità dell'Ambiente Urbano – edizione 2009, e di supporto per il popolamento dei dati per il VII Rapporto – edizione 2010, in cui sono raccolti i dati relativi a 34 capoluoghi di provincia italiani, riferiti alle seguenti tematiche ambientali: suolo, rifiuti, impianti a rischio, acqua, aria (compreso l'inquinamento indoor), trasporti e mobilità (con un approfondimento per le aree portuali), inquinamento acustico ed elettromagnetico, natura e biodiversità.

Quattro quinti della popolazione europea vive in aree urbanizzate, determinando una significativa concentrazione dei fattori di pressione ambientale; considerata la diretta influenza che questi fattori esercitano sulla qualità della vita degli abitanti delle città, la Commissione Europea ha invitato gli Stati Membri ad elaborare indicatori utili a caratterizzare la Qualità dell'Ambiente Urbano e le sue dinamiche di evoluzione, per tutte le città europee con popolazione superiore a 100.000 abitanti (Commissione delle Comunità Europee, 2004).

L'attività di stage ha interessato tutte le varie fasi realizzative del WebGIS, in particolare il popolamento di un database relazionale, il processo di validazione dei dati, e la realizzazione dell'interfaccia Web.

Il database è stato realizzato tramite il sistema di gestione open source PostgreSQL, ed è stato progettato relazionando tra loro le tabelle che costituiscono il database in modo da poter accogliere, oltre ai dati del Rapporto sulla Qualità dell'Ambiente Urbano, anche i dati provenienti da ulteriori categorie tematiche, al fine di integrare tra loro i vari settori ambientali.

Per il popolamento del database è stata realizzato un foglio di lavoro programmato con varie macro che semplificano e automatizzano il processo di importazione di dati in formato tabellare e l'inserimento degli stessi nel database.

Per la gestione del database è stata realizzata un'interfaccia Web tramite il linguaggio open source PHP, la quale permette agli autori delle varie tematiche ambientali di amministrare direttamente i dati relativi agli indicatori pubblicati.

Sono stati numerosi gli applicativi utilizzati nel corso dello stage tra cui ArcGIS, PHPMaker, PostgreSQL, Excel; sono stati utilizzati inoltre vari linguaggi di programmazione tra cui Visual Basic, PHP e JavaScript.

Sulla base dati realizzata in questo lavoro il SINAnet ha costruito un ulteriore Modulo di Accesso alle Informazioni Spaziali (MAIS) che consente la visualizzazione dei dati in un'interfaccia WebGIS¹ realizzata con il Framework open source Flex SDK.

Il risultato del lavoro è la realizzazione di un'infrastruttura in grado di accogliere i dati di varie tematiche ambientali, oltre alla pubblicazione di un servizio Web che mette a disposizione del pubblico oltre duecento indicatori relativi al Rapporto sulla Qualità dell'Ambiente Urbano, liberamente fruibili e scaricabili.

¹ Il WebGIS è accessibile al pubblico tramite l'indirizzo internet <http://www.mais.sinanet.isprambiente.it/ost>.

1. Metodologia

La sperimentazione sulla pubblicazione dei dati ambientali ha riguardato tutte le fasi di realizzazione del WebGis, dalla creazione del database alla compilazione dell'interfaccia Web; in particolare la metodologia utilizzata è stata la seguente:

1. creazione della struttura del database;
2. realizzazione della interfaccia Web gestionale;
3. popolamento del database ed elaborazione di un workflow per il caricamento degli indicatori;
4. validazione dei dati;
5. pubblicazione dei dati tramite un'interfaccia WebGIS.

Relativamente al database è stato importante la realizzazione di una struttura flessibile, in grado di adattarsi alle necessità di aggiornamento costante degli indicatori, e ai molteplici tematismi che coinvolgono il Rapporto sulla Qualità dell'Ambiente Urbano; per tali motivi il database è stato ideato per poter accogliere gli indicatori di qualsiasi tematica ambientale in un'unica banca dati, con una struttura generale replicabile, sic et simpliciter, anche in altri ambiti di pubblicazione di dati.

Considerata l'esigenza di ampliare nel tempo le tematiche ambientali contenute nella banca dati, le relazioni tra le tabelle del database sono state organizzate in maniera di permettere il caricamento di dati inerenti le differenti tematiche, e allo stesso tempo di non duplicare le stesse informazioni nel caso di tematiche interdisciplinari come per il Rapporto.

Per favorire la gestione degli indicatori da parte degli esperti ISPRA, è stata realizzata un'interfaccia Web in PHP² che permette varie operazioni dirette sul database, tra cui la creazione, eliminazione e validazione degli indicatori.

Il database è stato quindi popolato con i dati a disposizione per le varie tematiche ambientali, relativi ad oltre duecento indicatori, e trentaquattro capoluoghi di provincia italiani. La maggior parte dei dati inseriti nel database era già in formato tabellare, per cui è stato realizzato un foglio di calcolo Excel per automatizzare l'importazione di tali dati nel database, sfruttando le potenzialità offerte dal linguaggio di programmazione VBA (Visual Basic for Applications).

² PHP (PHP: Hypertext Preprocessor) è un linguaggio di script in grado di generare pagine Web dinamiche, ed interagire con varie applicazioni di database (<http://www.php.net>).

Tutti gli indicatori sono stati validati dagli esperti ISPRA, controllando i dati inseriti nel database al fine di eliminare eventuali errori di compilazione, o rimuovere elementi duplicati.

Per la pubblicazione on-line degli indicatori del Rapporto è stata realizzata un'interfaccia Web in PHP che consente al pubblico di accedere ai dati in formato tabellare, effettuare ricerche mirate per tema, indicatore, città, ed anno, e scaricare i dati estratti direttamente sul proprio computer.

2. La pubblicazione delle informazioni ambientali

La necessità di perseguire lo sviluppo sostenibile impone che in tutti i processi decisionali sia posta una grande attenzione nell'uso delle risorse ambientali.

La pubblicazione delle informazioni ambientali assume una grande importanza nei processi di pianificazione, e rappresenta l'applicazione di un diritto sancito a livello internazionale, cioè l'accesso del pubblico ai dati ambientali e la partecipazione dei cittadini nelle decisioni (McCall, 2003); la consapevolezza del pubblico è uno degli elementi che caratterizzano una corretta gestione dei processi di pianificazione ambientale (Harrison & Haklay, 2002).

Sistema Informativo Nazionale Ambientale (SINA) ha come obiettivo la gestione delle informazioni di interesse ambientale, provenienti da vari livelli territoriali, al fine di integrare tra di loro le conoscenze disponibili.

Il sito Web del SINAnet (Rete del Sistema Informativo Nazionale Ambientale) pubblica la maggior parte dei dati ambientali disponibili, tra cui quelli relativi alla qualità delle aree urbane.

2.1. Il Rapporto ISPRA sulla Qualità dell'Ambiente Urbano

Il 75% circa popolazione italiana vive nelle aree urbane, determinando in esse una notevole concentrazione di pressioni ambientali, ed i cui effetti necessitano di essere monitorati nel tempo ed analizzati, al fine di adottare politiche e misure adeguate alle problematiche.

ISPRA realizza annualmente un Rapporto sulla Qualità dell'Ambiente Urbano, in cui raccoglie i dati riguardanti numerosi capoluoghi di provincia italiani, frutto del lavoro dell'intero Sistema delle Agenzie Ambientali (ISPRA, ARPA, APPA) condiviso con l'Associazione Nazionale Comuni Italiani (ANCI) e con la collaborazione di ISTAT.

Il SINA esegue i compiti di monitoraggio ambientale e di aggregazione dei dati e della cartografia al fine di:

- fornire supporto all'azione di governo dell'ambiente, in un contesto sempre più orientato verso l'integrazione della dimensione ambientale nelle politiche settoriali e territoriali;

- produrre con continuità prodotti e servizi informativi basati su indicatori e indici, secondo il modello DPSIR (Determinanti, Pressioni, Stato, Impatti, Risposte) (European Environment Agency, 1999).

L'utilizzo del Web come strumento di divulgazione di dati ambientali e di partecipazione alle decisioni di pianificazione territoriale, si è dimostrato estremamente valido in molte esperienze e studi internazionali degli ultimi anni (Culshaw & al., 2006); nell'ultima edizione del Rapporto ISPRA ha elaborato un WebGIS sulla Qualità dell'Ambiente Urbano, al fine di aumentare le possibilità di accesso per il pubblico alle informazioni ambientali riferite ai 34 capoluoghi di provincia.

2.1.1. Aree urbane

Circa tre quarti della popolazione europea risiede in aree urbanizzate, determinando una elevata concentrazione dei fattori di pressione sull'ecosistema e sulle risorse ambientali; gli effetti di tali pressioni si possono manifestare sia a livello locale (ad esempio problematiche sanitarie sulla popolazione), sia a livello globale (ad esempio i cambiamenti climatici)(ISPRA, 2008).

La Commissione Europea nel 2004, tramite la Comunicazione “Verso una strategia tematica sull'ambiente urbano”, ha invitato gli Stati Membri ad elaborare indicatori che analizzino l'ambiente urbano e le sue dinamiche di sviluppo, per tutte le città europee con popolazione superiore a 100.000 abitanti.

La necessità infatti di coniugare la crescita urbana con lo sviluppo sostenibile impone una maggiore attenzione nell'uso delle risorse; attenzione che deve riflettersi in una maggiore consapevolezza delle criticità ambientali da parte di tutti i cittadini, e conseguentemente nella loro partecipazione ai processi di pianificazione e gestione territoriale (Harrison & Haklay, 2002).

L'edizione 2009 del Rapporto (ISPRA, 2010) ha raccolto diversi set di indicatori ambientali relativi a 34 capoluoghi di provincia: Ancona, Aosta, Bari, Bologna, Bolzano, Brescia, Cagliari, Campobasso, Catania, Firenze, Foggia, Genova, Livorno, Messina, Milano, Modena, Monza, Napoli, Padova, Palermo, Parma, Perugia, Pescara, Potenza, Prato, Reggio Calabria, Roma, Taranto, Torino, Trento, Trieste, Udine, Venezia, Verona.

2.1.2. Indicatori ambientali

Un indicatore è “un parametro o valore derivato da altri parametri che descrive lo stato dell’ambiente ed il suo impatto sugli esseri umani, ecosistemi e materiali, le pressioni sull’ambiente, i determinanti e le risposte” (European Environment Agency, 2010).

Gli indicatori contenuti nel Rapporto sulla Qualità dell’Ambiente Urbano descrivono lo stato dell’ambiente urbano, ed i trend temporali; sono uno strumento di analisi delle dinamiche ambientali che interessano le aree urbane, ed un supporto ai processi partecipativi di pianificazione territoriale (ISPRA, 2010); sono raggruppati in tematiche tra cui: uso del suolo, demografia, rifiuti, impianti a rischio, acqua, aria ed emissioni in atmosfera, trasporti e mobilità, inquinamento acustico ed elettromagnetico, natura e biodiversità, energia (ISPRA, 2010).

Di seguito si riportano alcuni esempi di indicatori inclusi nel Rapporto sulla Qualità dell’Ambiente Urbano:

- Superficie impermeabile [ha e %];
- Aumento annuo di superficie impermeabile relativo all'area comunale [%];
- Aumento annuo di superficie impermeabile relativo alla superficie impermeabile della prima rilevazione [%];
- Incremento annuo della superficie impermeabile [ha].

Area urbana	Sup. impermeabile [ha]		Sup. impermeabile [%]	
	1998-1999	2005-2007	1998-1999	2005-2007
Ancona	1.685	1.735	13,6 ±1,7	14,0 ±1,8
Bari	4.171	4.501	35,9 ±2,5	38,7 ±2,5
Bologna	4.853	5.391	34,5 ±2,2	38,3 ±2,3
Bolzano	1.310	1.337	25,0 ±2,5	25,5 ±2,5
Brescia	3.799	3.997	41,9 ±2,4	44,1 ±2,4
Cagliari	2.538	2.619	29,7 ±2,7	30,6 ±2,8
Firenze	3.254	3.719	31,8 ±2,4	36,3 ±2,4
Foggia	3.797	4.168	7,4 ±1,2	8,1 ±1,3
Genova	4.487	4.632	18,4 ±1,9	19,0 ±1,9
Livorno	2.101	2.297	20,2 ±2,1	22,1 ±2,1
Milano	10.553	11.213	58,0 ±2,4	61,6 ±2,4
Modena	3.386	3.950	18,5 ±1,8	21,6 ±1,9
Monza	1.467	1.590	44,4 ±2,9	48,2 ±2,9
Napoli	7.009	7.302	59,8 ±2,4	62,3 ±2,4
Padova	3.545	3.855	38,2 ±2,5	41,5 ±2,6
Palermo	5.803	6.099	36,5 ±2,4	38,4 ±2,4
Parma	4.050	4.981	15,5 ±1,7	19,1 ±1,8
Potenza	2.177	2.443	12,5 ±1,5	14,0 ±1,6
Prato	2.528	2.905	25,9 ±2,2	29,8 ±2,3
Roma	31.415	33.764	24,4 ±2,2	26,3 ±2,2

Taranto	4.256	4.727	19,6 \pm 2,3	21,7 \pm 2,4
Torino	6.993	7.127	53,7 \pm 2,5	54,7 \pm 2,5
Trieste	2.636	2.839	31,2 \pm 2,4	33,6 \pm 2,5
Udine	2.103	2.228	37,1 \pm 2,6	39,3 \pm 2,6
Venezia	11.265	12.472	27,3 \pm 3,1	30,2 \pm 3,1
Verona	4.971	5.377	24,1 \pm 2,0	26,0 \pm 2,1
26 aree Urbane	136.151	147.268	25,8 \pm0,5	28,0 \pm0,5

Tabella 1: Impermeabilizzazione del suolo nelle aree urbane (fonte: Elaborazioni ISPRA su dati ARPA/APPA/ISPRA)

Area urbana	Anno prima rilevazione	Anno seconda rilevazione	Aumento annuo di superficie impermeabile relativo all'area comunale [%]	Aumento annuo di superficie impermeabile relativo alla superficie impermeabile della prima rilevazione [%]	Incremento annuo della superficie impermeabile [ha]
Ancona	1998	2007	0,04	0,32	5
Bari	1998	2005	0,40	1,09	47
Bologna	1998	2007	0,42	1,17	60
Bolzano	1999	2006	0,07	0,29	4
Brescia	1999	2007	0,27	0,64	25
Cagliari	1998	2006	0,12	0,39	10
Firenze	1998	2007	0,49	1,49	52
Foggia	1999	2005	0,12	1,57	62
Genova	1999	2007	0,07	0,40	18
Livorno	1999	2007	0,23	1,12	25
Milano	1999	2007	0,45	0,76	82
Modena	1998	2007	0,34	1,73	63
Monza	1998	2007	0,41	0,90	14
Napoli	1998	2006	0,31	0,51	37
Padova	1999	2007	0,41	1,05	39
Palermo	1998	2005	0,26	0,71	42
Parma	1998	2006	0,44	2,62	116
Potenza	1998	2007	0,17	1,29	30
Prato	1998	2007	0,42	1,56	42
Roma	1998	2005	0,26	1,04	336
Taranto	1998	2004	0,36	1,76	78
Torino	1999	2007	0,13	0,24	17
Trieste	1998	2007	0,26	0,83	23
Udine	1998	2007	0,24	0,65	14
Venezia	1998	2006	0,36	1,28	151
Verona	1998	2007	0,22	0,88	45

Tabella 2: Consumo di suolo nelle aree urbane (fonte: Elaborazioni ISPRA su dati ARPA/APPA/ISPRA)

2.2. Accesso del pubblico alle informazioni ambientali

Nel 1992 le Nazioni Unite, all'interno del principio 10 della dichiarazione sull'Ambiente e lo Sviluppo di Rio (United Nations, 1992), esprimono il diritto di tutti i cittadini a poter accedere alle informazioni in possesso delle autorità pubbliche, e di partecipare in ogni fase alle decisioni pubbliche che riguardano la materia ambientale.

Le Nazioni Unite nel 1998 ad Århus (Danimarca) ribadiscono il diritto all'informazione nella "Convenzione sull'accesso alle informazioni, la partecipazione del pubblico ai processi decisionali e l'accesso alla giustizia in materia ambientale" (United Nations Economic Commission for Europe, 1998), sia nell'articolo 5 (la Pubblica amministrazione deve assicurare "la progressiva disponibilità delle informazioni ambientali in banche dati elettroniche facilmente accessibili al pubblico attraverso reti pubbliche di telecomunicazioni"), sia nell'articolo 7 (la Pubblica amministrazione deve "consentire al pubblico di partecipare all'elaborazione di piani e programmi in materia ambientale in un quadro trasparente ed equo, dopo avergli fornito le informazioni necessarie").

In seguito alla Convenzione di Århus (Agenzia regionale prevenzione e ambiente dell'Emilia-Romagna, 2004), che l'Italia ha ratificato con la L.108/2001, la Comunità europea ha emanato la direttiva 2003/4/CE "sull'accesso del pubblico all'informazione ambientale" (recepita in Italia con D. Lgs. 195/05), in cui definisce le "autorità pubbliche" ed amplia la nozione di "informazione ambientale", e la direttiva 2003/35/CE "che prevede la partecipazione del pubblico nell'elaborazione di taluni piani e programmi in materia ambientale".

In questo ambito i GIS (Geographic Information System) sono strumenti fondamentali per la gestione ed elaborazione dell'ingente mole di dati ambientali e territoriali; lo sviluppo di internet e della banda larga come mezzo di comunicazione e di trasferimento dei dati, applicato ai sistemi informativi territoriali, ha portato alla realizzazione dei WebGIS, come sintesi delle funzionalità dei GIS e delle capacità di accesso ai dati del Web (Pillmann & al., 2006)(Karnatak & al., 2007).

2.2.1. Direttiva INSPIRE

Considerate le problematiche relative alla disponibilità, alla qualità, all'organizzazione, all'accessibilità e alla condivisione dei dati territoriali nei vari livelli dell'amministrazione pubblica, la Comunità europea ha emanato la direttiva 2007/2/CE, conosciuta come direttiva INSPIRE, con l'obiettivo della condivisione delle informazioni territoriali a livello europeo, tramite la costruzione di un'unica infrastruttura, utile al monitoraggio, alla valutazione ambientale, alla divulgazione al pubblico dei dati ed alla pianificazione territoriale (Usländer, 2005).

Tale infrastruttura, oltre a garantire l'interoperabilità tra i dati esistenti a livello europeo, comprende i metadati, i set di dati territoriali e i servizi relativi ai dati territoriali.

La Comunicazione SEIS (Shared Environmental Information System – Verso un Sistema comune di informazioni ambientali (SEIS) - COM(2008) 46 del 1 febbraio 2008) della Commissione Europea estende i principi della direttiva INSPIRE al complesso delle informazioni ambientali.

L'Italia ha recepito la direttiva INSPIRE con il Decreto Legislativo 27 gennaio 2010, n. 32, "Attuazione della direttiva 2007/2/CE, che istituisce un'infrastruttura per l'informazione territoriale nella Comunità europea (INSPIRE)", in cui viene stabilita l'integrazione dei dati territoriali ed ambientali attraverso la creazione dell'Infrastruttura nazionale per l'informazione territoriale e del monitoraggio ambientale (INITMA).

ISPRA gestisce il Sistema Informativo Nazionale Ambientale (SINA) tramite la rete SINAnet, che andrà progressivamente ad integrare le informazioni territoriali che saranno catalogate nel Repertorio nazionale.

3. Il WebGIS OST

I GIS (Geographic Information System) sono strumenti che permettono di gestire, rappresentare ed elaborare dati geografici (Gomarasca, 2004), correlando quindi alle informazioni alfanumeriche degli indicatori ambientali, le informazioni geografiche; in particolare gli OST (Oggetti e Strutture Territoriali) che sono rappresentati in questo GIS sono i capoluoghi di provincia del Rapporto sulla Qualità dell'Ambiente Urbano.

La pubblicazione dei GIS su internet unisce alle funzionalità tipiche dei sistemi informativi, le potenzialità di trasferimento offerte della banda larga, creando applicazioni denominate WebGIS che assumono una particolare importanza per la divulgazione dei dati ambientali (Pillmann & al., 2006)(Karnatak & al., 2007), e possono essere sfruttate nei processi partecipativi di pianificazione (Dragičević & Balram, 2004)(Simão & al., 2008).

La realizzazione di un WebGIS sulla Qualità dell'Ambiente Urbano persegue uno dei principi della Direttiva INSPIRE, cioè garantire l'accesso del pubblico alle informazioni ambientali (Rao & al., 2007).

È stato necessario realizzare il database su cui si basa il WebGIS, creando una struttura adatta ad accogliere gli indicatori del Rapporto in maniera efficiente.

Anche per il popolamento del database si è sfruttato il Web, creando un'interfaccia gestionale con cui gli esperti ISPRA possano amministrare i dati che saranno poi resi pubblici nel WebGIS. Al fine di velocizzare ed automatizzare il popolamento del database è stata realizzata una cartella di lavoro in Excel in grado di importare informazioni in formato tabellare, secondo la formattazione prevista dal database, tramite alcuni semplici passaggi.

Di seguito vengono descritte nel dettaglio le caratteristiche del database e del sistema di gestione degli indicatori realizzato.

3.1. Struttura del database

I dati sulla Qualità dell'Ambiente Urbano sono stati organizzati in un database relazionale la cui struttura è stata progettata per garantire la congruenza e la qualità dei dati inseriti e, allo stesso tempo, la facilità di aggiornamento e la possibilità di inserire in futuro dati relativi a nuove tematiche.

Considerata la notevole mole di dati da inserire sulle aree urbane, ed in previsione di integrare tali dati con quelli provenienti da altre tematiche (aree portuali, centraline dell'aria, qualità dei fiumi, ecc.), il database è stato strutturato in alcune tabelle principali indipendenti tra loro, e alcune tabelle di correlazione tra le principali; in tal modo si evita che uno stesso indicatore appartenente a più tematiche sia inserito tante volte quante sono le tematiche di appartenenza, ed evitando quindi una moltiplicazione di dati già inseriti con conseguente appesantimento del database.

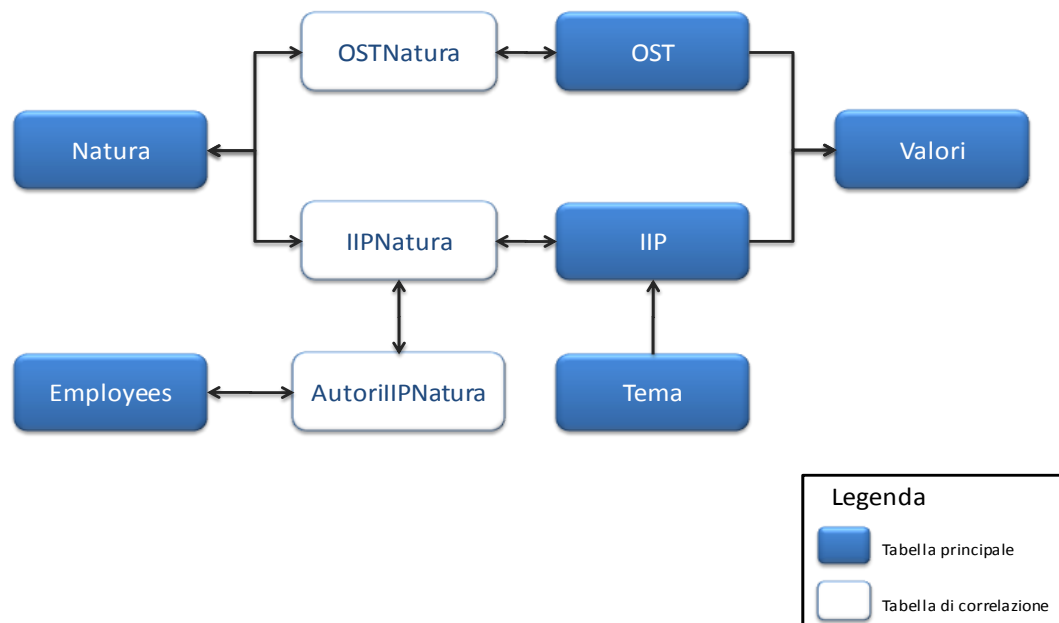


Figura 1: Schema delle relazioni tra le tabelle del database

Il database è stato strutturato nelle seguenti tabelle principali:

- Natura, contenente l'elenco delle categorie tematiche, come ad esempio la qualità delle aree urbane;
- Employees, contenente l'elenco degli autori;
- Tema, contenente l'elenco delle aree tematiche (nel caso delle aree urbane ad esempio "Dati demografici", "Uso del suolo", ecc.);
- OST, contenente l'elenco degli oggetti territoriali (nel caso delle aree urbane l'elenco dei capoluoghi di provincia);
- IIP, contenente l'elenco degli indicatori, ognuno appartenente ad un'area tematica;
- Valori, contenente i valori degli indicatori.

Le tabelle di correlazione sono le seguenti:

- OSTNatura, contenente l'associazione tra gli OST e le categorie tematiche;
- IIPNatura, contenente l'associazione tra gli indicatori e le categorie tematiche;
- AutoriIIPNatura, contenente l'associazione tra gli autori e gli indicatori associati alle categorie tematiche.

Questa struttura consente di evitare la ripetizione di uno stesso valore nel database in quanto i dati numerici degli indicatori ambientali sono inseriti nella tabella Valori, mentre il vincolo di appartenenza di un certo indicatore ad una o più tematiche risiede nella tabella IIP; un indicatore od un OST possono appartenere a molteplici categorie tematiche, così come ad un autore possono essere attribuiti più indicatori, ed uno stesso indicatore può essere attribuito a vari autori, ma non ci sarà la moltiplicazione dello stesso record nella tabella Valori.

In tutte le tabelle ad ogni record viene attribuito un codice univoco (ID) incrementale, il quale è usato come riferimento nelle tabelle stesse.

La tabella Natura ha le seguenti proprietà:

CAMPO	PROPRIETÀ
IdNatura	Codice univoco della categoria tematica
IdNatura_FK	Codice originario della categoria tematica
Descrizione	Descrizione della categoria tematica

Tabella 3: Proprietà della tabella Natura

La tabella OST ha le seguenti proprietà:

CAMPO	PROPRIETÀ
IdOST	Codice univoco dell'OST
Descrizione	Descrizione dell'OST
IdOST_Origine	Codice identificativo originario dell'OST

Tabella 4: Proprietà della tabella OST

La tabella IIP ha le seguenti proprietà:

CAMPO	PROPRIETÀ
IdIIP	Codice univoco dell'indicatore
Descrizione	Descrizione dell'indicatore
IdTema_FK	Codice identificativo dell'area tematica dell'indicatore
DPSIR	Classificazione dell'indicatore secondo la struttura causale DPSIR
IdIIP_Origine	Codice identificativo originario dell'indicatore

Tabella 5: Proprietà della tabella IIP

La tabella Employees ha le seguenti proprietà:

CAMPO	PROPRIETÀ
-------	-----------

EmployeeID	Codice univoco dell'autore
Last_Name	Cognome dell'autore
First_Name	Nome dell'autore
UserLevel	Livello di permessi dell'autore

Tabella 6: Proprietà della tabella Employees

La tabella Tema ha le seguenti proprietà:

CAMPO	PROPRIETÀ
IdTema	Codice univoco dell'area tematica
Descrizione	Descrizione dell'area tematica
INSPIRE	Codice identificativo della categoria

Tabella 7: Proprietà della tabella Tema

La tabella OSTNatura ha le seguenti proprietà:

CAMPO	PROPRIETÀ
IdOSTNatura	Codice univoco della tabella
IdOst_FK	Codice identificativo dell'OST
IdNatura_FK	Codice identificativo della categoria tematica

Tabella 8: Proprietà della tabella OSTNatura

La tabella IIPNatura ha le seguenti proprietà:

CAMPO	PROPRIETÀ
IdIIPNatura	Codice univoco della tabella
IdIIP_FK	Codice identificativo dell'indicatore
IdNatura_FK	Codice identificativo della categoria tematica

Tabella 9: Proprietà della tabella IIPNatura

La tabella Valori ha le seguenti proprietà:

CAMPO	PROPRIETÀ
IdValore	Codice univoco dei valori della tabella
IdAtag_FK	Codice identificativo del livello territoriale dell'indicatore
IdOst_FK	Codice identificativo dell'OST
IdIIP_FK	Codice identificativo dell'indicatore
Valore	Valore dell'indicatore
Esito	Codice che esprime l'esito dell'indicatore (1 = validato; 0 = non validato)
IdFonte_FK	Codice identificativo della fonte relativa al dato
IdUnita_FK	Codice identificativo dell'unità di misura dell'indicatore
IdAutore_FK	Codice identificativo dell'autore
Anno	Anno di validità dell'indicatore
ValiditaInizio	Periodo di validità dell'indicatore (campi contenenti sia la data sia l'ora di validità)
ValiditaFine	

Tabella 10: Proprietà della tabella Valori

Nel database sono inoltre presenti le tabelle di decodifica di alcuni campi della tabella Valori:

- Atag, contenente l'elenco dei livello territoriale dell'indicatore;
- Tbl_dec_fonti, contenente l'elenco delle fonti dell'indicatore;
- Tbl_dec_unita, contenente l'elenco delle unità di misura dell'indicatore.

È presente inoltre una tabella di decodifica delle categorie presenti nella Direttiva INSPIRE.

Il database è stato creato utilizzando PostgreSQL³, un database relazionale open-source, che è stato preferito ad altre alternative per via della maggiore compatibilità con altri software (ad esempio ArcGIS server) e del supporto agli oggetti geografici fornito dall'estensione PostGIS⁴ consentendone l'utilizzo come database backend per sistemi GIS.

2.2. Interfaccia gestionale Web per il popolamento e validazione dei dati

Gli esperti ISPRA hanno controllato e validato tutti i dati inseriti nel database, al fine di eliminare eventuali errori di compilazione, o elementi duplicati.

Ciò è stato possibile realizzando un'interfaccia Web con il linguaggio PHP, a cui gli esperti possono accedere via internet inserendo le proprie credenziali; l'applicazione ha apposite funzioni in grado di validare, modificare, aggiungere o eliminare i dati ambientali. PHP⁵ (PHP: Hypertext Preprocessor) è un linguaggio di scripting inserito nel codice HTML, che consente di generare pagine dinamiche. La sintassi è simile a C o Java ed una delle caratteristiche principali di PHP è la possibilità di connettersi direttamente con il database tramite alcune apposite funzioni (in questo caso per la connessione con database PostgreSQL).

Tramite il software PHPMaker e.World⁶, che è uno strumento di automazione per la generazione di pagine in PHP, è stato generato il codice delle pagine Web per la parte di popolamento, gestione e validazione degli indicatori ambientali.

³ Sito ufficiale del progetto open source PostgreSQL <http://www.postgresql.org>.

⁴ Sito ufficiale del progetto open source PostGIS <http://www.postgis.org>.

⁵ Sito ufficiale del progetto open source PHP <http://www.php.net>.

⁶ Sito del produttore di PHPMaker <http://www.hkvstore.com>.

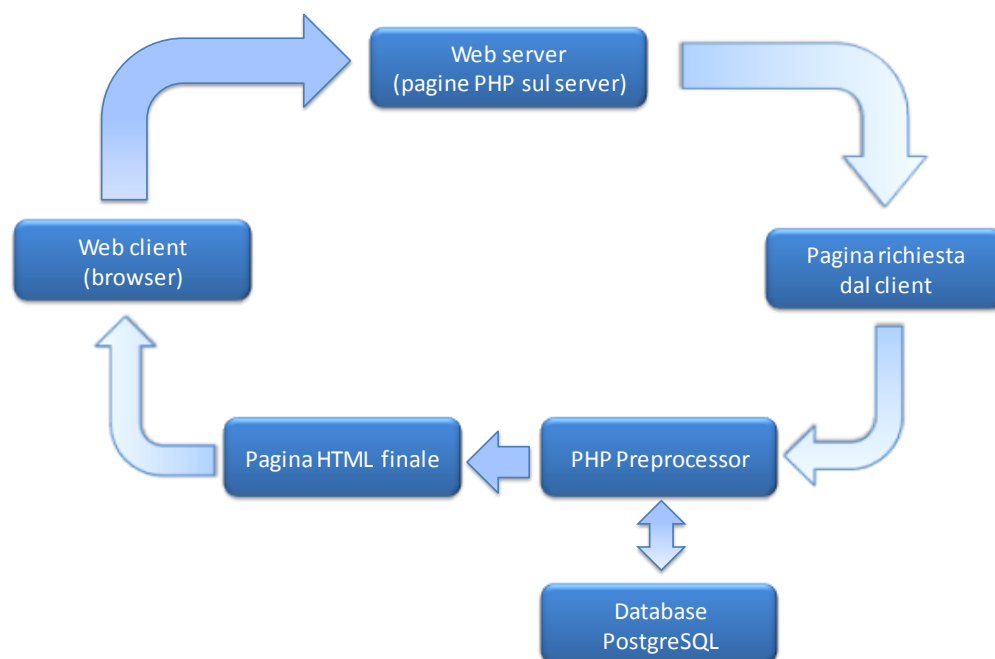


Figura 2: schema PHP di richiesta dal client al server

Gli autori accedendo al sistema tramite un comune browser Web, ed autenticandosi con nome e password assegnati, possono scegliere tra le varie opzioni di aggiunta, modifica, validazione ed eliminazione dei dati; ad ogni autore sono stati assegnati alcuni indicatori di competenza, di cui possono svolgere le varie funzioni di gestione.

Tra le varie opzioni disponibili è stata implementata nel sistema una pagina PHP per l'upload di documenti CSV⁷ (Comma Separated Value) con lo scopo di caricare o aggiornare in modo massiccio nel database, dati esterni presenti in formato tabellare. Il formato di interscambio CSV consiste in un file di testo in cui in ogni riga è presente un solo record, ed i campi sono separati da virgola o altri simboli.

Nella relativa pagina di UPLOAD del sistema, gli autori possono caricare un file CSV precedentemente esportato da un foglio di lavoro Excel creato ad hoc (come verrà descritto nel capitolo seguente "Tabella base dei dati"), e automaticamente uno script PHP eseguito lato server aggiungerà o aggiornerà nella tabella Valori tutti i dati contenuti nel file, filtrandoli comunque in base agli indicatori assegnati all'autore.

Sono stati previsti due livelli gerarchici di autenticazione al sistema:

⁷ Informazioni sul formato CSV sul sito <http://www.ietf.org/rfc/rfc4180.txt>.

- Autori, il livello standard di accesso, con i seguenti permessi: aggiungere, modificare ed eliminare record nella tabella Valori, effettuare l'upload di documenti CSV, aggiungere al sistema nuovi OST, nuove unità di misura e nuove fonti, ed infine associare OST ed indicatori alla propria categoria tematica;
- Manager, un livello di accesso superiore, con i permessi degli Autori più i seguenti: creare nuovi account Autori nell'ambito della propria categoria tematica, modificare i record della tabella Valori degli Autori di cui si è Manager, aggiungere o modificare aree tematiche.



Figura 3: Interfaccia di gestione Web del sistema

Per consentire una corretta gestione del database attraverso alcuni script (lato server) in PHP di prefiltro dei dati visualizzati in base al livello di autenticazione dell'utente, grazie all'ausilio di alcune viste (PostgreSQL, 2011), create tramite il software Navicat PremiumSoft⁸, che consistono in tabelle non fisicamente materializzate bensì frutto dell'elaborazione di query eseguite contestualmente alla richiesta del client.

2.3. Tabella base dei dati

La cartella di lavoro “Tabella base macro” è stata creata con l'obiettivo di facilitare e velocizzare l'immissione dei dati relativi agli indicatori ambientali nell'ambito delle aree urbane.

⁸ Le viste sono state create tramite il software Navicat (<http://www.navicat.com>); esistono comunque valide alternative open source come pgAdmin (<http://www.pgadmin.org>) installato di default con PostgreSQL, o phpPgAdmin (<http://phpPgAdmin.sourceforge.net>) in grado di gestire il database via Web.

È stata progettata per l'uso in Microsoft Office Excel 2003 e 2007, realizzando alcune macro in VBA⁹ (Visual Basic for Applications) che automatizzano varie operazioni; VBA è un'implementazione del linguaggio di programmazione Visual Basic di Microsoft nelle applicazioni Office.

Sfruttando il codice VBA ed i driver ODBC¹⁰ (Open Database Connectivity) di PostgreSQL è stato possibile collegare alcune tabelle del database alla cartella di lavoro Excel, consentendo quindi una sincronizzazione della stessa con il database; i driver ODBC costituiscono un'interfaccia standard con cui collegarsi ai database relazionali ed eseguire query.

Per garantire la compatibilità con le versioni di Office 2003 e 2007 la tabella è stata salvata rispettivamente nel formato xls e xlsx (al fine di utilizzare la tabella nelle sue funzionalità è comunque necessario impostare Excel per consentire l'esecuzione delle macro).

La "Tabella base macro" è costituita da due fogli di lavoro visibili:

- "Tabella_base";
- "Utilità".

Altri fogli di lavoro nascosti contengono le tabelle collegate al database; quando si collega una tabella di un database ad Excel, essa viene copiata fisicamente in un foglio di lavoro, rimanendo quindi a disposizione anche off-line, e sincronizzandosi al database solo dopo aver lanciato un comando di aggiornamento delle tabelle collegate.

⁹ Riferimenti di Visual Basic sul sito <http://msdn.microsoft.com/it-it/vbasic/default.aspx>.

¹⁰ Panoramica dell'ODBC sul sito <http://support.microsoft.com/kb/110093>.

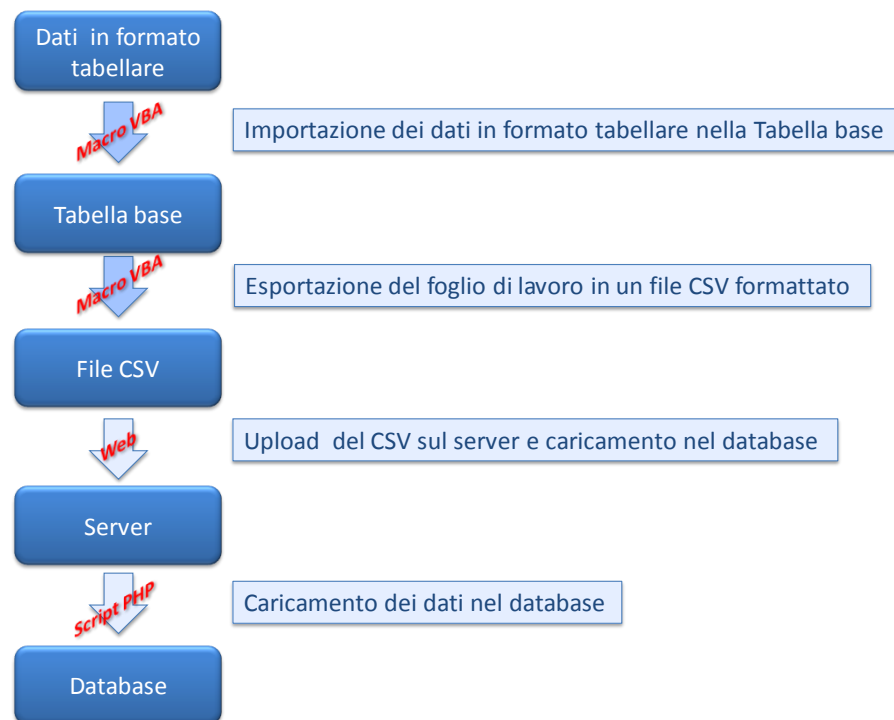


Figura 4: Schema di flusso del caricamento dati tabellari nel database

2.3.1. Il foglio “Tabella_base”

Il foglio di lavoro “Tabella base” costituisce il supporto in cui inserire i dati formattati secondo i criteri del database.

Al primo avvio della “Tabella base”, è stato impostato in modo automatico l’avvio di una macro che tramite un’interfaccia (userform) richiede la selezione della Categoria tematica e dell’Area tematica.

Figura 5: Interfaccia di selezione della Categoria tematica e Area tematica

In base alla selezione effettuata la macro provvederà ad aggiornare le tabelle collegate, tramite una query che filtra i dati scaricati utilizzando i codici identificativi della Categoria e dell'Area tematica.

Il foglio “Tabella base” è costituito da vari campi (colonne) che replicano i campi della tabella del database Valori, a cui sono stati aggiunti alcuni campi che rendono la compilazione manuale più leggibile ed immediata.

I campi sono distinti in base ad un colore di sfondo:

- sfondo giallo identifica un campo da compilare;
- sfondo bianco identifica un campo collegato agli altri, che si aggiorna automaticamente tramite apposite formule.

Campi “Tabella base”		Campi tabella Valori
Livello_territoriale	→	IdAtag_FK
Nome_indicatore	→	IdIIP_FK
Fonte	→	IdFonte_FK
OST	→	IdOST_FK
Unità_di_misura	→	IdUnita_FK
ValiditaInizio	→	ValiditaInizio
ValiditaFine	→	ValiditaFine
Valore	→	Valore

Tabella 11: tabella di confronto campi tra "Tabella base" e Valori

I campi “Livello_territoriale”, “Nome_indicatore”, “Fonte”, “OST”, e “Unità_di_misura” sono compilabili tramite un menu a tendina contenente tutti i possibili input come illustrato nella Figura 6; ciò è possibile sfruttando la funzione di Excel “Convalida dati”¹¹ e creando alcuni “intervalli dinamici”¹² che popolano il contenuto dei menu.

¹¹ La funzione “Convalida dati” consente di impostare un controllo del contenuto di una cella sulla base di un elenco costituito ad esempio dal contenuto di altre celle. Per i dettagli consultare il sito <http://office.microsoft.com/it-it/excel-help/HP010072600.aspx>.

¹² Sfruttando la funzione “SCARTO” in combinazione con la funzione “CONTA.VALORI” è possibile impostare i riferimenti ad un intervallo definito “dinamico” in quanto tali riferimenti andranno ad aggiornarsi automaticamente nel caso le dimensioni dell’intervallo varino. Per alcuni esempi consultare il sito <http://support.microsoft.com/kb/830287>.

	H	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
1	IdUnità_FK	Anno	Valore	ValiditaInizio	ValiditaFine	Unità_di_misura	OST	Fonte	Nome_indicatore	Livello_territoriale
2	1	2008	0	1/1/2008 0:0	31/12/2008 23	n°	Ancona	IPA/APPA	Densità demografica (n° abitan	Comune
3							Ancona			
4							Aosta			
5							Bari			
6							Bologna			
7							Bolzano			
							Brescia			
							Cagliari			
							Campobasso			

Figura 6: Foglio Tabella_base

Il foglio “Tabella base” consente di inserire i dati relativi agli indicatori senza conoscere i codici identificativi relativi agli indicatori o agli OST, bensì lavorando direttamente con i relativi nomi, con conseguenti vantaggi di lettura; ciò è stato possibile realizzando una sorta di join tra la “Tabella base” e le tabelle collegate inserendo in una cella una formula che combina le funzioni “INDICE” e “CONFRONTA”, e che restituisce come risultato il codice identificativo relativo alla cella target¹³.

È presente inoltre un campo “Esito” che effettua una verifica di coerenza dei dati inseriti negli altri campi (ad esempio che nella cella “Valore” sia stato inserito un carattere non numerico), restituendo quindi il valore “1” per esito positivo o “0” per esito negativo.

2.3.2. Il foglio “Utilità”

Il foglio “Utilità” è l’interfaccia di accesso ad alcune funzioni che permettono di automatizzare alcune operazioni tra cui:

1. aggiungere il numero desiderato di righe alla “Tabella_base”;
2. individuare l’immissione molteplice degli stessi dati;
3. modificare la selezione della “Categoria tematica” e/o “Tema”;
4. copiare dati già in formato tabellare nella “Tabella_base” ed esportarli in CSV.

¹³ Per esempio per ottenere il codice IdIIP_FK relativo agli indicatori inseriti nella “Tabella_base”, è stata realizzata una formula del tipo “=INDICE(Range_1;CONFRONTA(Cella_Target;Range_2;0))” dove:

- “Range_1” rappresenta l’intervallo di celle della tabella collegata IIP, contenente l’elenco dei codici identificativi, cioè il campo IdIIP;
 - “Range_2” rappresenta l’intervallo di celle della tabella collegata IIP, contenente l’elenco dei nomi degli indicatori, cioè il campo “Descrizione”;
 - La “Cella_Target” è la cella della “Tabella_base” in cui è stato inserito il nome dell’indicatore.
- Per ulteriori esempio consultare il sito <http://office.microsoft.com/it-it/excel-help/HP010070462.aspx>.

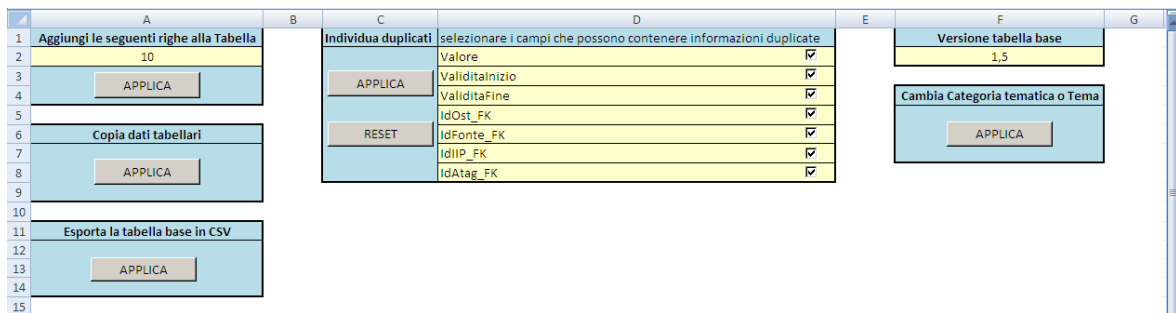


Figura 7: Foglio Utilita

La prima funzione consente di aggiungere in modo automatico un certo numero di righe alla “Tabella_base”, in modo da mantenere la formattazione preimpostata, e consentire la successiva modifica manuale dei campi; può essere utile ad esempio nel caso si debbano inserire manualmente i dati relativi ad uno stesso indicatore ed uno stesso anno, tenendo quindi questi campi costanti, e modificando unicamente i restanti.

La seconda funzione consente di verificare la presenza all’interno della “Tabella_base” di valori duplicati; questa macro utilizza la funzione di “Filtro avanzato”¹⁴ ed evidenzia in colore rosso i dati duplicati individuati, in base a criteri definiti dall’utente selezionando un insieme di campi di ricerca.

La terza funzione consente un aggiornamento delle tabelle collegate (sincronizzandosi quindi con le tabelle del database) ed eventualmente una modifica della Categoria o Area tematica; poiché le formule utilizzate nella “Tabella_base” sono riferite ad “intervalli dinamici” rielaboreranno i propri risultati coerentemente con l’aggiornamento delle tabelle collegate.

La quarta funzione consente di copiare nella “Tabella base” dati provenienti da varie fonti in formato tabellare, adeguandoli alla formattazione richiesta dalla tabella “Valori” del database; terminato tale processo è quindi possibile esportare i dati nel formato CSV pronto per il caricamento tramite l’interfaccia di gestione Web come descritto nel paragrafo 2.2. Interfaccia gestionale Web per il popolamento e validazione dei dati.

¹⁴ La funzionalità “Filtro avanzato” consente di filtrare un intervallo di celle in base a criteri definiti in un altro intervallo; alcuni esempi sono riportati nel sito <http://office.microsoft.com/it-it/excel-help/HP005261132.aspx>.

È possibile inserire in modo automatico all'interno della "Tabella base", dati già presenti in altre cartelle di lavoro Excel secondo una formattazione simile a quella riportata nella Tabella 12¹⁵.

OST	Anno	Indicatore 1	Indicatore 2	...	Indicatore n
Roma	2000	1	100	...	80
Milano	2000	2	1000	...	90
...

Tabella 12: esempio di struttura dei dati di input da copiare nella "Tabella base"

Avviando la funzione viene visualizzata un'interfaccia tramite cui inserire i parametri necessari alla copia, consentendo in un passaggio solo di importare anche migliaia di dati nella "Tabella base".

Figura 8: Interfaccia del comando per copiare dati già in formato tabellare

¹⁵ Per un corretto funzionamento dell'applicazione la tabella deve avere un nome per ogni colonna nella prima riga; le colonne devono essere tutte adiacenti (cioè senza colonne vuote ad esempio tra la colonna "OST" e "Anno"), ed allo stesso modo le righe (cioè senza righe vuote ad esempio tra la riga di Roma e Milano).

I parametri necessari alla copia sono molteplici e permettono di adattare il processo ad un'ampia varietà di situazioni; i campi mostrati nell'interfaccia di Figura 8 sono menu a scelta multipla che aggiornano il proprio contenuto come descritto di seguito:

1. selezione del nome della cartella di lavoro e del foglio di lavoro in cui sono i dati da copiare (sorgente);
2. selezione dell'Indicatore o del campo contenente gli indicatori¹⁶;
3. selezione del nome del campo corrispondente ad OST¹⁷;
4. selezione del nome del campo corrispondente a Valori;
5. impostazione dei campi ValiditaInizio e ValiditaFine¹⁸, per la cui compilazione è stata creata una specifica maschera di selezione riportata in Figura 9;

¹⁶ In base alla selezione del foglio sorgente il menu Indicatore ha le seguenti opzioni:

- a. nel caso il foglio sorgente contenga dati riferiti ad un singolo indicatore, sarà sufficiente selezionarlo dal menu contenente la lista dei nomi degli indicatori dell'Area Tematica scelta all'avvio (impostazione predefinita);
- b. nel caso il foglio sorgente sia riferito a più indicatori, e includa un campo contenente il nome dell'indicatore, è possibile spuntare la casella Nm. dopodiché la lista si aggiornerà mostrando l'elenco dei campi presenti nel foglio sorgente permettendone la selezione;
- c. nel caso il foglio sorgente sia riferito a più indicatori, e includa un campo contenente il codice identificativo dell'indicatore, è possibile spuntare la casella Id dopodiché la lista si aggiornerà mostrando l'elenco dei campi presenti nel foglio sorgente permettendone la selezione;
- d. nel caso il foglio sorgente sia riferito a più indicatori, e includa un campo contenente il codice identificativo originario dell'indicatore, è possibile spuntare la casella IdOr. dopodiché la lista si aggiornerà mostrando l'elenco dei campi presenti nel foglio sorgente permettendone la selezione.

¹⁷ In base alla selezione del foglio sorgente il menu OST ha le seguenti opzioni:

- a. nel caso il foglio sorgente includa un campo contenente il nome degli OST, è possibile selezionarlo dal menu (impostazione predefinita);
- b. nel caso il foglio sorgente includa un campo contenente il codice identificativo dell'OST, è possibile spuntare la casella Id dopodiché la lista si aggiornerà mostrando l'elenco dei campi presenti nel foglio sorgente permettendone la selezione;
- c. nel caso il foglio sorgente includa un campo contenente il codice identificativo originario dell'OST, è possibile spuntare la casella IdOr. dopodiché la lista si aggiornerà mostrando l'elenco dei campi presenti nel foglio sorgente permettendone la selezione.

¹⁸ I campi ValiditaInizio e ValiditaFine devono essere nel formato data e ora es. "01/01/2000 12:00", per cui sono previsti i seguenti casi:

- a. nel caso il foglio sorgente includa i campi contenenti ValiditaInizio e ValiditaFine è possibile la loro selezione dal menu "Campo Unico" (impostazione predefinita);
- b. nel caso il foglio sorgente non includa i campi contenenti ValiditaInizio e ValiditaFine, ma campi separati per l'Anno, mese, ora, o solamente alcuni di essi (ad esempio solo l'Anno), è possibile costruire ValiditaInizio e ValiditaFine selezionando il menu Campi Multipli, e selezionando il Giorno, Mese, Anno, Ora e Minuti da un elenco oppure spuntando le rispettive C per selezionare i campi presenti nel foglio sorgente.

Figura 9: Selezione della ValiditaInizio e ValiditaFine nel caso di campi multipli

6. selezione dell'Unità di misura o del campo contenente l'Unità¹⁹;
7. selezione del Livello territoriale;
8. selezione della Fonte dell'indicatore.

Premendo il tasto “OK” dell’interfaccia si avvia il processo di copia nella “Tabella_base”, in cui i dati avranno la stessa formattazione della tabella “Valori”; i codici dei vari campi saranno coerenti con quelli del database, ed in particolare è possibile importare in modo automatico dati provenienti da altri database utilizzando il campo IdOrigine²⁰.

¹⁹ In base alla selezione del foglio sorgente il menu Unità ha le seguenti opzioni:

- a. nel caso il foglio sorgente contenga dati riferiti ad una singola unità di misura, sarà sufficiente selezionarlo dal menu contenente la lista delle unità (impostazione predefinita);
- b. nel caso il foglio sorgente includa un campo contenente il codice identificativo dell'Unità di misura, è possibile spuntare la casella Id dopodiché la lista si aggiornerà mostrando l'elenco dei campi presenti nel foglio sorgente permettendone la selezione;
- c. nel caso il foglio sorgente includa un campo contenente il nome dell'Unità di misura, è possibile spuntare la casella Nome, dopodiché la lista si aggiornerà mostrando l'elenco dei campi presenti nel foglio sorgente permettendone la selezione.

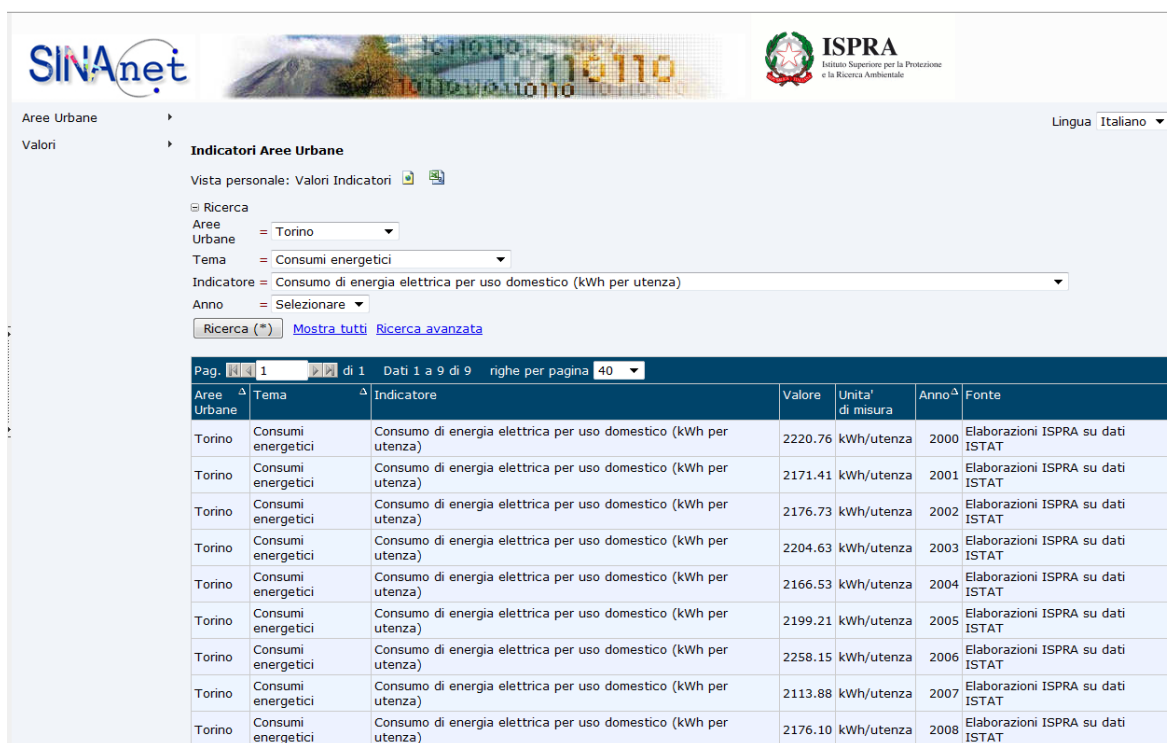
²⁰ Le tabelle OST ed IIP possiedono un campo IdOrigine (come descritto nel paragrafo 3.1. Struttura del database) in cui è inserito il codice con cui l'elemento è identificato nel database provenienza.

2.4. La pubblicazione dei dati

In modo simile alla realizzazione della parte gestionale del sistema, anche per la pubblicazione dei dati sulla Qualità dell'Ambiente Urbano è stata realizzata un'interfaccia Web in PHP, utilizzando il software PHPMaker; in questo sistema è possibile effettuare ricerche avanzate per tema ambientale, indicatore, città, ed anno e scaricare i dati estretti direttamente sul proprio computer per ulteriori elaborazioni.

Tra le varie opzioni implementate nell'interfaccia Web, è inclusa la possibilità di generare facilmente un report, cioè un quadro riassuntivo della situazione per gli indicatori selezionati, per città e per anno.

I dati relativi agli indicatori ambientali sono disponibili al pubblico nella sezione Banche Dati dell'infrastruttura WebGIS MAIS (Modulo di Accesso alle Informazioni Spaziali)²¹.



The screenshot shows the SINAnet web interface. At the top, there are logos for SINAnet and ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale). Below the logos, there are navigation links for 'Aree Urbane' and 'Valori'. The main section is titled 'Indicatori Aree Urbane' and contains search filters: 'Aree Urbane' set to 'Torino', 'Tema' set to 'Consumi energetici', 'Indicatore' set to 'Consumo di energia elettrica per uso domestico (kWh per utenza)', and 'Anno' set to 'Selezionare'. There are buttons for 'Ricerca (*)', 'Mostra tutti', and 'Ricerca avanzata'. Below the filters, there is a table with 7 columns: 'Aree Urbane', 'Tema', 'Indicatore', 'Valore', 'Unità di misura', 'Anno', and 'Fonte'. The table displays data for Torino from 2000 to 2008, showing a general increase in electricity consumption over time.

Aree Urbane	Tema	Indicatore	Valore	Unità di misura	Anno	Fonte
Torino	Consumi energetici	Consumo di energia elettrica per uso domestico (kWh per utenza)	2220.76	kWh/utenza	2000	Elaborazioni ISPRA su dati ISTAT
Torino	Consumi energetici	Consumo di energia elettrica per uso domestico (kWh per utenza)	2171.41	kWh/utenza	2001	Elaborazioni ISPRA su dati ISTAT
Torino	Consumi energetici	Consumo di energia elettrica per uso domestico (kWh per utenza)	2176.73	kWh/utenza	2002	Elaborazioni ISPRA su dati ISTAT
Torino	Consumi energetici	Consumo di energia elettrica per uso domestico (kWh per utenza)	2204.63	kWh/utenza	2003	Elaborazioni ISPRA su dati ISTAT
Torino	Consumi energetici	Consumo di energia elettrica per uso domestico (kWh per utenza)	2166.53	kWh/utenza	2004	Elaborazioni ISPRA su dati ISTAT
Torino	Consumi energetici	Consumo di energia elettrica per uso domestico (kWh per utenza)	2199.21	kWh/utenza	2005	Elaborazioni ISPRA su dati ISTAT
Torino	Consumi energetici	Consumo di energia elettrica per uso domestico (kWh per utenza)	2258.15	kWh/utenza	2006	Elaborazioni ISPRA su dati ISTAT
Torino	Consumi energetici	Consumo di energia elettrica per uso domestico (kWh per utenza)	2113.88	kWh/utenza	2007	Elaborazioni ISPRA su dati ISTAT
Torino	Consumi energetici	Consumo di energia elettrica per uso domestico (kWh per utenza)	2176.10	kWh/utenza	2008	Elaborazioni ISPRA su dati ISTAT

Figura 10: Interfaccia Web di visualizzazione dei dati contenuti nel Rapporto sulla Qualità dell'Ambiente Urbano

²¹ Accessibile al sito www.mais.sinanet.isprambiente.it

Il SINAnet ha inoltre realizzato sulla stessa base dati descritta in questo lavoro, un WebGIS sulla Qualità dell'Ambiente Urbano utilizzando il Framework open source Flex SDK²², attraverso il quale è possibile eseguire l'applicativo in ogni browser dotato del plugin Adobe Flash.

Questa applicazione, oltre alle caratteristiche tipiche dei software GIS, ha le seguenti funzionalità:

- Consultare gli indicatori del Rapporto sulla Qualità dell'Ambiente Urbano;
- Effettuare ricerche mirate per particolari aree tematiche, indicatori o aree urbane;
- Confrontare gli indicatori sia spazialmente, sia temporalmente;
- Consultare direttamente il database ed effettuare il download dei dati sul proprio computer;
- Sovrapporre i vari layer cartografici e tematici ambientali.



Figura 11: Interfaccia del WebGis sulla Qualità dell'Ambiente Urbano

²² Attraverso l'ambiente di sviluppo FlexBuilder e Flex SDK vengono prodotti applicativi Flash sotto forma di file binari SWF compilando sorgenti in linguaggio MXML per la parte di interfaccia grafica, e in linguaggio ActionScript per la parte operativa di gestione della Business logic.

2.5. Risultati ottenuti

È stato realizzato un database contenente i dati del Rapporto sulla Qualità dell'Ambiente Urbano, in grado di gestire al meglio le molteplici tematiche ambientali, e fornire la base necessaria per i sistemi di gestione e pubblicazione via Web.

Sono stati inseriti decine di migliaia di record nel database, riguardanti oltre duecento indicatori ambientali, riferiti alle tematiche ambientali incluse nel Rapporto, cioè: suolo, rifiuti, impianti a rischio, acqua, aria (compreso l'inquinamento indoor), trasporti e mobilità (con un approfondimento per le aree portuali), inquinamento acustico ed elettromagnetico, natura e biodiversità; i dati ambientali sono corredati da informazioni relative agli aspetti demografici, al turismo, ai consumi di energia elettrica e metano.

È stata costruita un'interfaccia Web di gestione degli indicatori per gli esperti ISPRA, elaborando un processo automatico di importazione di dati tabellari nel database tramite i software PHP ed Excel; in particolare la cartella di lavoro "Tabella base" agevola il popolamento del database con i dati provenienti da fonti esterne.

Infine è stata realizzata l'interfaccia Web per la pubblicazione dei dati, accessibile da qualsiasi browser, con la principale caratteristica di garantire la facilità di utilizzo nella visualizzazione degli indicatori ambientali, e permettere il confronto spaziale e temporale dei valori assunti nelle varie città inserite nel Rapporto.

3. Conclusioni

Il WebGIS sulla Qualità dell'Ambiente Urbano è uno strumento che si inserisce nel quadro della sostenibilità ambientale con la finalità, ribadita sia in ambito nazionale che europeo, di garantire l'accesso del pubblico alle informazioni ambientali.

In tale contesto, il WebGIS, oltre a permettere l'analisi delle dinamiche ambientali che interessano le aree urbane, rappresenta un valido supporto ai processi partecipativi di pianificazione territoriale, migliorando la consapevolezza della popolazione verso le risorse e le criticità ambientali.

L'applicativo è stato progettato con l'obiettivo di garantire una facilità d'uso che permettesse la fruizione ad un ampio pubblico, mettendo comunque a disposizione di utenti più esperti funzionalità GIS avanzate, che verranno estese in futuro con lo sviluppo ulteriore della parte client e server.

Sono numerose le prospettive di ampliamento di tale sistema di pubblicazione di dati ambientali, considerata la linea tracciata dalla Direttiva INSPIRE, tra cui in particolare estendere l'analisi sulla qualità dell'ambiente urbano ad altri Comuni d'Italia.

L'unione delle capacità tecniche degli strumenti GIS con le potenzialità di comunicazione e collaborazione del Web, costituiscono un importante veicolo di divulgazione dell'informazione territoriale e di monitoraggio ambientale, favorendo la collaborazione tra le amministrazioni regionali e locali.

Relativamente alla gestione del database sarebbe auspicabile proseguire l'attività di popolamento ed ottimizzazione del database, al fine di concentrare in un'unica interfaccia Web tutti i dati raccolti dalle Agenzie Ambientali.

Bibliografia

Agenzia regionale prevenzione e ambiente dell'Emilia-Romagna. (2004, Marzo-Aprile). *La convenzione di Aarhus: verso il cittadino consapevole*. Tratto da <http://www.arpa.emr.it/documenti/arpavista/pdf2004n2/croci.pdf>

Commissione delle Comunità Europee. (2004). *Comunicazione della Commissione al Consiglio, al Parlamento Europeo, al Comitato Economico e Sociale Europeo e al Comitato delle Regioni Verso una strategia tematica sull'ambiente urbano*. Tratto da <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2004:0060:FIN:IT:PDF>

Culshaw, M., & al. (2006). The role of web-based environmental information in urban planning—the environmental information system for planners. *Science of the Total Environment*, 360, p. 233–245.

Dragićević, S., & Balram, S. (2004). A Web GIS collaborative framework to structure and manage distributed planning processes. *Journal of Geographical Systems*, 6, p. 133–153.

European Environment Agency. (1999). *Environmental indicators: typology and overview. Technical report No 25*. Copenhagen: EEA.

European Environment Agency. (2010). *Environmental Terminology and Discovery Service (ETDS)*. Tratto da http://glossary.eea.europa.eu/terminology/terminology/terminology/concept_html?term=environmental%20indicator

Gomasasca, M. A. (2004). *ELEMENTI DI GEOMATICA*. Milano: Associazione Italiana di Telerilevamento.

Harrison, C., & Haklay, M. (2002). The potential of public participation geographic information systems in UK environmental planning: appraisals by active publics. *Journal of Environment Planning and Management*, 45(6), p. 841–63.

ISPRA. (2008). *QUALITÀ DELL'AMBIENTE URBANO V RAPPORTO ANNUALE*. Roma.

ISPRA. (2010). *VI Rapporto sulla qualità dell'ambiente urbano – edizione 2009*.

Karnatak, H., & al. (2007). Multicriteria spatial decision analysis in web GIS environment. *Geoinformatica*, 11(4), p. 407–429.

McCall, M. (2003). Seeking good governance in participatory-GIS: a review of processes and governance dimensions in applying GIS to participatory spatial planning. *Habitat International*, 27(4), p. 549–573.

- Pillmann, W., & al. (2006). Survey of environmental informatics in Europe. *Environmental Modelling & Software* , 21, p. 1519–1527.
- PostgreSQL. (2011). *CREATE VIEW*. Tratto da PostgreSQL: <http://www.postgresql.org/docs/9.0/interactive/sql-createview.html>
- Rao, M., & al. (2007). A web-based GIS Decision Support System for managing and planning USDA's Conservation Reserve Program (CRP). *Environmental Modelling & Software* , 22, p. 1270–1280.
- Simão, A., & al. (2008). Web-based GIS for collaborative planning and public participation: An application to the strategic planning of wind farm sites. *Journal of Environmental Management* , 90, p. 2027–2040.
- United Nations Economic Commission for Europe. (1998). *Convenzione sull'accesso alle informazioni, la partecipazione del pubblico ai processi decisionali e l'accesso alla giustizia in materia ambientale*. Tratto da <http://www.unece.org/env/pp/documents/cep43ital.pdf>
- United Nations. (1992). *Rio Declaration on Environment and Development*. Tratto da <http://www.un.org/documents/ga/conf151/aconf15126-1annex1.htm>
- Usländer, T. (2005). Trends of environmental information systems in the context of the European Water Framework Directive. *Environmental Modelling & Software* , 20, p. 1532–1542.

Acronimi

ANCI: Associazione Nazionale Comuni Italiani

APPA: Agenzia Provinciale per la Protezione dell'Ambiente

ARPA: Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente

GIS: Geographic Information System

ISPRA: Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale

ISTAT: Istituto Nazionale di Statistica

SINA: Sistema Informativo Nazionale Ambientale

SINAnet: Rete del Sistema Informativo Nazionale Ambientale

VBA: Visual Basic for Applications